

Découvrez un ensemble de documents, scientifiques ou techniques,
dans la base Archimer : <http://www.ifremer.fr/docelec/>

ifremer

Laboratoire Environnement Ressources de Normandie

Loïc NOGUES, Luis LAMPERT, Philippe RIOU et Ronan LE GOFF

Claude ETOURNEAU, Frank MAHEUX, Olivier PIERRE DUPLESSIX, Vincent JUSTOME, Franck JACQUELINE, Liliane FIANI, Sylvaine FRANCOISE, Florence NEDELEC, Fabienne RAUFLET, Hervé du Boullay, Laure LAMORT, Bruno FONTAINE, Emilie RABILLER, Soazig MANACH, et Jérôme LETELLIER

Rapport Ifremer RST. LERN - 07.18

Réseau Hydrologique Littoral Normand RHLN RAPPORT 2007 Volume 2.

Fiches de suivi de la qualité trophique des masses d'eau du littoral normand



Décembre 2007



Fiche documentaire

<p>N° d'identification du rapport : RST.LERN/07-21 Diffusion : libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte: <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> Validé par : Ronan Le Goff Adresse électronique : rlegoff@ifremer.fr Adresse Web : www.ifremer.fr/lern/</p>	<p>Publication : décembre 2007 Nombre de pages : 211 Bibliographie: non Illustration(s): Figures, cartes et tableaux Langue du rapport: français</p>
<p>Titre et sous-titre du rapport :</p> <p>Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) : Rapport 2007 ; Volume 2 Fiches de suivi de la qualité trophique des masses d'eau du littoral normand</p>	
<p>Rapport intermédiaire Rapport définitif : oui</p>	
<p>Auteur(s) principal(aux) : L. Nogues, L. Lampert ; P. Riou et R. Le Goff</p> <p>ainsi que Cl. Etourneau, F. Maheux, Olivier Pierre-Duplessix, Vincent Justome, F. Jacqueline, L. Fiant, S. Françoise, F. Nédélec, F. Raufflet, H. du Boullay, L. Lamort, B. Fontaine, E. Rabiller, S. Manach, et J. Letellier.</p> <p>Coordination - composition- édition : L. Nogues, R. Le Goff et P. Riou,</p>	<p>Organisme / Direction / laboratoire IFREMER/LERN</p> <p>IFREMER/LERN et SAF/PB</p> <p>IFREMER/LERN</p>
<p>Collaborateur(s) : Référés/relecture : Luis Lampert et Florence Nédélec</p>	<p>Organisme / Direction / laboratoire IFREMER/LERN</p>
<p>Cadre de la recherche : RESEAU RHLN année 2005 Contrat AESN/DEPEE délégation du Littoral</p> <p>Programme : PJB surveillance Convention : OUI</p> <p>Projet : PJB070303 réseaux locaux, régionaux Partenariats : Préfecture Maritime de la Manche et de la Mer du Nord et LASSEM ; SMEL du Conseil Général de la Manche</p>	
<p>Résumé :</p> <p>Le Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) a été créé en septembre/octobre 2000 avec le double objectif de (1) permettre une évaluation du niveau trophique des masses d'eau littorales normandes et (2) de définir le réseau de suivi hydrologique pérenne permettant de satisfaire aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) à partir de 2007/2008.</p> <p>Ce rapport 2007 réalise la synthèse des résultats obtenus entre 2000-2001 et 2006. Il représente le second volume de la synthèse globale 2007. Il présente les résultats obtenus dans chacune des masses d'eau sous forme de fiches, fiches qui sont également rendues accessibles via le WEB à l'adresse http://www.ifremer.fr/LERN rubrique Atlas, ou http://www.ifremer.fr/littoralbasnormand .</p>	
<p>Mots-clés : Ecosystème côtier, hydrologie, hydrobiologie, Normandie, baie de Seine, eutrophisation, grille d'évaluation de l'eutrophisation, DCE, réseau hydrologique, RHLN</p>	



Réseau Hydrologique Littoral Normand

RHLN

RAPPORT 2007
Volume 2

**Fiches de suivi de la qualité trophique des
masses d'eau du littoral normand**





SOMMAIRE

INTRODUCTION **8**

PARTIE I : NOTICE D'UTILISATION DES FICHES **11**

1. Localisation de la zone	12
2. Caractéristiques physiques de la zone	15
3. Activités et usages sur la zone	17
4. Courantologie	18
5. Qualité de la masse d'eau	21
6. Périodes productives et images «satellite»	23
7. Peuplements phytoplanctoniques	25
8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques	27
9. Réflexion sur les sels limitants	29

PARTIE II : FICHES DE SUIVI DE LA QUALITE TROPHIQUE DES MASSES D'EAU DU LITTORAL NORMAND **31**

Masse d'eau HC01 : Archipel des îles de Chausey	32
Masse d'eau HC02 : La Baie du Mont St Michel - Centre	40
Masse d'eau HC03 : Ouest Cotentin	51
Masse d'eau HC04 : Cap de Carteret – Cap de la Hague	69
Masse d'eau HC05 : Cap de la Hague Nord	80
Masses d'eau HC60 et HC61 : Rade de Cherbourg	86
Masse d'eau HC07 : Nord Cotentin Est	95
Masse d'eau HC08 : Barfleur	102
Masse d'eau HC09 : Anse de St Vaast la Hougue	109
Masse d'eau HC10 : Baie des Veys	118
Masse d'eau HT6 : Fond de la Baie des Veys	130
Masse d'eau HC11 : Côte du Bessin	139
Masse d'eau HC12 : Côte de Nacre - Ouest	146
Masse d'eau HC13 : Côte de Nacre - Est	152
Masse d'eau HC14 : Baie de Caen	158
Masse d'eau HC15 : Côte Fleurie	169
Masse d'eau HT3 : Estuaire de Seine aval	178
Masse d'eau HC16 : Le Havre - Antifer	187
Masse d'eau HC17 : Pays de Caux - Sud	196
Masse d'eau HC18 : Pays de Caux - Nord	205



INTRODUCTION

Le Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) a été créé en septembre/octobre 2000 pour :

- suivre la qualité des masses d'eau littorales normandes, et notamment évaluer leur niveau trophique, leur degré d'eutrophisation,
- définir le réseau de suivi hydrologique pérenne permettant de satisfaire aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) qui sera à mettre en œuvre dans l'ensemble des Etats membre à partir de 2007/2008.

Le rapport 2007 est le cinquième depuis la mise en place du RHLN. Il constitue la synthèse finale des données et connaissances acquises lors du premier plan de suivi, de 2000 à 2006.

Il fait suite à un premier rapport qui présentait les résultats obtenus au cours de la toute première phase de suivi, d'octobre 2000 à septembre 2001, publié en 2002 par A. Daniel et R. le Goff sous le titre "Evaluation de l'état d'eutrophisation des eaux côtières et estuariennes de Basse Normandie". Ce premier travail, pilote, et ne portant que sur une année de suivi, avait permis de mettre en évidence l'existence de dystrophies dans la partie orientale de la baie de Seine, et avait proposé une toute première ébauche de grille d'évaluation des niveaux d'eutrophisation.

Une seconde synthèse, portant sur l'ensemble des résultats acquis entre 2001 et 2003 a été réalisée en 2004 par A. Daniel. Ce travail, plus conséquent, a permis de décrire et de comparer les cycles biogéochimiques dans les différentes masses d'eau DCE normandes en observant à la fois les variations saisonnières et interannuelles, les successions phytoplanctoniques, les concentrations ou valeurs moyennes, minimales ou maximales des principaux paramètres descripteurs des masses d'eau..., et de développer et de tester de nouveaux indicateurs d'eutrophisation pour ne retenir que les plus pertinents localement.

La troisième synthèse (Le Goff R., Riou P., Daniel A. et al, 2005) a poursuivi la description des cycles biogéochimiques se déroulant au sein des masses d'eau normandes, en prenant en compte les résultats du suivi réalisé en 2004, et a réévalué les niveaux d'eutrophisation au moyen des indicateurs définis en 2004 (Daniel, 2004), et retenus mi 2005 par le comité *ad hoc* phytoplancton/DCE français. L'évaluation de la représentativité des points de prélèvement retenus au sein de chacune des masses d'eau suivies a été réalisée au moyen de modèles hydrodynamiques, et d'images satellite de type « couleur de l'eau » (évaluation des teneurs en chlorophylle a). Le repositionnement de certains points a alors été proposé.

La quatrième synthèse (Le Goff et Riou, 2006) a repris la description des cycles hydrobiologiques dans les masses d'eau suivies, évalué leur qualité au moyen des indicateurs retenus fin 2006, et comparé les résultats ainsi obtenus en 2005 avec ceux des années précédentes. Une première proposition de réseau pérenne, à mener sur 2007 dans un premier temps afin d'en évaluer la faisabilité et la pertinence a été formulée.

Le rapport 2007 comprend 3 volumes.

Le premier volume reprend les principales connaissances acquises entre 2000/2001 et 2005, et compare les cycles biogéochimiques de l'année 2006 avec les cycles précédemment observés. Il évalue les niveaux trophiques des masses d'eau normandes à partir des indicateurs de qualité retenus par la DCE. Il définit, enfin, le réseau pérenne à mener sur le plan 2008-2013 (masses d'eau à suivre, fréquences de prélèvement, paramètres...).

Ce RHLN pérenne respectera les exigences de la DCE et celles d'OSPAR, et contribuera également à améliorer nos connaissances sur les peuplements phytoplanctoniques et sur leur éventuelle évolution, sur les teneurs en sels nutritifs et leurs évolutions, ainsi qu'à évaluer l'efficacité des politiques d'assainissement ou de réduction des flux de nutriments menées à l'échelle du District Seine Normandie.

Le troisième volume traite spécifiquement du phytoplancton. Il synthétise l'ensemble des données acquises entre 2001 et 2006 dans le cadre des phases préparatoires du RHLN (qui intègre également les données du REPHY – REseau PHYtoplancton et phycotoxines de l'Ifremer), et des programmes IGA (données EDF) et COGEMA (données AREVA). Il fournit l'état des lieux actuel sur les abondances spécifiques, les espèces toxiques ou nuisibles, les classements au moyen des indicateurs DCE et élabore une série de recommandations de façon à améliorer la pertinence des suivis, notamment en matière de fréquence de suivi, et surtout pour mieux être à même, à l'avenir, de déceler d'éventuels changements au sein des peuplements phytoplanctoniques.

Le présent volume (Volume 2) synthétise l'ensemble des acquis obtenus sous forme de fiche pour chacune des masses d'eau DCE de Normandie. Ces fiches seront réactualisables chaque année, et seront consultables¹ sur les deux sites WEB du LERN aux adresses suivantes : <http://ifremer.fr/lern> rubrique Atlas, ou <http://ifremer.fr/littoralbasnormand>

À noter : ces fiches sont appelées à évoluer dans un avenir proche, par exemple par adjonction des synthèses qui seront produites par les autres réseaux à mettre en place dans le cadre de la DCE (benthos, qualité chimique), ou par la prise en compte des activités et usages qui, pour certains impactent la qualité des masses d'eau, et pour d'autres ont besoin d'une excellente qualité d'eau pour perdurer et se développer (tourisme, pêche professionnelle ou de loisir, conchyliculture, baignade...). Ces modifications à venir sont brièvement abordées dans la rubrique intitulée "**A l'avenir...**".

¹ à partir d'avril 2008

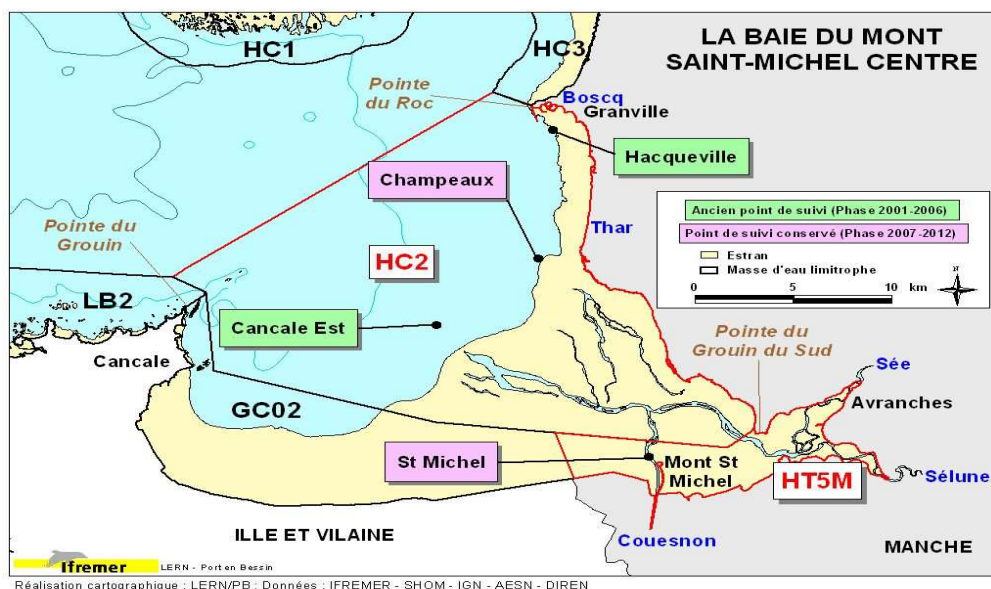


Partie I

Notice d'utilisation des fiches ; Présentation des différentes rubriques

1. Localisation de la zone

Une carte, réalisée sous SIG (Système d'Information Géographique), permet de localiser les limites de la masse d'eau et les points suivis au cours des phases 2001-2006, 2007, et 2008-2013. Des informations complémentaires comme le positionnement des zones conchylicoles, les rivières, ou des repères géographiques peuvent également figurer.



- **N° de masse d'eau** : numéro d'identification DCE de la masse d'eau (ex : HC01)
- **Genre** :
 - **Masse d'eau côtière** (zone littorale s'étendant de la laisse des plus hautes mers jusqu'à 1 mille au large de la ligne de base ("zéro" des cartes marines))
 - **Masse d'eau de transition** (zone estuarienne)
- **Type** : code qui se rapporte à un descriptif de la masse d'eau (Tableau 1)

Tableau 1 : Description des codes des différents types de masse d'eau rencontrés le long des côtes normandes.

Genre ME	Code	Descriptif
Masse d'eau côtière	Ct1	Côte rocheuse mésotidale à macrotidale, peu profonde
	Ct3	Côte mésotidale à macrotidale vaseuse modérément exposée
	Ct7	Côte mésotidale à macrotidale, à grande zone intertidale et à dominante vaseuse
	Ct11	Côte macrotidale principalement sableuse
	Ct15	Côte macrotidale rocheuse profonde
	Ct16	Rade de Cherbourg, macrotidale, profonde, à sédiment mixte
	Ct17	Côte macrotidale à grande zone intertidale et à mosaïque de substrat
Masse d'eau de transition	Tt4	Estuaire mésotidal très peu salé et à débit moyen
	Tt5	Estuaire petit ou moyen, macrotidal, fortement salé, à débit moyen

- **Classement 2004** : indique si la masse d'eau a été classée en 2004 comme "RNABE", c'est-à-dire à « Risque de Non Atteinte du Bon Etat » en ce qui concerne l'indicateur "Phytoplancton" à l'horizon 2015.

Le Tableau 2 indique les coordonnées géographiques (en Degrés et Minutes Décimales) ainsi que la période de surveillance de chacun des points suivis au sein de la masse d'eau. Il précise également le type de contrôle qui sera appliqué sur chacun des points suivis lors de la phase 2008-2013.

Tableau 2 : Descriptif des points de suivi. Exemple de la masse d'eau HC03.

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Donville	Surveillance	48° 50.5000' N	001° 37.6700' W	20 01 - en cours
Coudeville	Suivi compl. Régional	48° 53.4374' N	001° 3 5.6288' W	2006 - en cours
Agon	Suivi compl. Régional	49° 00.0200' N	001° 36.3400 ' W	2001 - en cours
Pirou	Surveillance	49° 08.9000' N	001° 35.9800' W	2001 - en cours
Denneville	Suivi compl. Régional	49° 17.3567' N	001° 4 1.3480' W	2006 - en cours

On distingue 5 types de contrôles dans le cadre du RHLN :

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

- **le contrôle d'enquête** concerne des masses d'eau pour lesquelles nos connaissances actuelles sont trop parcellaires pour pleinement conclure sur leur qualité. Ce contrôle est prévu sur une période de trois ans, afin de permettre au Groupe DCE–SDDE Seine Normandie de statuer sur leur qualité, et sur le type de suivi à y appliquer par la suite.

- **le contrôle opérationnel** vient en complément du contrôle de surveillance. Il doit être mis en place sur les masses d'eau identifiées comme "à Risque de Non Atteinte du Bon Etat Ecologique" à l'horizon 2015 (RNABE). Ce contrôle opérationnel est prévu pour ne porter que sur les paramètres à l'origine du RNABE. Il doit, tout comme le contrôle de surveillance, permettre de caractériser l'état de la masse d'eau, mais a pour objectif supplémentaire la mise en évidence des tendances évolutives des paramètres suivis.

- **le contrôle régional renforcé** concerne des masses d'eau déjà soumises à un contrôle opérationnel, et qui connaissent une très forte variabilité intra-annuelle de la plupart de leurs composantes (biomasse chlorophyllienne, salinité, teneurs en sels nutritifs...) ainsi que de nombreux blooms phytoplanctoniques. Cette forte variabilité s'explique par le fait que ces masses d'eau sont situées à proximité d'estuaires importants. Elle oblige à renforcer la fréquence de prélèvement durant la période productive, entre les mois de mars et octobre.

- **le suivi complémentaire régional** concerne les masses d'eau hébergeant d'importantes activités conchylicoles ou de pêche de coquillages. Les données produites serviront à mieux cerner le fonctionnement de ces masses d'eau, importantes économiquement pour la région.

Fréquences de prélèvements

A la fin octobre 2007, la DCE n'a statué que sur les fréquences à appliquer dans le cadre du contrôle de surveillance. Les fréquences de suivi minimales sont variables selon les paramètres :

- 12 fois par an (une fois par mois) pour la réalisation de flores phytoplanctoniques,
- 4 fois par an, mensuellement entre juin et septembre, pour l'oxygène dissous,
- 8 fois par an, mensuellement entre mars et octobre pour la chlorophylle,
- 4 fois par an, mensuellement entre novembre et février pour les sels nutritifs.

En Normandie, l'expérience acquise au cours des phases préparatoires du RHLN montre que :

- si l'on veut évaluer les niveaux trophiques des masses d'eau et suivre l'évolution des hydrosystèmes, ces fréquences minimales préconisées sont insuffisantes. Les prélèvements seront donc réalisés tous les mois sur les points de suivi retenus dans le cadre du contrôle de surveillance, du contrôle d'enquête et du suivi complémentaire régional.
- les masses d'eau classées RNABE pour le paramètre phytoplancton sont celles qui présentent les valeurs maximales de production de biomasse chlorophyllienne, ainsi que la plus grande variabilité de l'ensemble des paramètres suivis. Comme indiqué précédemment, cette variabilité impose, si l'on veut être à même d'identifier d'éventuelles dérives à échéance d'un plan de gestion, d'augmenter les fréquences de suivi par rapport aux masses d'eau moins "instables", et ce essentiellement à l'occasion de la période productive (mars à d'octobre). Ainsi, les masses d'eau RNABE seront suivies à une fréquence mensuelle durant la période hivernale (de novembre à février), et bimensuelle durant la période productive. Au total, ces masses d'eau seront donc échantillonnées à 20 reprises chaque année, dans le cadre du contrôle régional renforcé.

A l'avenir...

- Les repères terrestres qui limitent avec précision les masses d'eau, ainsi que les principaux rejets (STEP², réseaux pluviaux, rejets industriels) pourront être rajoutés à la carte.
- Le classement RNABE/non RNABE pourra être étendu aux autres éléments de la qualité, qu'il s'agisse de la qualité biologique (Invertébrés benthiques, Macroalgues, Herbiers de Zostères, Angiospermes des Schorres et Poissons) ou chimique (Métaux, Pesticides et Autres Micropolluants Organiques).

² STEP pour « STation d'Épuration »

2. Caractéristiques physiques de la zone

Cette rubrique apporte un ensemble d'informations concernant les caractéristiques physiques de la masse d'eau. C'est ainsi que l'on retrouve la superficie de la masse d'eau ainsi que les marnages rencontrés sur la zone pour différents coefficients de marée (45 : coefficient moyen de mortes eaux, 95 : coefficient moyen de vives eaux et 120 : coefficient maximal théorique).

La pluviométrie, qui reste le facteur déclenchant des débits et par conséquent des apports terrigènes influençant la qualité des masses d'eau, est également renseignée. Deux graphiques permettent d'observer les évolutions annuelles et mensuelles des précipitations (Figure 1) de la station météorologique la plus proche de la masse d'eau étudiée (Figure 3). Les données présentées sont fournies par Météo France.

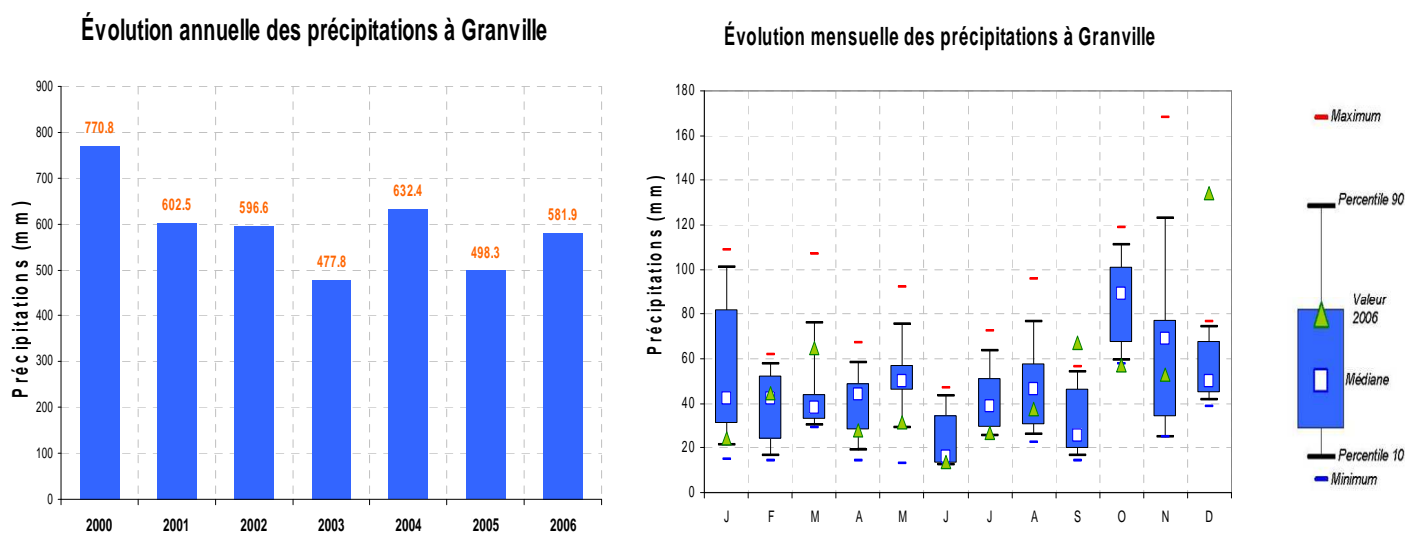


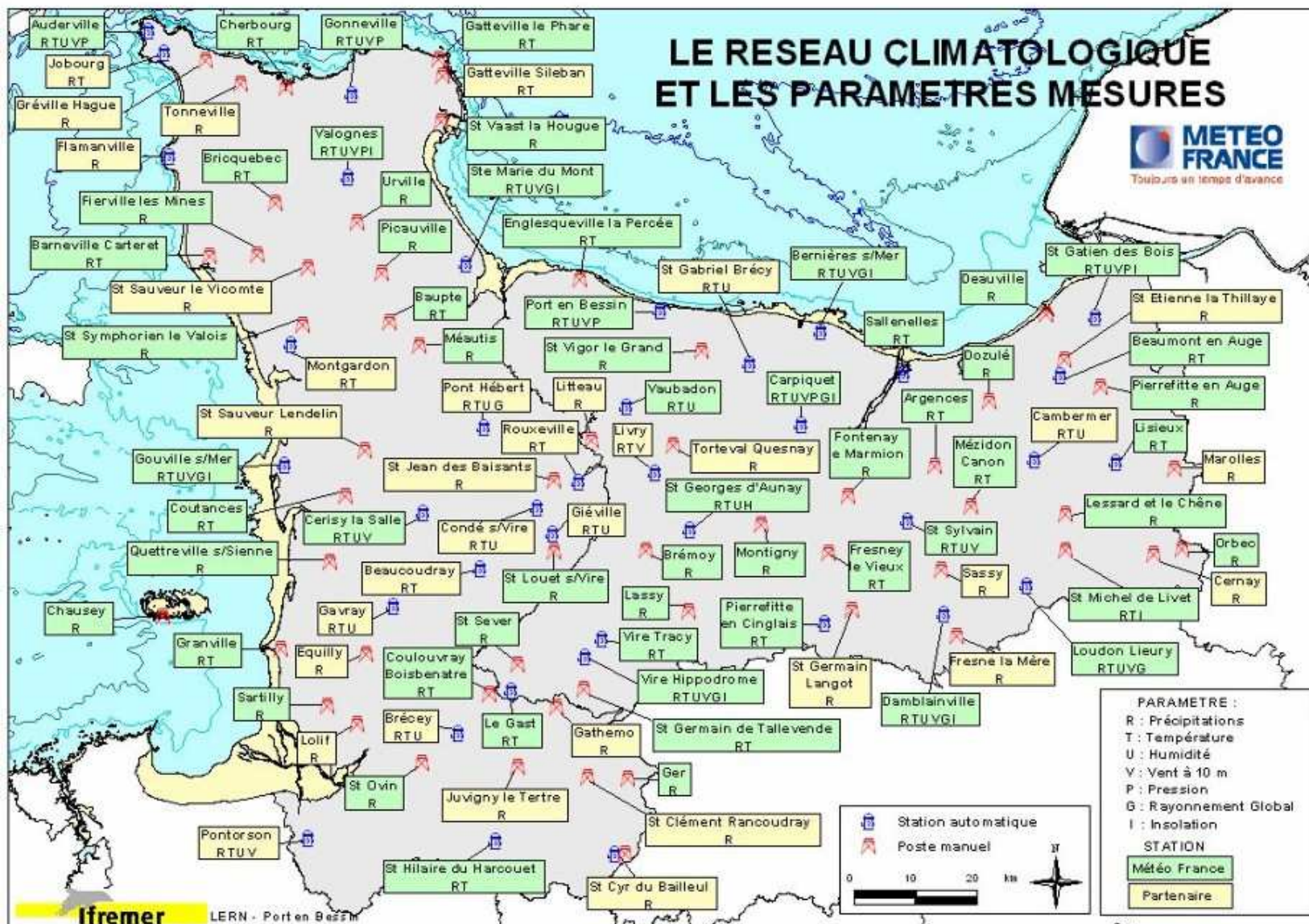
Figure 1 : Évolutions annuelle et mensuelle des précipitations sur la zone étudiée.

L'historique de gauche retrace l'évolution des précipitations annuelles (mm). Il permet globalement de savoir si l'on se situe dans une année sèche ou humide. Les boîtes à moustaches (à droite) permettent de suivre la distribution des données mensuelles de précipitation entre 2001-2005 et de les comparer aux précipitations mensuelles de 2006 (triangle vert).

Les données de pluviométrie sont ensuite complétées par l'évolution des débits mensuels moyens des principaux fleuves débouchant dans la masse d'eau étudiée (Figure 2). Il s'agit d'une compilation des données disponibles sur la Banque Hydro de la DIREN (<http://www.hydro.eaufrance.fr/>) et des données de synthèse sur les débits caractéristiques des rivières de la DIREN (<http://www.basse-normandie.environnement.gouv.fr/>).

Nom Station	Période de mesure	Bassin versant (km ²)	Débit mensuel moyen m ³ .s ⁻¹												Débit annuel moyen m ³ .s ⁻¹	Source	
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
La Vanlée à Bréhal	1991-1993	18.9	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.19	Fiche DIREN
La Sienne à Trelly	1985 - 2004	467	18.0	14.9	10.7	8.3	4.4	3.3	2.4	1.7	2.8	6.3	12.1	15.4	8.33	Banque HYDRO	
L'Ay à Lessay	2000	108.6	1.6	1.6	1.3	0.9	0.5	0.4	0.3	0.2	0.3	0.7	1.1	1.6	0.86	Fiche DIREN	

Figure 2 : Caractéristiques des principaux bassins versants et de leurs rivières associées. Exemple de la masse d'eau HC03.



Réalisation cartographique : LERN/PB ; Données : IFREMER - SHOM - IGN - METEO FRANCE ; Date des données : Novembre 2005

Figure 3 : Réseau des stations météorologiques de Météo France en Basse Normandie.

Sur certaines fiches, l'évolution journalière des débits en 2005 et 2006 est comparée à celle des débits moyens mensuels (données Banque Hydro) comme le montre la Figure 4 avec l'exemple de la Vire.

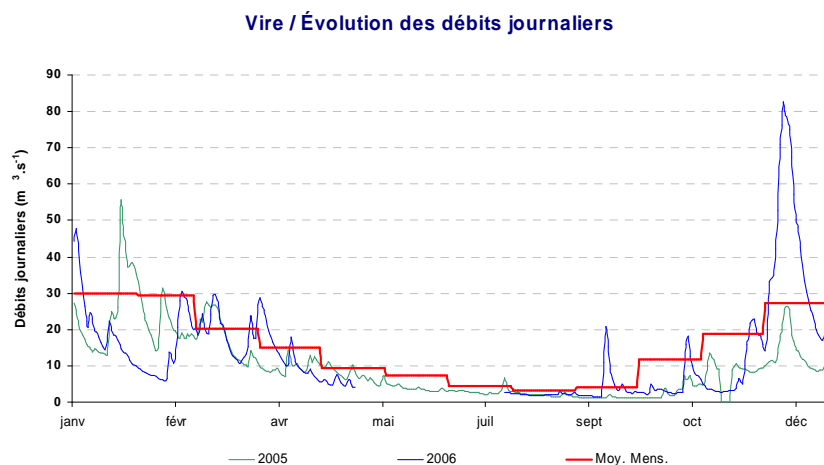


Figure 4 : Évolution des débits journaliers. Exemple de la Vire.

A l'avenir...

- Les flux des principaux sels nutritifs (nitrate, nitrite, ammonium, silicate, phosphate) disponibles seront fournis,
- Il faudra identifier avec Météo France les stations météorologiques (données de pluviométrie) les plus pertinentes pour les masses d'eau suivies.

3. Activités et usages sur la zone

Cette rubrique n'est que très peu renseignée dans la version actuelle des fiches.

A l'avenir...

Il faudra définir les principaux usages de chacune des masses d'eau et les activités qui s'y déroulent. Les principaux thèmes abordés seront le tourisme, la conchyliculture, la pêche récréative et professionnelle, les rejets urbains (STEP et réseaux d'eaux pluviales) et les rejets industriels. Chacun de ces thèmes comprendra des données chiffrées, comme par exemple les biomasses en élevage pour la conchyliculture, les débits et les flux des rejets littoraux, les fréquentations touristiques, les fréquentations de pêche à pied de loisir et certaines données économiques permettant de bien évaluer "l'intérêt" de chacune des masses d'eau.

Afin de caractériser la courantologie au sein des masses d'eau, des trajectoires de particules et les panaches de dilution théorique des principales rivières du littoral normand ont été simulés au moyen de modèles hydrodynamiques.

▪ Les trajectoires de particules (Figure 5)

Le modèle hydrodynamique "Normandie" 2D, à maille de 400 m, et dont l'emprise (Figure 6) s'étend de la pointe du Grouin (en Bretagne) à la baie de Somme (dans la région Picardie), a été utilisé pour réaliser les calculs de trajectoires de particules non diffusives et en iso densité avec l'eau de mer, permettant ainsi de visualiser la circulation des masses d'eau. Ce modèle, ainsi que les 5 autres de plus petite emprise couvrant l'ensemble du littoral de Basse Normandie (Figure 6), ont été développés dans le cadre du contrat plan Etat/Région de Basse Normandie (Conseil Régional de Basse Normandie, Conseil Général de la Manche/SMEL, Conseil Général du Calvados, Agence de l'Eau Seine Normandie et Ifremer).

Les conditions de simulations ont été les suivantes :

- Lâcher des particules à pleine mer (i.e. au moment préconisé pour la réalisation des prélèvements par le cahier des procédures Hydrologiques RHLN),
- lors d'une marée de coefficient 95 (coefficient de marée de vives eaux qui génère des courants de marée supérieurs à la moyenne, de façon à maximiser les déplacements des particules),
- avec un vent nul.

Les simulations ont été réalisées sur 7 jours (15 alternances de marée), avec des coefficients descendants (conditions réelles).

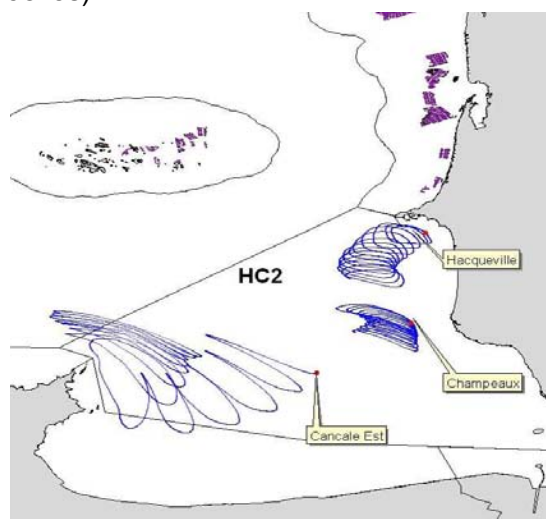


Figure 5 : Exemple de trajectoires de particules sur la masse d'eau HC02.

Il est important de noter que le modèle ne peut être utilisé dans les secteurs découvrants, qui sont importants sur certaines masses d'eau (94 % de la masse d'eau HT5 dans le fond de la baie du Mont St Michel par exemple).

▪ **Les panaches de dilution** (Figure 7)

Les modèles hydrodynamiques 2D permettent également de simuler des panaches de dilution théoriques et ainsi d'étudier à la fois le caractère advectif et diffusif des courants de marées au sein des masses d'eau normandes. En fonction de la localisation de la rivière à étudier, différents modèles ont été utilisés (Tableau 3 et Figure 6).

Tableau 3 : Modèles hydrodynamiques utilisés.

Rivière	Modèle	Maille
Couesnon / Sélune / Sée	Normand, 2D	400 m
Vanlée	Sud Cotentin, 2D	75 m
Sienne	Sud Cotentin, 2D	75 m
Ay	Ouest Cotentin, 2D	75 m
Saire	Est Cotentin, 2D	75 m
Vire / Aure	Est Cotentin, 2D	75 m
Douve / Taute	Est Cotentin, 2D	75 m
Orne	Calvados, 2D	75 m
Dives	Normand, 2D	400 m
Seine	Normand, 2D	400 m

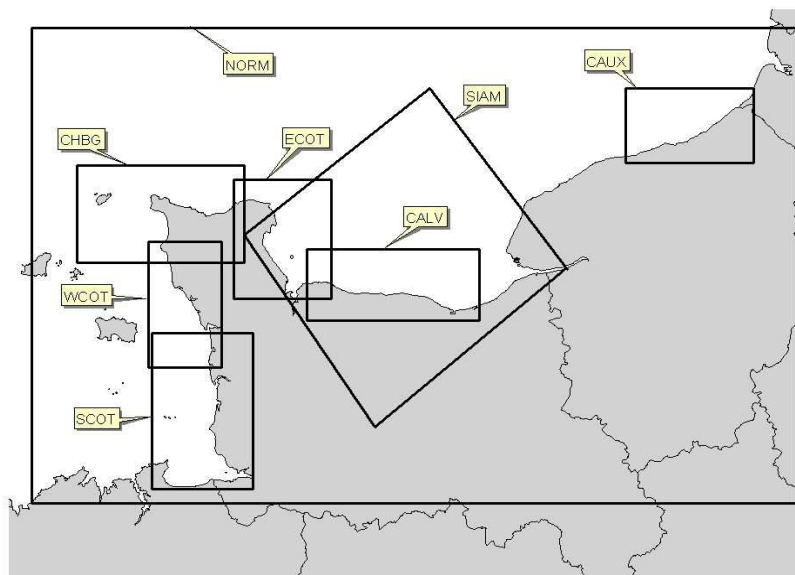


Figure 6 : Emprise des modèles hydrodynamiques utilisés.

(NORM : Normand ; SCOT : Sud Cotentin ; WCOT : Ouest Cotentin ; ECOT : Est Cotentin ; CALV : Calvados).

Les conditions de simulations ont été les suivantes (quel que soit le modèle utilisé) :

- début de la simulation à pleine mer,
- marée théorique de coefficient moyen et constant (coeff 75),
- vent nul,
- rejet continu, sans unité, de valeur $Rej = 1$, situé à l'embouchure du fleuve.

Les simulations ont été réalisées sur 5 jours. La Figure 7 donne comme exemple la modélisation du panache de l'Orne. Les taux de dilution varient entre 10^{-1} et 10^{-20} . La sortie des premiers résultats, avec un pas de temps fixé à 3 heures, permet d'observer le comportement et l'orientation du panache au cours du premier cycle de marée.

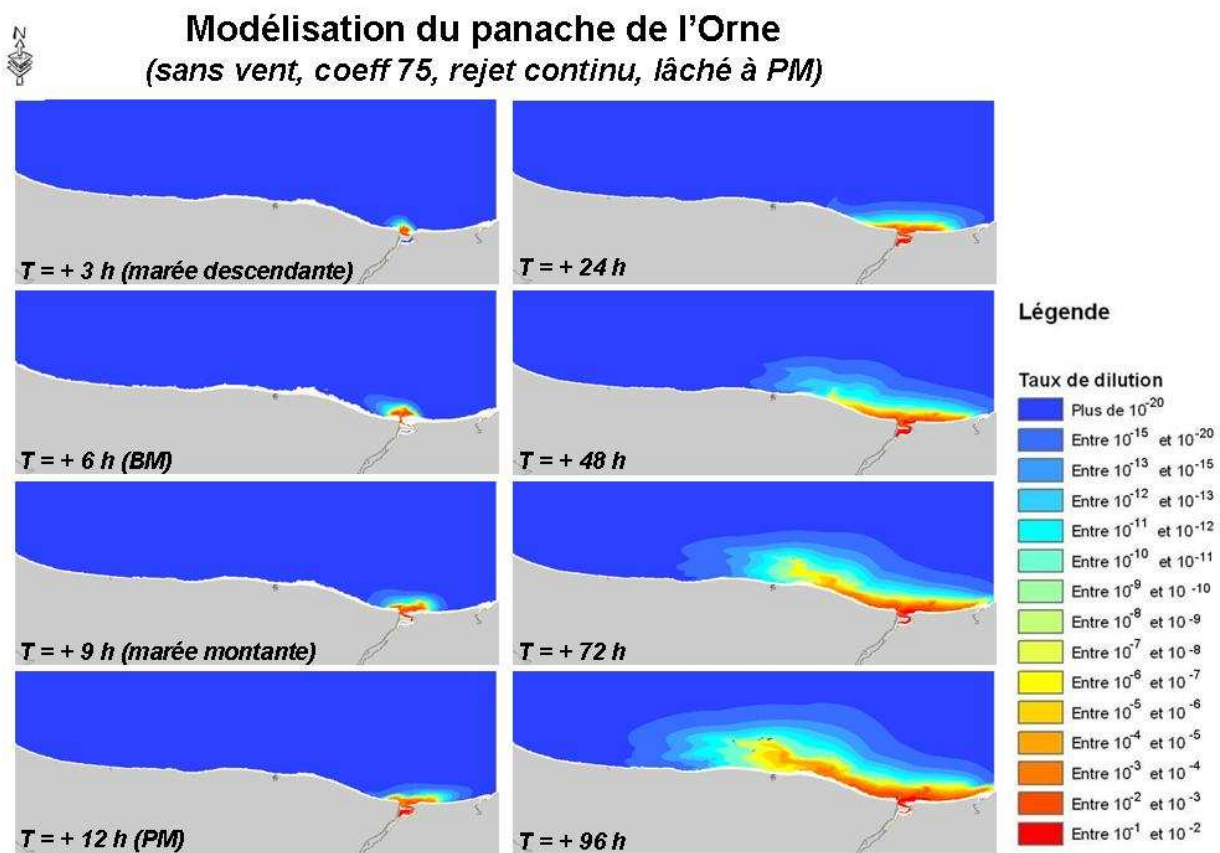


Figure 7 : Modélisation du panache de l'Orne.

5. Qualité de la masse d'eau

L'évaluation du niveau trophique et de la qualité des eaux littorales normandes repose sur 4 indicateurs, définis dans le cadre de la DCE. L'indice d'abondance, l'indice de composition et le percentile 90 de la chlorophylle concernent directement le phytoplancton. L'oxygène dissous, indicateur physique de l'état d'eutrophisation d'une masse d'eau, vient en complément. La DCE a établi une grille d'évaluation de la qualité des eaux littorales qui repose sur ces 4 indicateurs (dont les 2 premiers ont été définis par le RHLN) et distingue 5 classes de qualité (Tableau 4).

Tableau 4 : Grille des indicateurs trophiques DCE (en vigueur fin 2007).

Indicateur	Métrique	Unité	Très bon état	Bon état	Etat moyen	Etat médiocre	Etat mauvais
Chlorophylle sub-surface	Percentile 90	µg.L ⁻¹	de 0 à 5	de 5 à 10	de 10 à 20	de 20 à 40	> à 40
Oxygène dissous au fond	Percentile 10	mg.L ⁻¹	> à 5	de 3 à 5	de 2 à 3	de 1 à 2	> à 1
Indice d'abondance	Nombre de blooms avec dépassement du seuil de 100 000 cellules.L ⁻¹	pourcentage	< à 20 %	de 20 à 40 %	de 40 à 70 %	de 70 à 90 %	> à 90 %
Indice de composition	Nombre de blooms d'espèces nuisibles avec dépassement du seuil de 1 000 000 cellules.L ⁻¹	pourcentage	< à 10 %	de 10 à 18 %	de 18 à 36 %	de 36 à 80 %	ou > à 80 %

Règles de calcul retenues pour la détermination de ces indicateurs :

Durant la phase préparatoire du RHLN 2001-2006, les fréquences de prélèvement ont été calquées sur celles du réseau REPHY, qui impose une augmentation des fréquences lors des blooms. Ainsi, pour être en accord avec la Circulaire DCE du 5 mars 2007, qui préconise un échantillonnage mensuel, nous avons fait le choix de ne retenir parmi l'ensemble des données disponibles que les premières du mois et, de ce fait, de constituer un nouveau jeu de données sur lequel les indicateurs DCE ont été calculés de la façon suivante :

- **Oxygène dissous** : sélection de la première valeur du mois, de juin à septembre, de 2001 à 2006, puis calcul d'un percentile 10 annuel et d'un percentile 10 global sur l'ensemble de la période suivie, et qui représente l'état de référence.
- **Chlorophylle a** : sélection de la première valeur du mois, de mars à octobre, entre 2001 à 2006, puis calcul d'un percentile 90 annuel et d'un percentile 90 global sur l'ensemble de la période suivie, et qui représente l'état de référence.
- **Indice d'abondance** : sélection de la première valeur du mois, de janvier à décembre, puis calcul du nombre de flores dont au moins un des taxons présente une concentration cellulaire dépassant le seuil des 100 000 cellules.L⁻¹. Les classes de taille ne sont pas prises en compte à ce jour car rien n'est encore arrêté à ce sujet par la DCE à la fin 2007.
- **Indice de composition** : sélection de la première valeur du mois, de janvier à décembre, puis calcul du nombre de flores au sein desquelles les taxons *Phaeocystis* et *Pseudo-Nitzschia* uniquement (car nous ne disposons pas de liste arrêtée par la DCE des espèces toxiques ou nuisibles à la fin 2007) dépassent le seuil des 1 000 000 cellules.L⁻¹.

Pour illustrer l'évolution de chacun de ces indicateurs, une série de 4 graphiques (Figure 8) est proposée pour chaque point de suivi au sein de la masse d'eau étudiée. Ces graphiques permettent d'identifier, année par année, puis globalement sur la période de 2001 à 2006, les classes d'état dans lesquelles se situent les quatre indicateurs.

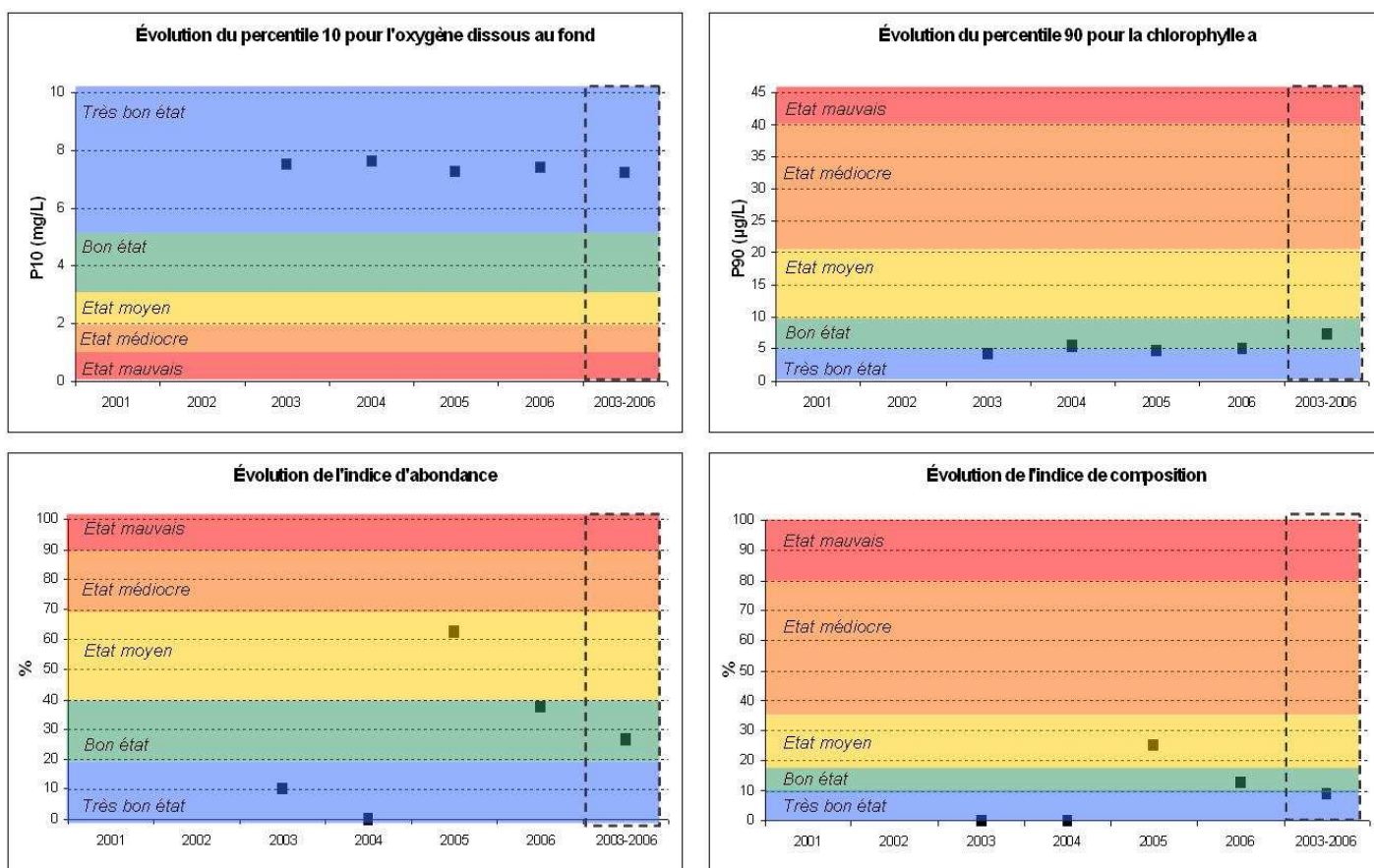


Figure 8 : Évolution des 4 indicateurs DCE au cours de la phase 2001-2006 ; exemple sur le point de St Vaast La Hougue de la masse d'eau HC09.

Le Tableau 5 propose ensuite une synthèse sur la qualité de la masse d'eau. Les premières lignes reprennent pour chaque indicateur et chaque point suivi, la synthèse globale sur la période suivie et la dernière colonne propose un classement final de l'état trophique du point de suivi, l'hypothèse retenue étant de choisir l'indicateur le plus déclassant. La dernière ligne offre une synthèse finale, par indicateur, de la qualité de la masse d'eau. Ainsi pour l'oxygène dissous, par exemple, un percentile 10 est calculé à partir de l'ensemble des données (les données de l'ensemble des points sont réunies) de la masse d'eau. Puis l'état d'eutrophisation final de la masse d'eau est indiqué dans la dernière colonne, en retenant, là aussi, l'indicateur le plus déclassant.

Tableau 5 : Synthèse sur l'état d'eutrophisation d'une masse d'eau.
Exemple de la masse d'eau HC09.

HC09	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2003-2006	Global 2003-2006	Global 2003-2006	Global 2003-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Gougins (2006)	7.47	7.01	25.00	12.50	
La Hougue (2003-2006)	7.21	7.23	26.47	8.82	
Synthèse Masse d'eau	7.12	7.32	26.19	9.52	

A l'avenir... :

- Les autres éléments/indicateurs de la qualité d'une masse d'eau seront, par la suite, rajoutés ; on peut envisager le même type de graphiques pour les indicateurs concernant les invertébrés benthiques, les macroalgues, les angiospermes, les poissons...
- Un tableau de synthèse confrontera alors l'ensemble des indicateurs et statuera sur la qualité globale de la masse d'eau.

6. Périodes productives et images «satellite»

Cette rubrique présente des images «satellite» de type "couleur de l'eau" qui permettent de suivre l'évolution dans le temps de la période productive du phytoplancton au sein des masses d'eau (Figure 9).

Les images «satellite» utilisées sont produites par le capteur SeaWiFS (Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor) embarqué à bord du satellite SeaStar, lancé le 1^{er} août 1997 par la NASA et positionné sur une orbite héliosynchrone à 700 km d'altitude. Ce capteur SeaWiFS est prévu pour fournir des données "couleur de l'eau" des océans mondiaux en utilisant 8 bandes spectrales différentes dont les longueurs d'ondes s'étendent de 400 à 885 nm. Sa résolution est de 1.1 km pour une largeur fauchée de 2800 km.

Les données brutes sont traitées au moyen d'un algorithme empirique développé au laboratoire DYNECO/EP de l'Ifremer Brest par F. Gohin et al. (2001 et 2003), et adapté aux eaux côtières. L'outil perd en performance dans les zones très côtières et surtout fortement turbides, le signal chlorophyllien pouvant être perturbé par les matières en suspension ainsi que par les aérosols. Les calages/adaptations réalisés localement permettent néanmoins d'obtenir une bonne évaluation des biomasses chlorophylliennes sur l'ensemble du littoral normand, et ainsi d'observer la répartition spatiale des blooms phytoplanctoniques (à la condition qu'il n'y ait pas de couverture nuageuse).

Pour ce faire, toutes les données acquises et interprétables ont été moyennées par période de 15 jours (26 quinzaines au total sur une année) depuis 1997. A chaque pixel est donc attribuée la valeur moyenne des concentrations en chlorophylle obtenues lors des 15 journées de chaque quinzaine, et ce entre 1997 et 2006.

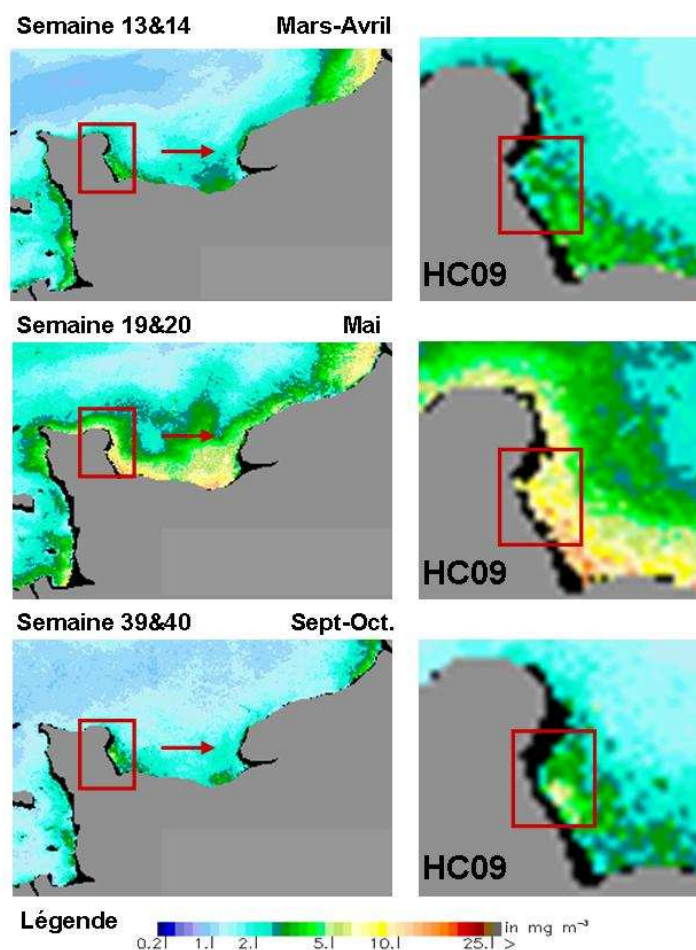


Figure 9 : Évolution des biomasses chlorophylliennes moyennées par quinzaine entre 1997 et 2006. Exemple de la masse d'eau HC09.

L'intégration de ces images "satellite" dans un Système d'Information Géographique a permis d'extraire la valeur de chacun des pixels constituant ces images (sur toutes les quinzaines) par masse d'eau et ainsi de calculer un percentile 90 moyen de la chlorophylle *a* par masse d'eau, qui peut être comparé au percentile 90 calculé à partir des mesures *in situ* (Tableau 6).

Tableau 6 : Comparaison entre les percentiles 90 "satellite" et "*in situ*". Exemple pour la masse d'eau HC10.

	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m ⁻³)	Percentile 90 In situ. 2001/2006 (µg.L ⁻¹)		Moy
		1ère mesure de Mars à Oct		
HC10	6.85	Grandcamp	9.85	7.65
		Utah	7.76	
		St Germain	5.35	

A noter :

- le percentile 90 "satellite" est calculé à partir de données moyennées par quinzaine entre 1997 et 2006, ce qui a tendance à minimiser les maxima, et donc les percentiles 90.

- le percentile 90 "in situ" est calculé sur une période qui s'étend, au mieux, entre 2001 et 2006 et à partir des valeurs obtenues entre les mois de mars et d'octobre, i.e. durant la période productive, ce qui maximise les percentiles.
- Enfin, quand il existe plusieurs points de suivi dans une même masse d'eau, la dernière colonne du tableau ci-avant donne la moyenne des différentes valeurs des percentiles 90 obtenus sur chacun des points, et non pas le percentile 90 global déterminé à partir de l'ensemble des données disponibles comme le fait le tableau 4 pages (et qui est la valeur à utiliser dans la grille d'indicateurs).

7. Peuplements phytoplanctoniques

Cette rubrique étudie la composition des peuplements microphytoplanctoniques (20 à 200 µm) se développant au sein des masses d'eau normandes (Tableau 7).

Méthodologie : sur l'ensemble des échantillonnages réalisés, ne sont retenus que ceux qui présentent un ou plusieurs taxons dont l'abondance dépasse l'un ou l'autre seuil DCE (100 000 ou 1 000 000 de cellules.L⁻¹). Sur les échantillonnages ainsi retenus, les occurrences des taxons présentant ces dépassements de seuils sont déterminées (en %).

Exemple : Pour le point CHAUSEY

Point	Date	Taxon	Valeur
Chausey	22/05/2001	PHAE	860 000
Chausey	28/05/2001	PHAE	920 000
Chausey	09/04/2003	PHAE	1 170 000
Chausey	27/04/2006	PHAE	5 033 100
Chausey	27/04/2006	PSNZ	309 900
Chausey	04/05/2006	PSNZ	1 850 300
Chausey	23/05/2002	RHIZDEL	1 128 900
Chausey	06/08/2003	RHIZDEL	111 000
Chausey	18/07/2002	RHIZFRA	2 300 000
Chausey	19/06/2003	RHIZFRA	2 070 000
Chausey	03/07/2006	RHIZFRA	545 000
Chausey	03/04/2002	SKELCOS	560 000
Chausey	04/07/2003	SKELCOS	168 600
Nbre			13

PHAE : *Phaeocystis* ; PSNZ : *Pseudo-Nitzschia* ; RHIZDEL : *Rhizosolenia delicatula* ;
RHIZFRA : *Rhizosolenia fragilissima* ; SKELCOS : *Skeletonema costatum*.

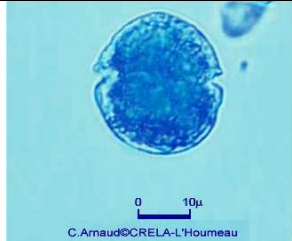
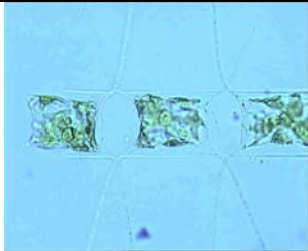
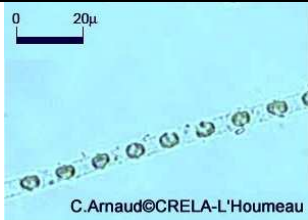


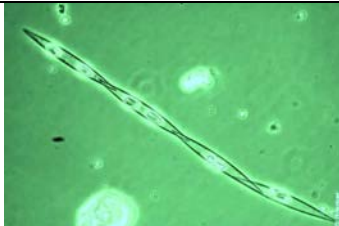
Seuil > 100 000 cellules.L⁻¹ : PHAE : 31% ; RHIZFRA : 23% et 15% pour chaque taxon PSNZ, RHIZDEL et SKELCOS.

Seuil > 1 000 000 cellules.L⁻¹ : PHAE : 33% ; RHIZFRA : 33% et 17% pour chaque taxon PSNZ et RHIZDEL.

Dans l'exemple donné ci-dessus, les pourcentages annoncés signifient que, sur le nombre total de prélèvements pour lesquels des dépassements de seuils ont été enregistrés, *Phaeocystis sp.* en a été à l'origine dans 31 et 33% des cas.



Tableau 7 : Principaux taxons phytoplanctoniques étudiés

Abréviaton Taxon	Libellé Taxon	Illustration
CLCRYPT	Cryptophycées	
DINOS	Dinoflagellés	 <p data-bbox="1109 548 1380 582">genre <i>Gymnodinium</i></p>
CHAE	<i>Chaetoceros</i>	 <p data-bbox="1141 846 1350 880"><i>Chaetoceros.sp</i></p>
SKELCOS	<i>Skeletonema costatum</i>	 <p data-bbox="1157 1079 1396 1104">C.Amaud@CRELA-L'Houmeau</p>
RHIZDEL	<i>Rhizosolenia delicatula</i>	 <p data-bbox="1276 1122 1380 1137">C.Amaud@CRELA-L'Houmeau</p>
RHIZFRA	<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	
THAL	<i>Thalassiosira</i>	 <p data-bbox="1117 1675 1380 1709"><i>Thalassiosira rotula</i></p>
PHAE	<i>Phaeocystis</i>	
PSNZ	<i>Pseudo-Nitzschia</i>	 <p data-bbox="1109 2011 1382 2045"><i>Pseudo-Nitzschia sp</i></p>

Sur certains des points suivis (Donville, Jobourg, Barneville, Géfosse/Grandcamp, Cabourg et Antifer) des flores totales ont été réalisées depuis 2001. Toutes les cellules du microphytoplancton (cellules > 20 µm) ont été identifiées et dénombrées, ce qui permet de déterminer l'abondance réelle des principaux taxons et leur évolution au cours de l'année. Ainsi, la Figure 10 retrace l'évolution de l'abondance (en %) de 6 taxons avec en abscisse les mois de l'année (de 1 à 12) et en ordonnée les années (de 2002 à 2006).

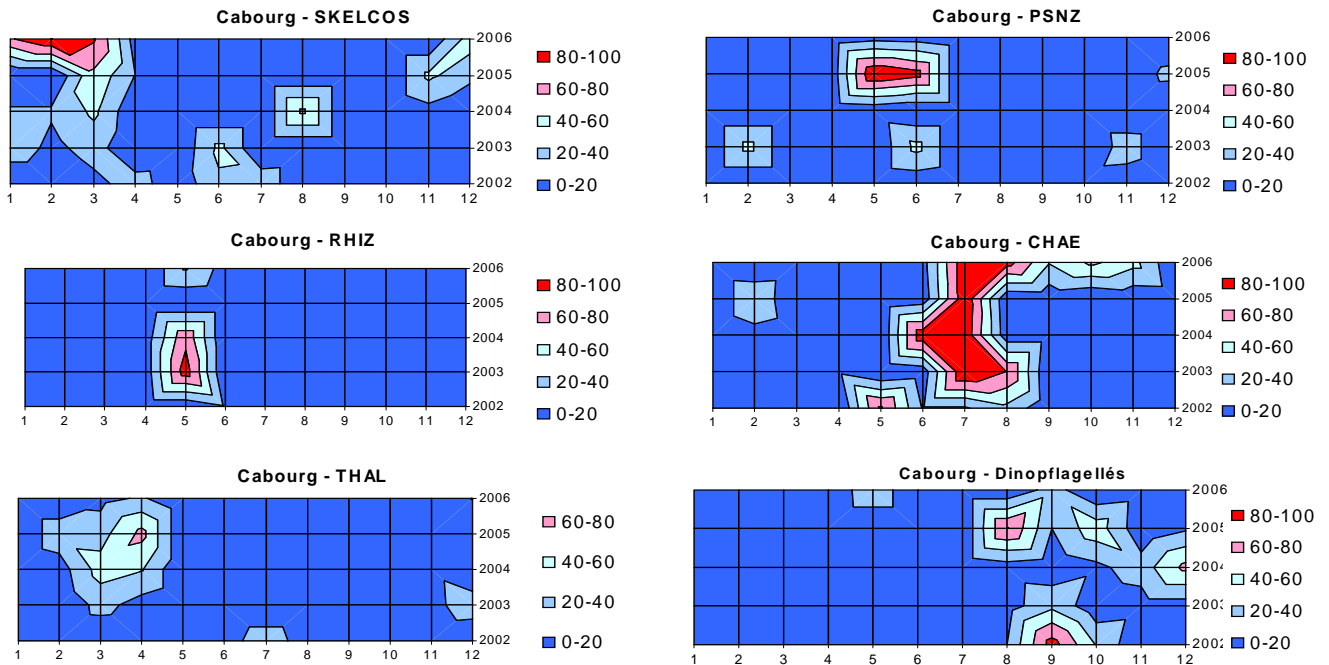


Figure 10 : Évolution de l'abondance des principaux taxons. Exemple de Cabourg.

Sur l'exemple de Cabourg, on observe au début de l'année 2006 une forte abondance de SKELCOS (*Skeletonema costatum*) qui représente entre 80 et 100 % de l'ensemble des espèces identifiées.

8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques

Cette rubrique présente l'évolution des principaux paramètres hydrologiques sur chacun des points de suivi. La représentation graphique utilisée dépend de la durée de suivi de chacun des points. Pour un point dont la durée de suivi est ≤ 3 ans, la représentation des cycles biogéochimiques des sels nutritifs (nitrate/nitrite, silicate, phosphate et ammonium) et des paramètres annexes (température, salinité, oxygène dissous et chlorophylle *a*) est réalisée sous forme de courbes (Figure 11). Dans le cas où nous disposons d'un suivi de plus de trois ans, la représentation est réalisée sous forme de boîtes à moustaches (Figure 12). Ces boîtes retracent l'évolution mensuelle de la distribution des données obtenues entre 2001 et 2005. Les points en rouge représentent, quant à eux, la moyenne mensuelle obtenue en 2006.

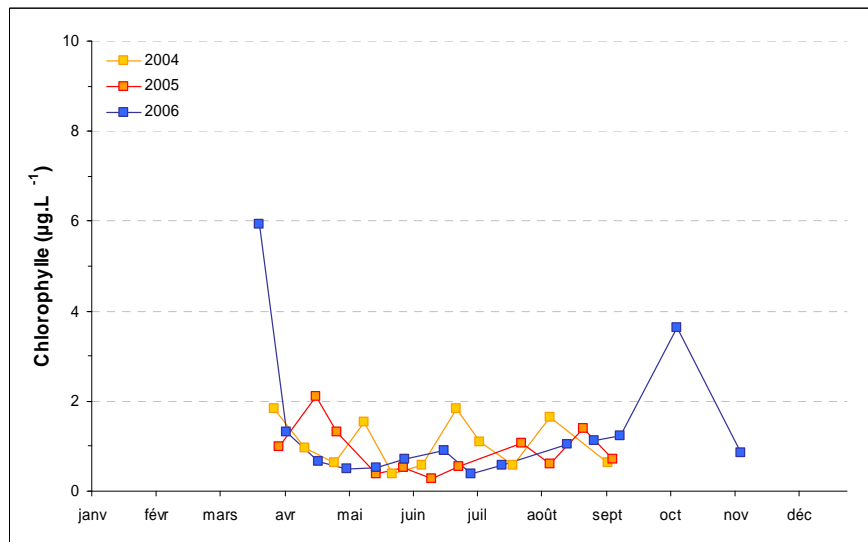


Figure 11 : Représentation de type "courbes" : exemple de la chlorophylle a (en $\mu\text{g.L}^{-1}$) au point Agon (HC03).

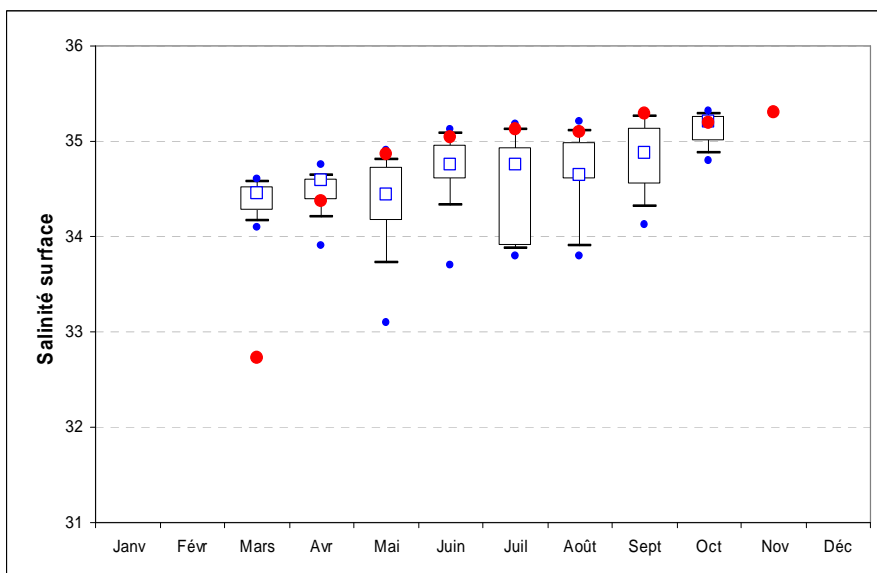
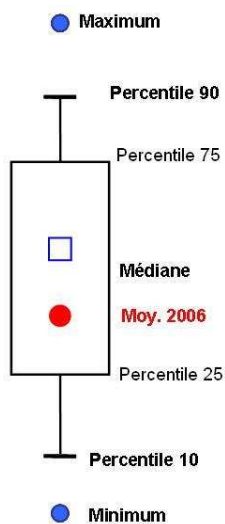


Figure 12 : Représentation de type "boîtes à moustaches" : exemple de la salinité au point Agon (HC03).



9. Réflexion sur les sels limitants

Les rapports de sels nutritifs Si/N ou N/P sont calculés afin d'aborder la notion de limitation potentielle de la production de biomasse par les nutriments³. En effet, selon Redfield & *al.* (1963), la composition élémentaire du phytoplancton en carbone : azote : silice : phosphore (C : N : Si : P) est proche de 106 : 16 : 16 : 1.

Le rapport N/P dans le phytoplancton serait donc égal à 16, et le rapport Si/N serait égal à 1. Il est généralement accepté que le rapport molaire entre le nitrogène et le phosphore inorganiques dissous (DIN/P) dans l'eau de mer est approximativement le même que dans le phytoplancton, ce qui permet alors une croissance « optimale » du phytoplancton. Si le rapport DIN/P est inférieur à 16, l'azote est alors potentiellement en carence dans le milieu, et la croissance du phytoplancton peut alors être limitée. Inversement, si le rapport DIN/P est supérieur à 16, le phosphore est alors potentiellement limitant pour la croissance du phytoplancton. Cette approche n'exclut cependant pas que d'autres facteurs (par ex. le broutage, les virus, la mixotrophie...) peuvent avoir un impact non négligeable sur la biogéochimie de ces éléments et le devenir des peuplements phytoplanctoniques, facteurs qui ne sont pas étudiés dans le cadre du RHLN à ce jour.

L'évolution des rapports DIN/P et Si/DIN est présentée, pour chaque point de suivi, sous forme de boîtes à moustaches (Figure 13) pour une durée de suivi strictement supérieure à 3 ans et sous forme de courbes pour une durée inférieure ou égale à 3 ans. Les valeurs seuils (16 ou 1) sont symbolisées par une droite qui permet de signaler la limitation potentielle par tel ou tel sel nutritif.

³ L'azote N est parfois également représenté par le sigle DIN pour Dissolved Inorganic Nitrogen

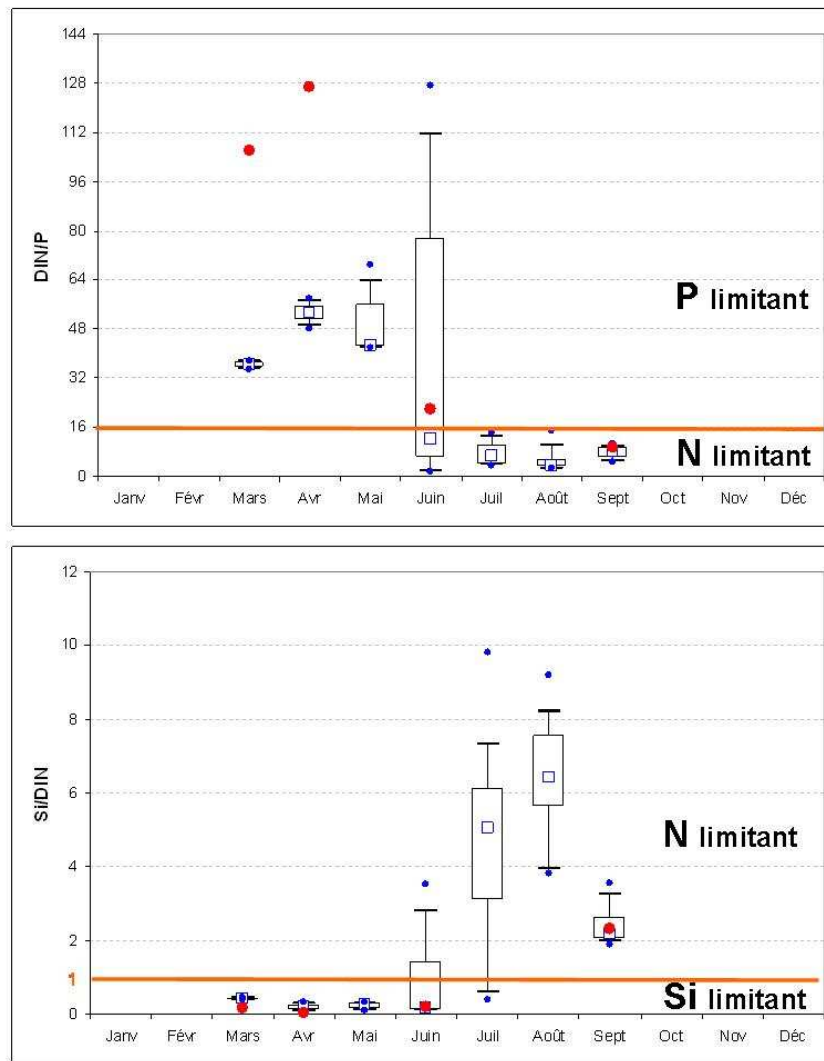


Figure 13 : Etude des rapports de sels nutritifs sur le point de Port-en-Bessin.

Partie II

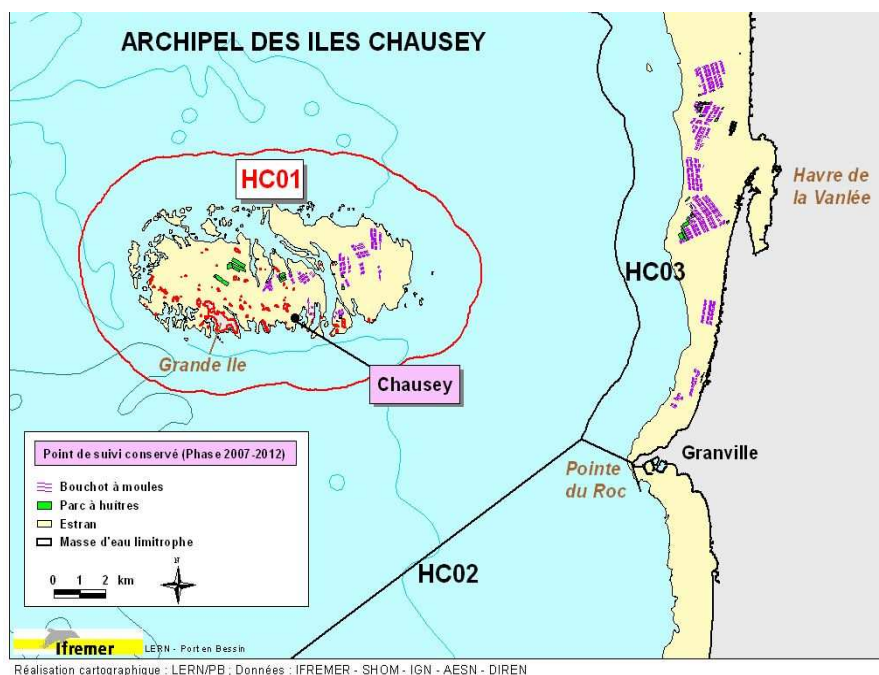
Fiches de suivi de la qualité trophique des masses d'eau du littoral normand

Masse d'eau HC01

Archipel des îles de Chausey

1. Localisation de la zone

Située à neuf milles à l'Ouest-Nord-Ouest de Granville et à une quinzaine de milles au Nord-Nord-Est de Saint-Malo, la masse d'eau HC01 correspond à l'archipel des îles de Chausey.



N° de masse d'eau : HC01
Genre : masse d'eau côtière
Type : Ct 17
Classement 2004 : non RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Chausey	Surveillance	48° 52.7100' N	001° 46.0800' W	200 1 - en cours

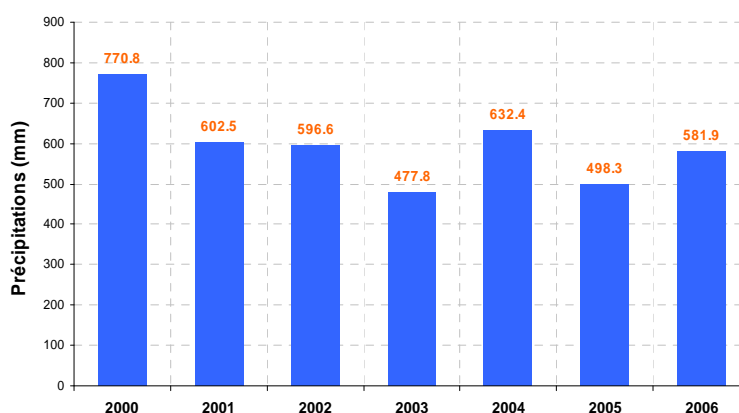
2. Caractéristiques physiques de la zone

Surface : 106 km² (dont 76 km² en zone intertidale, soit 72 % de la superficie totale)

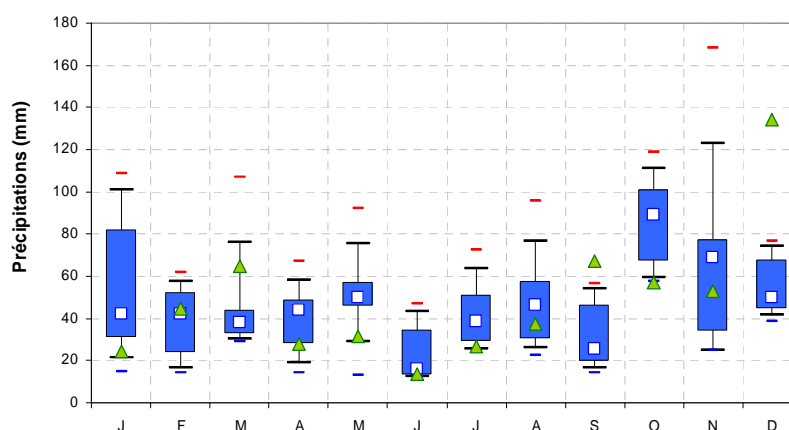
Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	5.20	11.05	13.95	Iles Chausey

Précipitations : Les précipitations enregistrées à Granville en 2006 sont caractéristiques d'une année sèche. Néanmoins, celles enregistrées aux mois de septembre et décembre dépassent largement les maxima de la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Granville



Évolution mensuelle des précipitations à Granville



Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

Caractéristiques des principaux bassins versants et des fleuves côtiers : masse d'eau « du large », ne comprenant qu'un archipel constitué d'îlots dont les surfaces sont très réduites. Les bassins versants sont par conséquent quasi inexistant, et aucun fleuve ne se jette dans cette masse d'eau.

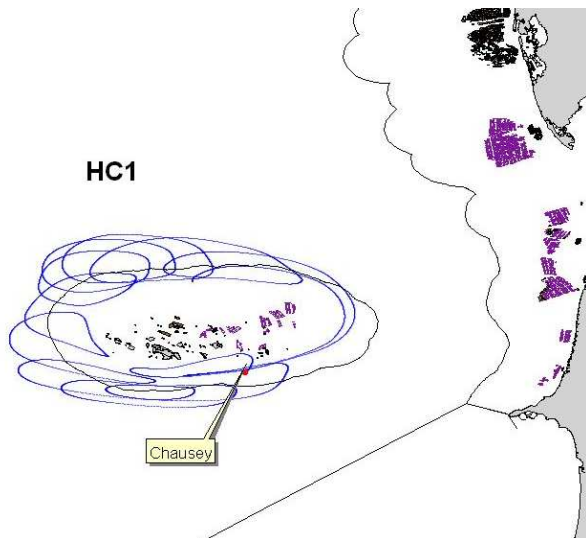
3. Activités et usages sur la zone

Conchyliculture : L'archipel est une zone d'élevage importante de bivalves (moules, huîtres et palourdes). Le stock de moules en élevage en juillet 2006 s'élevait à environ 3500 tonnes soit 15 % de la biomasse de moules en élevage en Basse-Normandie.

A compléter à l'avenir...

4. Courantologie

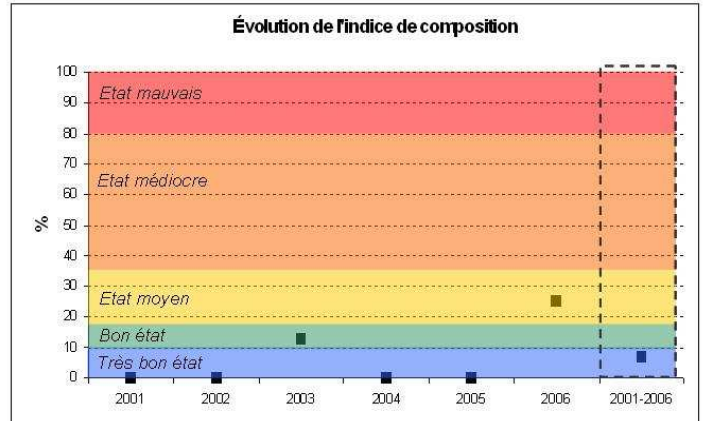
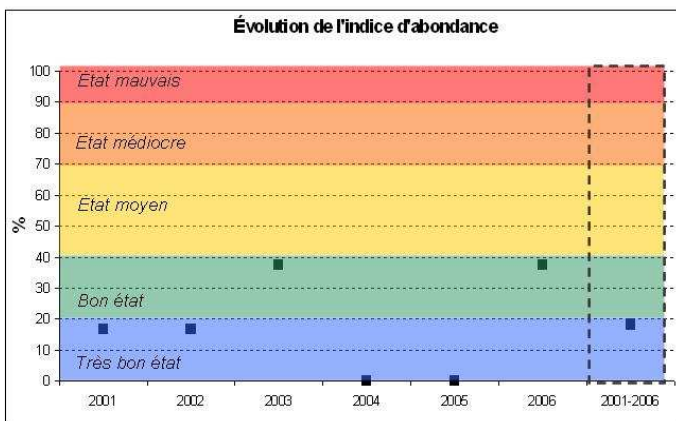
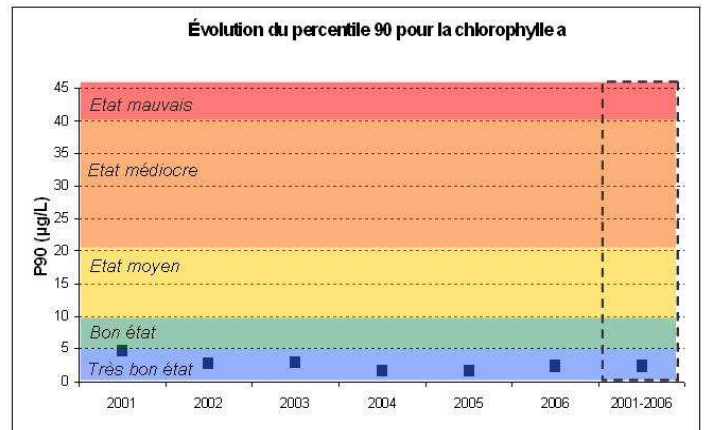
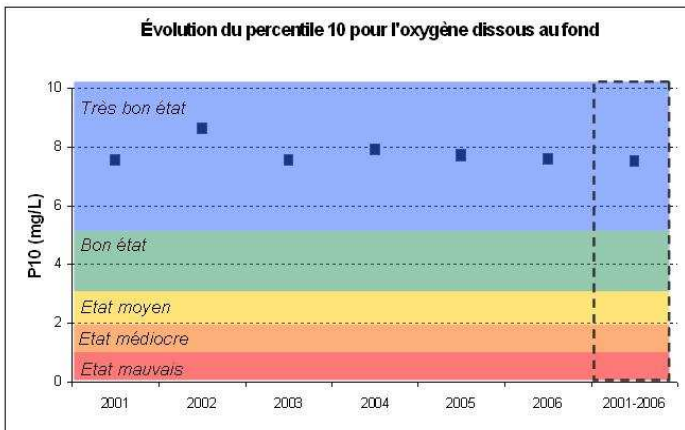
A 1 mille au Nord et au Sud des îles de Chausey, le courant de flot porte à l'Est et celui du jusant porte à l'Ouest ; les vitesses maximales atteignent 2,5 à 3 nœuds en marée de vives eaux.



Les trajectoires des particules (figure ci-contre) démontrent le caractère relativement confiné de cette masse d'eau en décrivant une trajectoire ovale autour de l'archipel (au moins pendant les premiers cycles de marée), s'étalant sur une dizaine de milles dans le sens Ouest/Est, et sur 5 milles environ du Nord au Sud.

5. Qualité de la masse d'eau

5.1. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton"



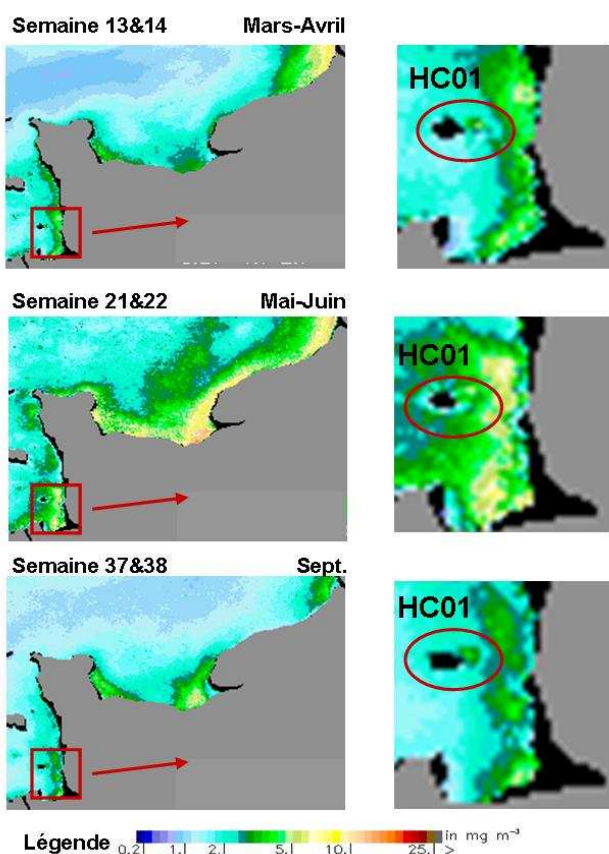
En 2006, 25 % des blooms d'espèces nuisibles (*Phaeocystis* et *Pseudo-Nitzschia*) ont dépassé le seuil des 1 000 000 de cellules/L, ce qui a ponctuellement induit une qualité moyenne sur le point Chausey. Cependant, au regard de l'ensemble des indicateurs DCE "Phytoplancton", cette masse d'eau est de « très bonne qualité » sur la période de 2001-2006 (Cf. ci-après).

5.2. Synthèse des Indicateurs DCE "Phytoplancton" sur la masse d'eau HC01

HC01	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Chausey (2001-2006)	7.49	2.28	18.18	6.82	
Synthèse Masse d'eau	7.49	2.28	18.18	6.82	

6. Périodes productives et images «satellite»

La période productive débute fin mars/début avril. Les maxima sont atteints entre la fin mai et début juin avec des teneurs de l'ordre de 4mg de chlorophylle a par m³. Un léger bloom automnal semble s'établir ensuite au Nord-Est de l'archipel au cours du mois de septembre.



L'analyse des données «satellite» a permis de déterminer un percentile 90 moyen sur la masse d'eau HC01 de 2,11 mg.m⁻³ de chlorophylle a. Il reste du même ordre de grandeur que celui calculé sur le point Chausey et confirme le très bon état de la qualité de cette masse d'eau du point de vue de cet indicateur.

HC01	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m ⁻³)	Percentile 90 In situ. 2001/2006 (µg.L ⁻¹) 1ère mesure de Mars à Oct
		2.11

Données produites par la NASA sur la période de 1997/2006 et traitées au moyen de l'algorithme OC5 Ifremer Dynéco/F.Gohin

7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE)

Sur les 81 flores partielles réalisées entre 2001 et 2006 ayant présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE, les répartitions taxonomiques ont été les suivantes :

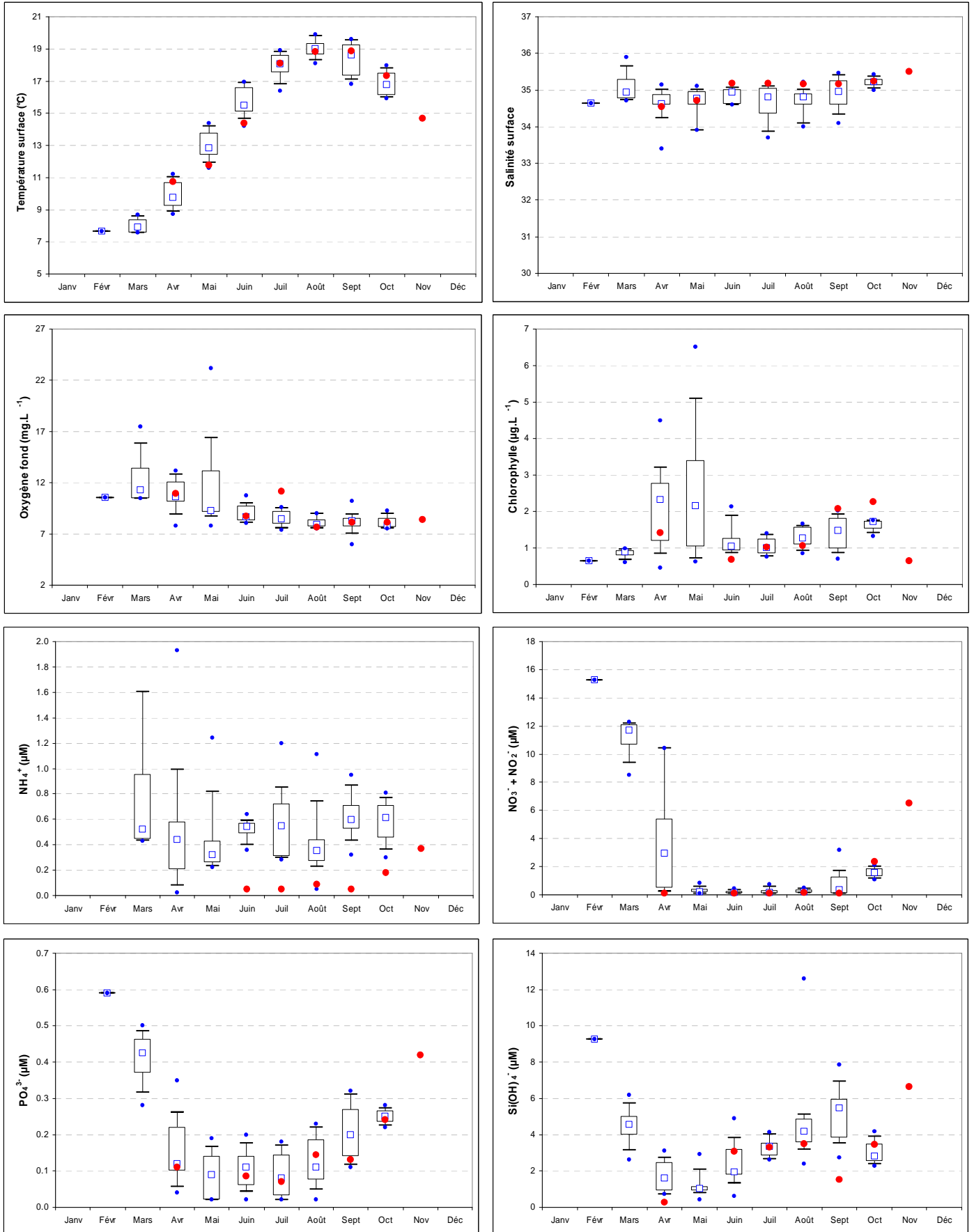
Seuil > 100 000 cellules/L : PHAE : 31% ; RHIZFRA (*Rhizosolenia fragilissima*) : 23% et 15% pour les taxons PSNZ, RHIZDEL et SKELCOS.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : PHAE : 33% ; RHIZFRA : 33% et 17% pour les taxons PSNZ et RHIZDEL.

Commentaire : Milieu essentiellement dominé par des diatomées.



8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques : Chausey (2001-2006)

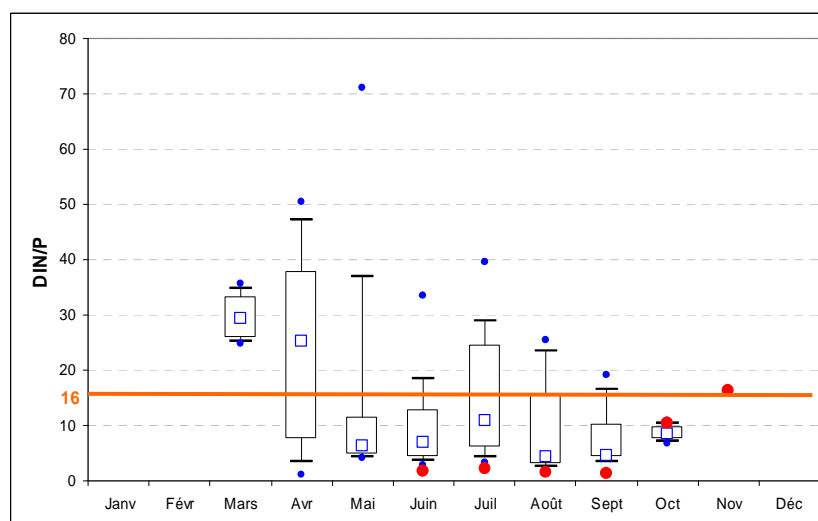


Le premier bloom phytoplanctonique à Chausey est relevé, avec plus ou moins d'intensité suivant les années, à partir du mois d'avril. Le pic maximal de biomasse est généralement atteint en mai avec des concentrations de l'ordre de 5 à 7 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Le bloom automnal de 2006 est supérieur à ceux des années précédentes. Il dépasse légèrement les 2 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

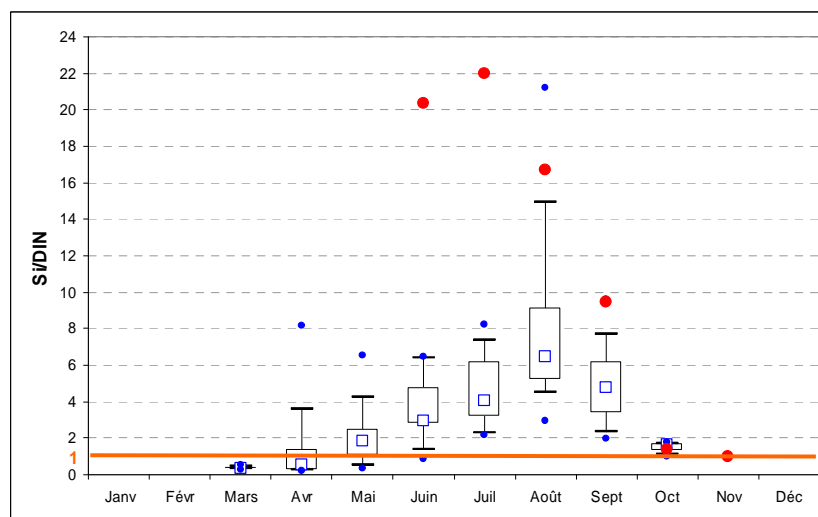
Sur cette masse d'eau très peu influencée par les apports terrigènes, et qui ne connaît que de très faibles dessalures, les stocks hivernaux en sels nutritifs sont de l'ordre de 15 μM de nitrate/nitrite, 10 μM de silicate, inférieurs à 1 μM de phosphate, et de l'ordre de 1 μM d'ammonium, ce qui est peu par rapport aux autres masses d'eau suivies dans le cadre du RHLN.

9. Réflexion sur les sels limitants : Chausey (2001-2006)

L'examen de la distribution du rapport molaire N/P montre que la valeur seuil de 16 (selon Redfield *et al*, 1963) est généralement atteinte dès la fin avril et que les valeurs de ce rapport ne remontent qu'à la fin de l'hiver. Entre les mois de juin et de septembre 2006, l'azote a vraisemblablement été en carence dans le milieu (concentration < 1 μM), ce qui a pu limiter la croissance du phytoplancton.



L'étude du rapport molaire Si/N montre que la valeur seuil de 1 (selon Redfield *et al*, 1963) est dépassée entre mai et octobre, confirmant ainsi la limitation potentielle par l'azote.



10. Conclusion

Globalement, les données acquises depuis 2001 indiquent que la masse d'eau HC01 est peu productive, et, *a priori* sans manifestation de dystrophie. Au regard de l'ensemble des indicateurs "Phytoplancton" sur la période de 2001-2006, l'état écologique de cette masse d'eau peut être qualifié de « très bon », et son classement en « NON RNABE » en 2004 apparaît comme étant justifié.

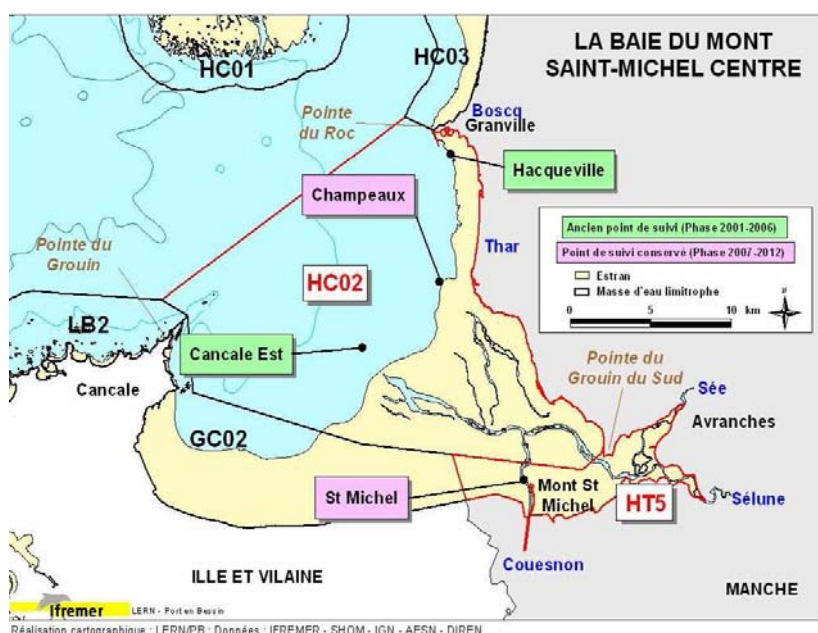
Le point de suivi actuel sera maintenu dans le cadre du plan 2008-2013, et fera l'objet d'un contrôle de surveillance.

Masse d'eau HC02

La Baie du Mont St Michel - Centre

1. Localisation de la zone

La masse d'eau HC02 s'étend de la pointe du Roc dans le Nord, jusqu'au Nord Ouest de la pointe du Grouin (Ille et Vilaine) dans le Sud Ouest et jusqu'à la pointe du Grouin du Sud (Manche) dans l'Est.



N° de masse d'eau : HC02
Genre : masse d'eau côtière
Type : Ct 7
Classement 2004 :
 non RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Cancale Est		48° 42.1478' N	001° 47.6288' W	2006
Champeaux	Surveillance	48° 44.8375' N	001° 35.6690' W	2006 - en cours
Hacqueville		48° 49.2500' N	001° 35.9000' W	2004-2006

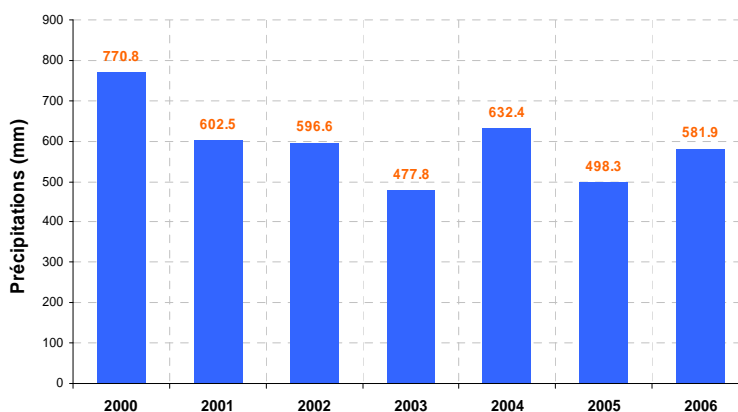
2. Caractéristiques physiques de la zone

Surface : 357 km² (dont 239 km² en zone intertidale, soit 67 % de la superficie totale)

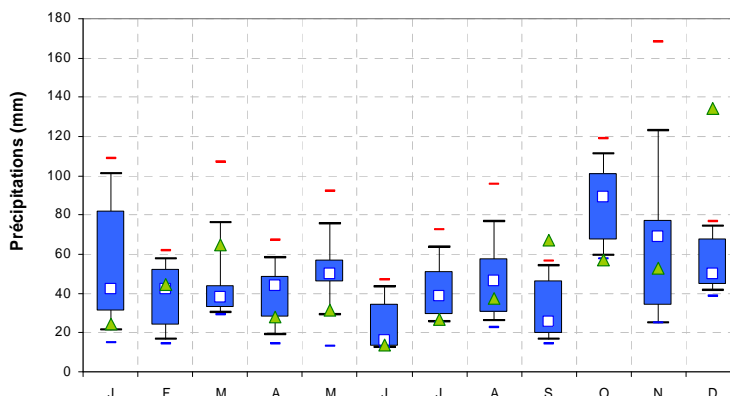
Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	5.25	11.35	14.50	Granville

Précipitations : les précipitations enregistrées à Granville en 2006 caractérisent une année sèche. Néanmoins, celles enregistrées aux mois de septembre et décembre dépassent largement les maxima de la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Granville



Évolution mensuelle des précipitations à Granville



Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

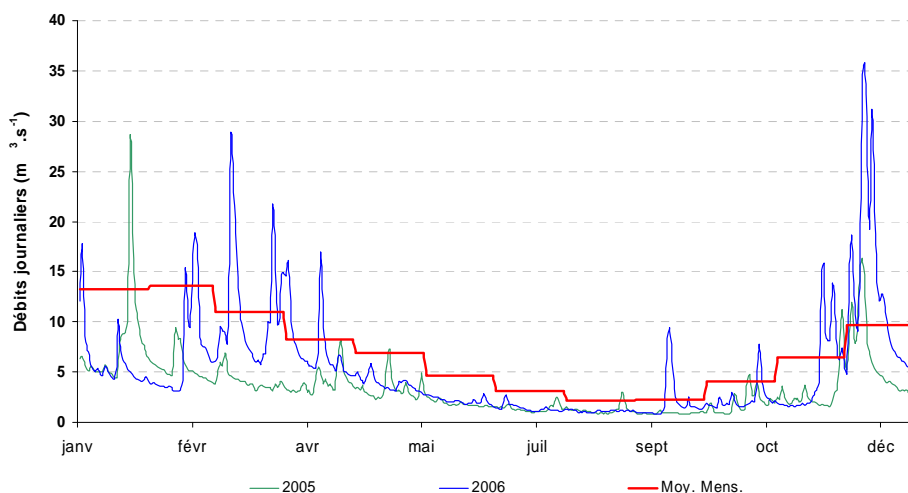
Caractéristiques des principaux bassins versants et de leurs fleuves côtiers :

Cinq fleuves côtiers se jettent dans cette masse d'eau, les trois principaux étant la Sélune, le Couesnon et la Sée. Leurs débits moyens mensuels sont donnés par le tableau ci-dessous.

Nom Station	Période de mesure	Bassin versant (km ²)	Débit mensuel moyen m ³ .s ⁻¹												Débit annuel moyen m ³ .s ⁻¹	Source
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
La Sélune à Ducey	1933-2005	720	19.7	20.3	15.6	11.4	7.6	5.4	3.8	3.0	3.3	5.3	10.2	15.1	10.00	Banque HYDRO
La Sée à Avranches	2000	460	9.8	8.6	6.6	5.4	4.0	3.3	2.7	2.2	2.2	3.2	5.4	8.1	5.12	Fiche DIREN
Le Couesnon à Antrain	1968-2007	710	13.3	13.6	11.0	8.2	6.9	4.6	3.1	2.1	2.2	4.0	6.4	9.7	7.06	Banque HYDRO
Le Thar à Jullouville	1970-2007	72	1.7	1.8	1.4	1.0	0.8	0.5	0.4	0.3	0.3	0.7	1.2	1.7	0.99	Banque HYDRO
Le Boscq à Yquelon	1991-1997	38.6	0.7	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.42	Fiche DIREN

En 2006, le débit du Couesnon a atteint une valeur maximale de $35 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en décembre du fait des très fortes précipitations locales (135 mm sur le mois).

Couesnon / Évolution des débits journaliers

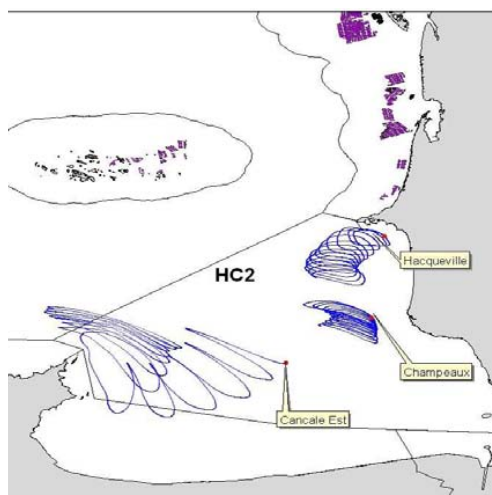


3. Activités et usages sur la zone

A compléter à l'avenir...

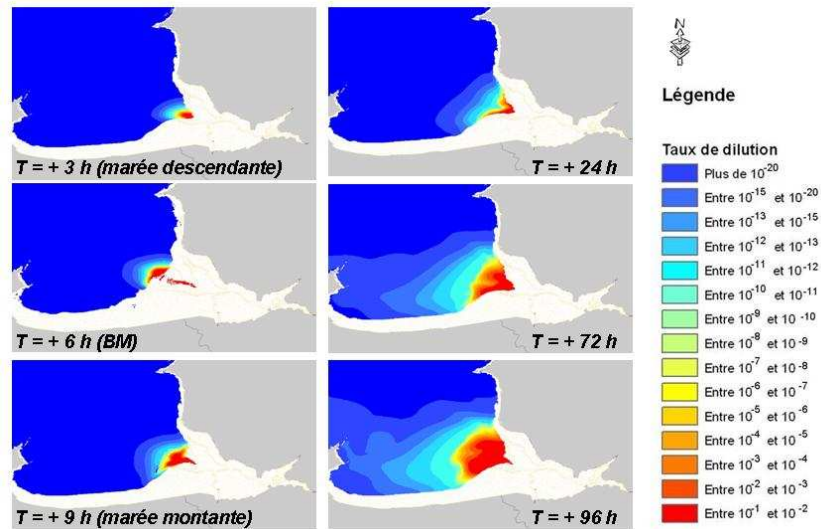
4. Courantologie

Des particules lâchées le long de la partie orientale de la baie du Mont St Michel (Hacqueville et Champeaux) présentent des résiduelles orientées Sud/Sud-Ouest. La résiduelle à partir du point « Cancale Est » est orientée Ouest.



La simulation d'un panache fictif provenant du Couesnon, de la Sélune et de la Sée montre que les apports du fond de la Baie du Mont St-Michel migrent selon une résiduelle lente vers l'Ouest. Cette simulation met également en évidence qu'au bout de 96 h le panache conserve un aspect assez compact, ce qui indique un confinement certain de cette masse d'eau, et ce malgré la très forte amplitude du marnage (fortes excursions de marée, mais faible résiduelle, du moins dans la partie orientale de la baie).

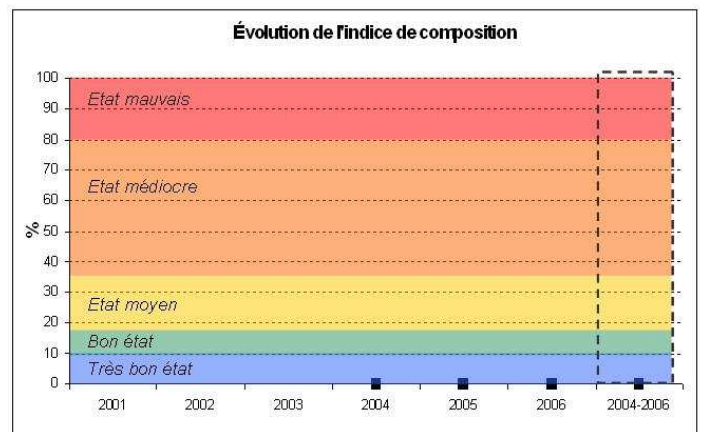
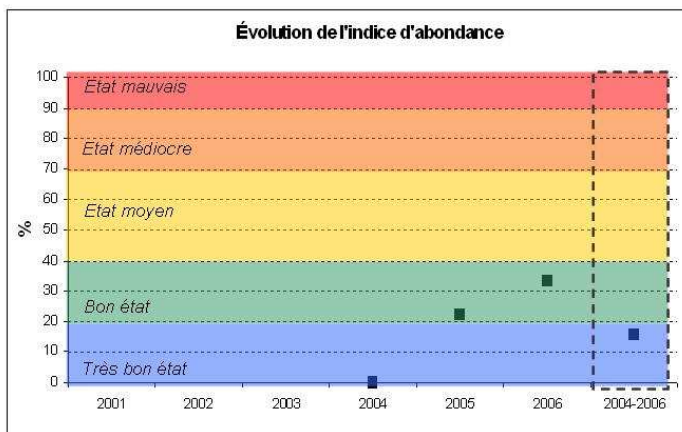
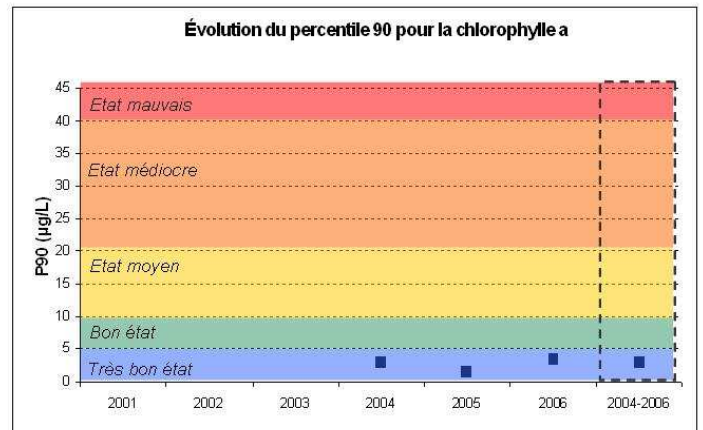
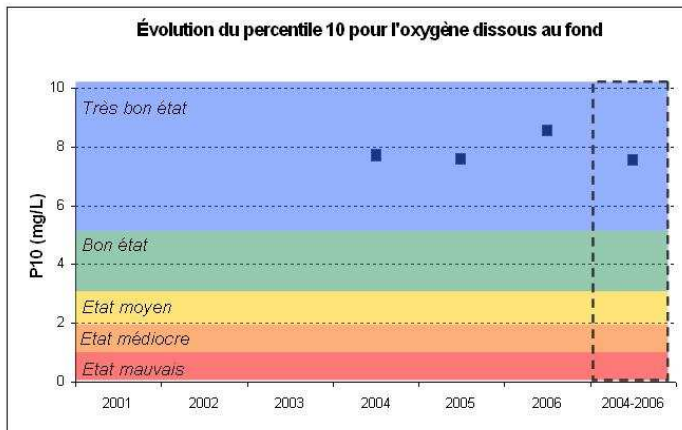
**Modélisation du panache fictif
du Couesnon, de la Sée et de la Sélune
(sans vent, coeff 75, rejet continu, lâché à PM)**



5. Qualité de la masse d'eau

5.1. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton"

5.1.1. Hacqueville

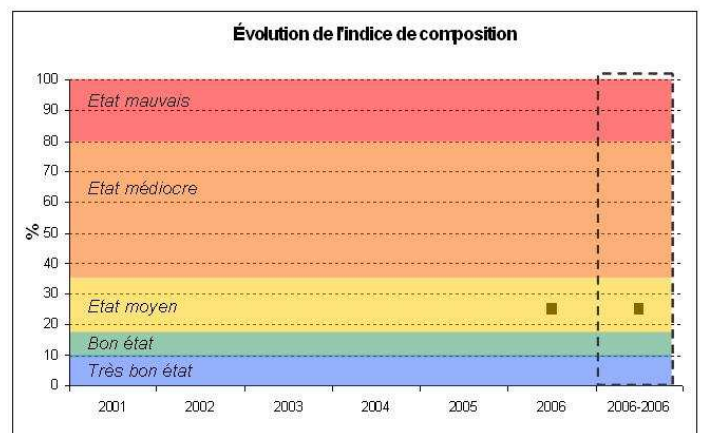
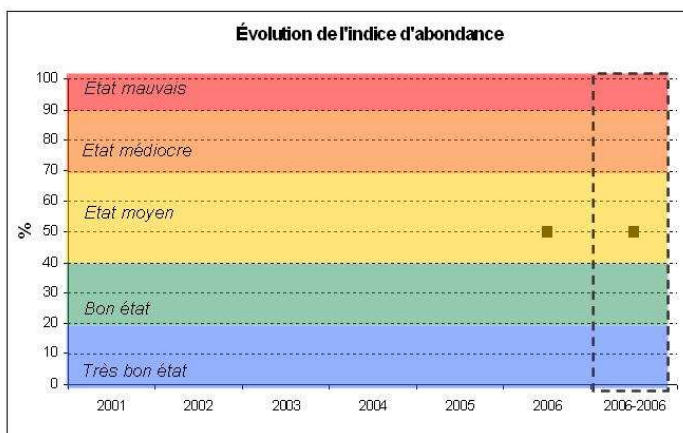
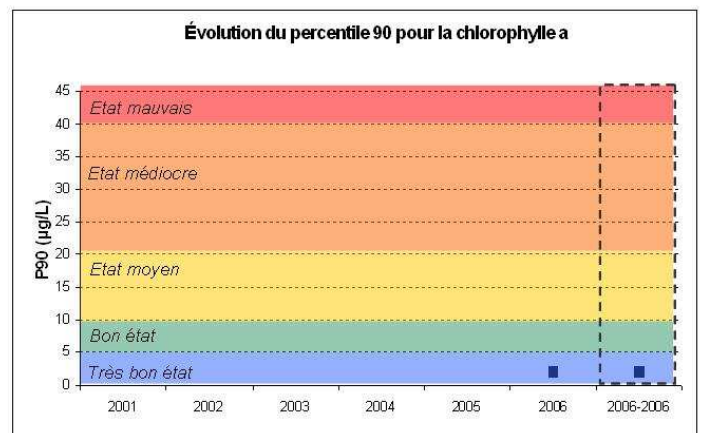
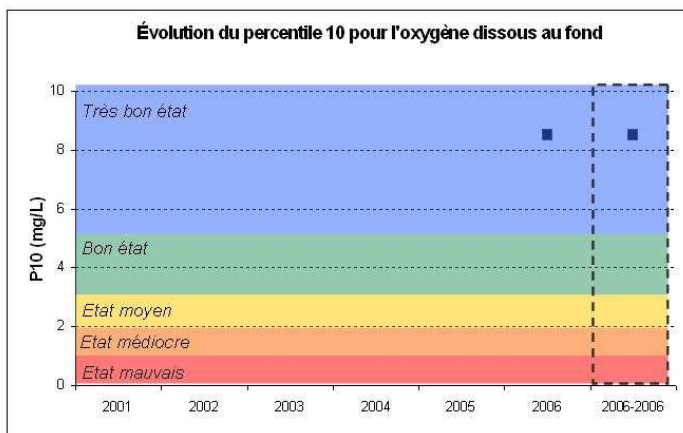


Au regard de l'ensemble des indicateurs "Phytoplancton", la qualité de l'eau au point Hacqueville peut être qualifiée de très bonne sur la période de 2004-2006.

5.1.2. Champeaux

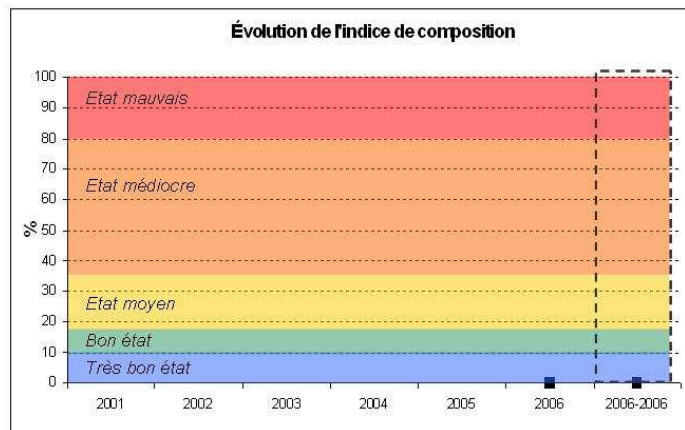
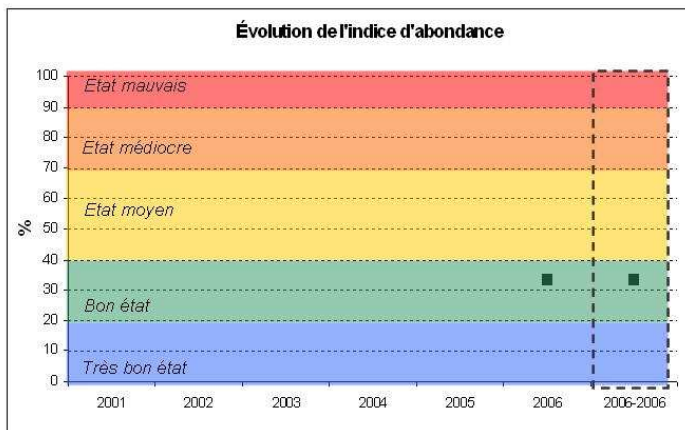
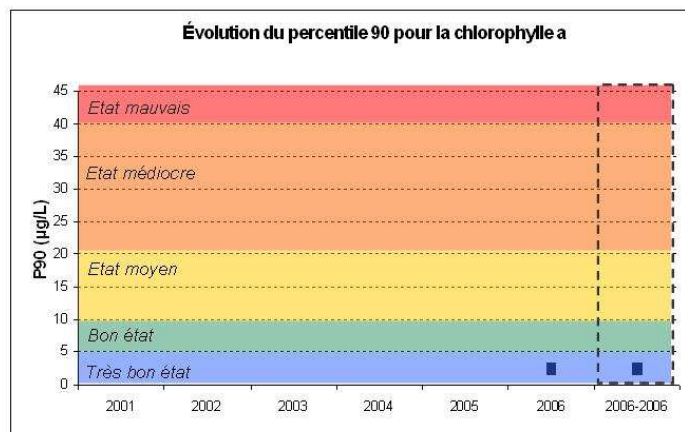
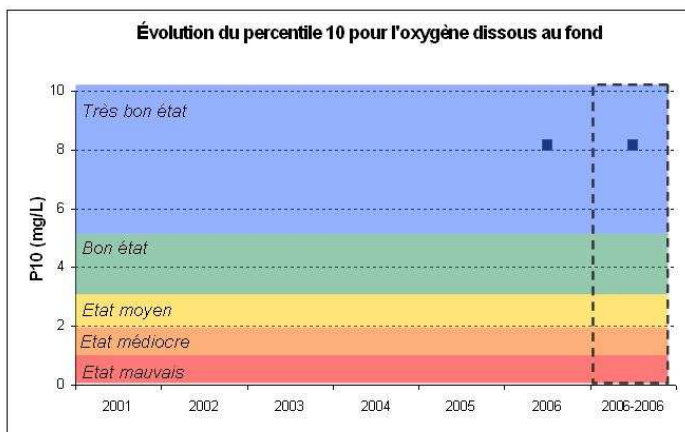
Le calcul des indicateurs "Oxygène" et "Chlorophylle" sur le point Champeaux permettrait de conclure à un très bon état de la masse d'eau. En revanche, en ce qui concerne l'indice d'abondance et l'indice de composition, les seuils ont été dépassés en 2006, unique année de suivi. Ceci conduirait donc à classer en « état moyen » ce secteur.

Les dépassements constatés seraient néanmoins à confirmer sur plusieurs années de suivi avant de pouvoir conclure.



5.1.3. Cancale Est

Comme pour le point Champeaux, le suivi du point Cancale Est n'a débuté qu'en 2006, ce qui ne permet pas de conclure quant à la qualité réelle de la partie la plus occidentale de cette masse d'eau. A tout le moins pouvons nous constater que, pour l'instant, les quatre indicateurs font état d'une « bonne », voire d'une « très bonne » qualité.



5.2. Synthèse des Indicateurs DCE "Phytoplancton" sur la masse d'eau HC02

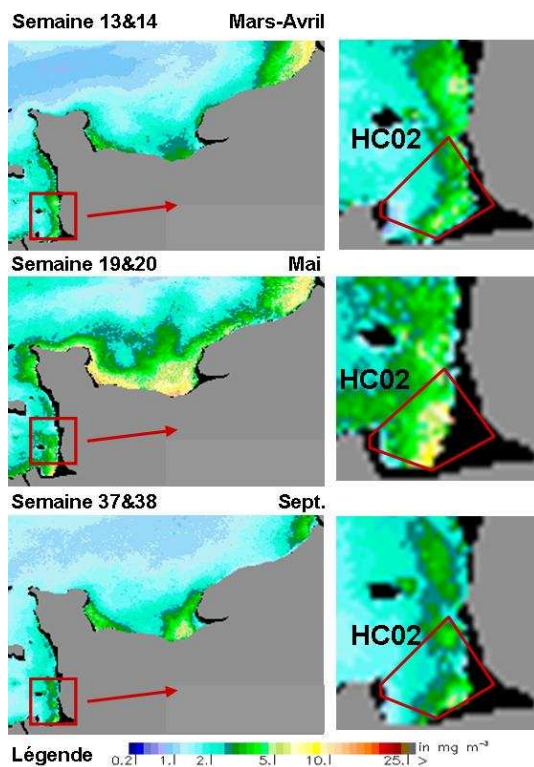
HC02	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2004-2006	Global 2004-2006	Global 2004-2006	Global 2004-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Hacqueville (2004-2006)	7.55	2.87	15.79	0.00	
Champeaux (2006)	8.53	3.13	50.00	25.00	
Cancale est (2006)	8.15	2.36	33.33	0.00	
Synthèse Masse d'eau	7.55	3.13	23.00	3.85	

Les indicateurs les plus déclassants par point sont les indices d'abondance et de composition, sur Champeaux notamment, indicateurs qui ne reposent que sur une année de suivi.

Par contre, si l'on réunit l'ensemble des données acquises sur les trois points et sur l'ensemble de la période 2004-2006, on peut conclure à une « bonne » qualité globale de la masse d'eau HC02.

6. Périodes productives et images «satellite».

La période productive débute entre la fin du mois de mars et le début du mois d'avril. Les maxima sont atteints durant le mois de mai avec des teneurs en chlorophylle a de l'ordre de 5 à 6 mg.m⁻³. Tout comme sur la masse d'eau HC01, un second bloom est observé au cours du mois de septembre.



L'analyse des données «satellite» permet de déterminer un percentile 90 moyen de chlorophylle a sur la masse d'eau HC02 qui s'élève à 2,85 mg.m⁻³.

Ce percentile 90 « satellite » est du même ordre de grandeur que la moyenne des percentiles 90 obtenus sur les trois points par prélèvements et analyses (2,79 µg.L⁻¹), et il confirme le très bon état de la qualité de cette masse d'eau du point de vue de l'indicateur DCE "Chlorophylle a".

	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m ⁻³)	Percentile 90 In situ. 2004/2006 (µg.L ⁻¹)		Moy
		1ère mesure de Mars à Oct		
HC02	2.85	Hacqueville	2.87	2.79
		Champeaux	3.13	
		Cancale est	2.36	

7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE)

7.1. Hacqueville

Distribution partielle des principaux taxons sur les 33 flores (partielles) réalisées entre 2004 et 2006, et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon supérieur aux seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : PHAE et CHAE : 33% ; RHIZFRA et LITHUND (*Lithodesmium undulatum*) : 17%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : les peuplements phytoplanctoniques de ce point, encore influencé par le fond de la baie du Mont Saint Michel et ses apports, présentent des caractéristiques proches des flores des baies.

7.2. Champeaux

Distribution partielle des principaux taxons sur 3 flores (partielles) réalisées en 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon supérieur aux seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : PHAE : 100%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : PHAE : 100%.

Commentaires : bien que le nombre de flores disponibles soit restreint, la flore de Champeaux semble présenter les caractéristiques des flores des baies.

7.3. Cancale Est

Distribution partielle des principaux taxons sur les 4 flores (partielles) réalisées en 2006 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon supérieur aux seuils DCE :

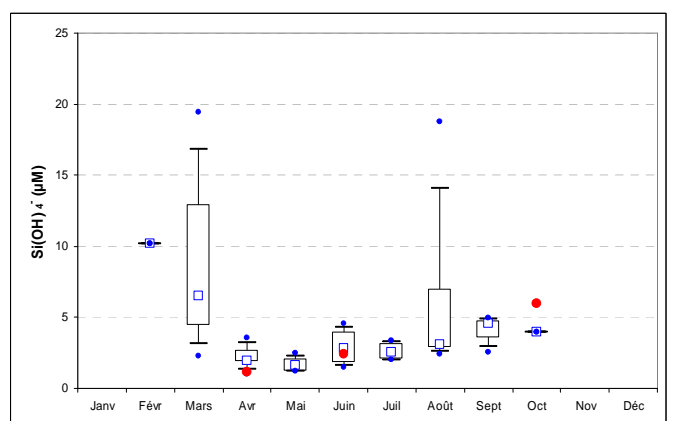
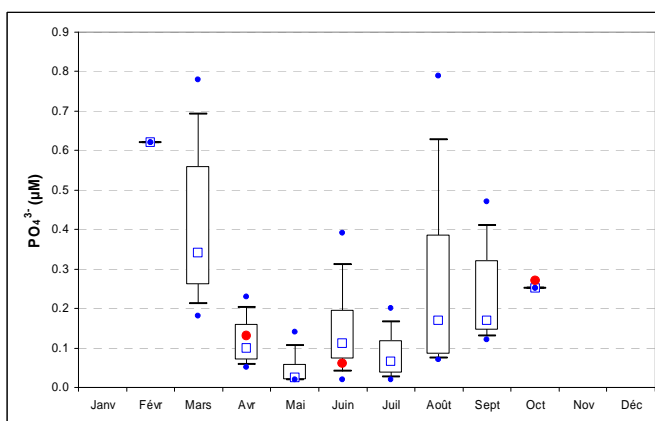
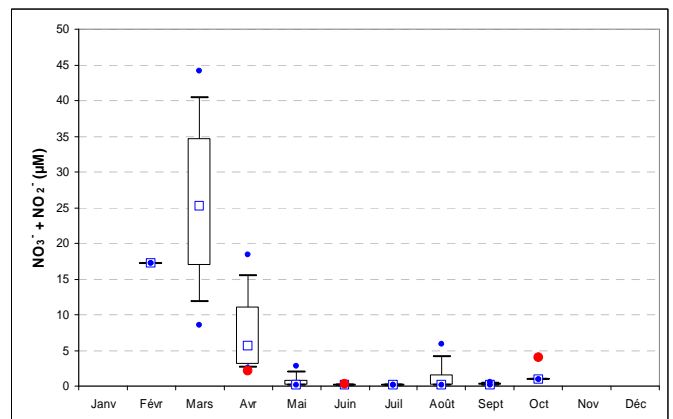
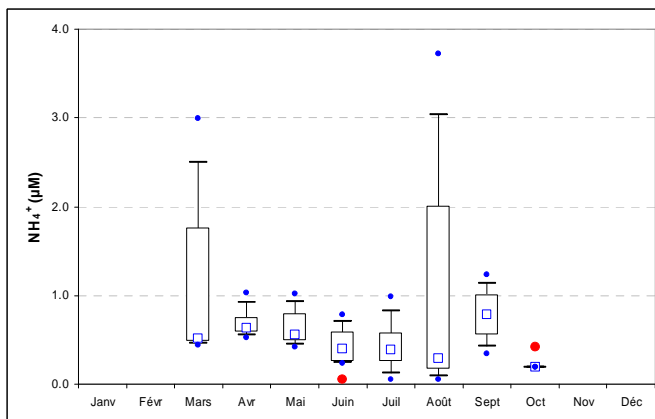
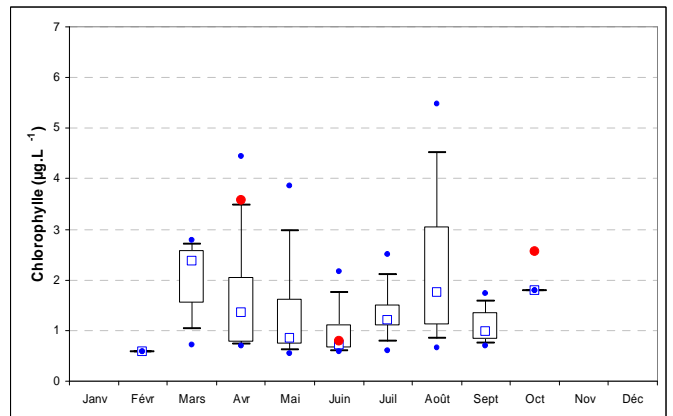
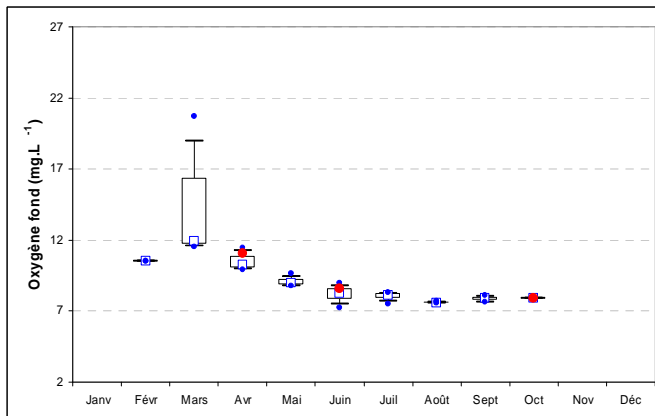
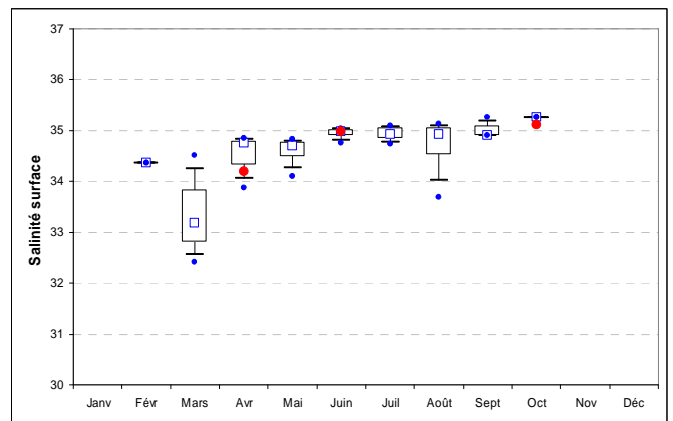
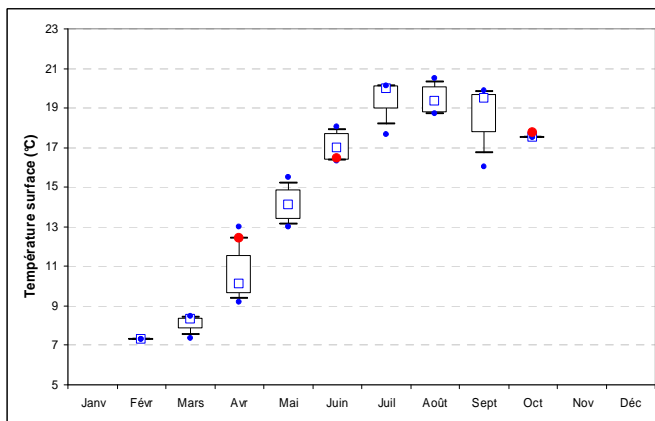
Seuil > 100 000 cellules/L : PHAE : 100%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : bien que le nombre de flores disponibles soit restreint, la flore de Cancale Est semble présenter les caractéristiques des flores des baies.



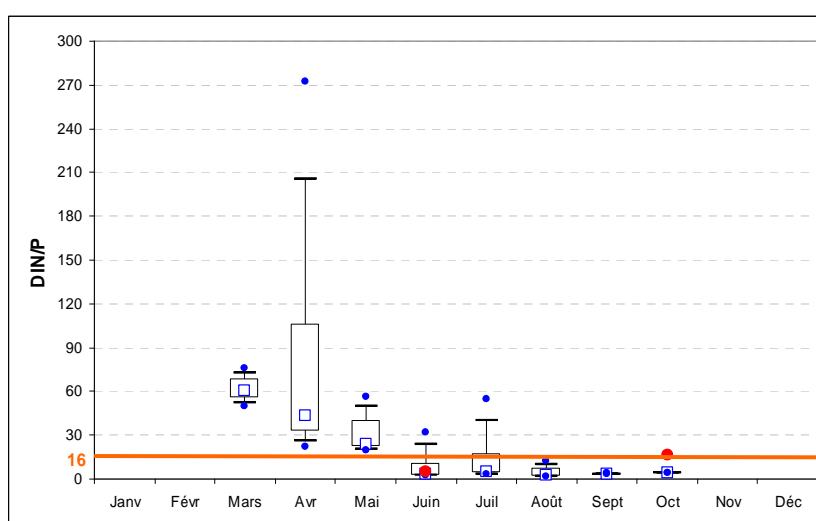
8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques sur Hacqueville entre 2004 et 2006



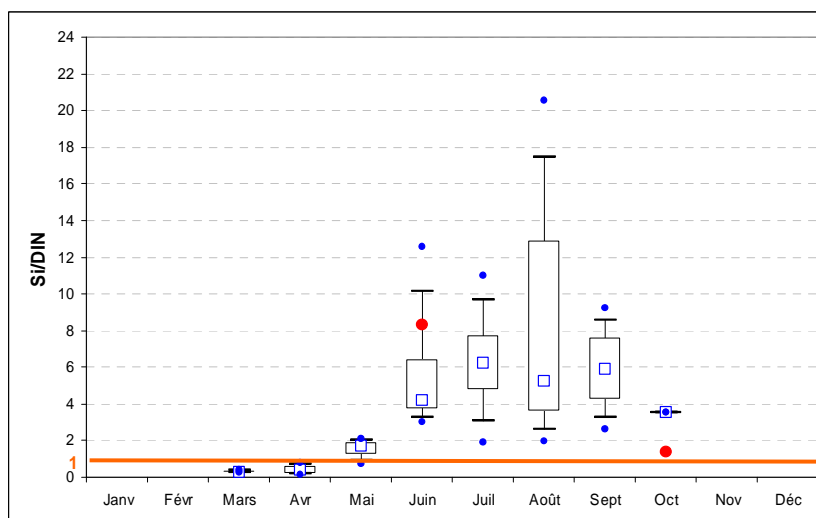
Le point Hacqueville est sous l'influence directe de petits cours d'eau et des rejets urbains de Granville. Les baisses de salinité y restent cependant minimales (de l'ordre de 2 à 3 pour mille au maximum sur les 3 années de suivi), mais les stocks hivernaux en sels nutritifs sont plus importants (entre 25 et 45 μM de nitrate et entre 15 et 20 μM de silicate) que sur Chausey. Le premier bloom phytoplanctonique est relevé, avec plus ou moins d'intensité suivant les années, à partir du mois de mars. Les valeurs maximales de chlorophylle a restent cependant peu importantes, culminant aux alentours de 5 à 6 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

9. Réflexion sur les sels limitants au point Hacqueville entre 2004 et 2006

Le rapport molaire N/P passe sous la valeur seuil de 16 (selon Redfield et al, 1963) à partir du mois de juin et ne remonte qu'à partir d'octobre. Durant cette période, l'azote est vraisemblablement en carence dans le milieu (concentration $< 1 \mu\text{M}$), ce qui peut limiter la croissance du phytoplancton.



L'étude du rapport molaire Si/N montre que la valeur seuil de 1 (selon Redfield et al, 1963) est dépassée entre mai et octobre, confirmant ainsi la limitation potentielle par l'azote.



10. Conclusion

Globalement, les données acquises depuis 2004 indiquent que la masse d'eau HC02 est peu productive, et, *a priori*, sans manifestation de fortes dystrophies.

Elle est classable dans la catégorie « bonne qualité » (ce qui est en adéquation avec le classement « Non RNABE » attribué en 2004).

Il faut néanmoins noter que les indicateurs d'abondance et de composition observés sur le point Champeaux en 2006 donneraient un classement en état « moyen », état qui reste à confirmer lors du prochain plan de suivi entre 2008 à 2013.

Pour ce faire, le point de suivi « Champeaux » sera conservé, et fera l'objet d'un contrôle de surveillance.

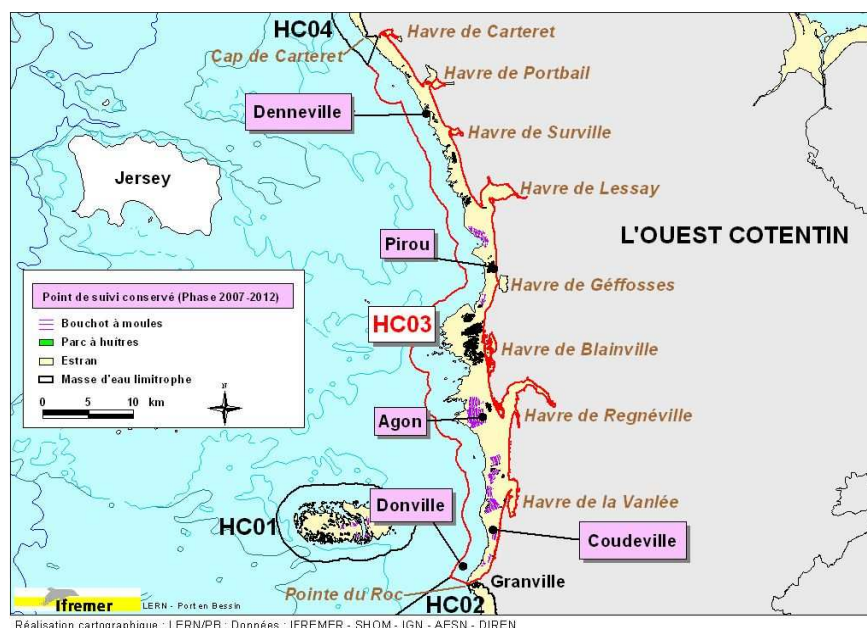


Masse d'eau HC03

Ouest Cotentin

1. Localisation de la zone

La masse d'eau HC03 s'étend de la pointe du Roc au cap de Carteret sur environ 30 milles de longueur. Elle se caractérise par la présence de 8 havres (avec du Sud au Nord, les havres de la Vanlée, de Regnéville, de Blainville, de Géffosses, de Lessay, de Surville, de Portbail et de Carteret), et l'importance de ses productions conchylicoles.



N° de masse d'eau : HC03
Genre : masse d'eau côtière
Type : Ct 17
Classement 2004 : RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Donville	Surveillance	48° 50.5000' N	001° 37.6700' W	20 01 - en cours
Coudeville	Suivi compl. Régional	48° 53.4374' N	001° 3 5.6288' W	2006 - en cours
Agon	Suivi compl. Régional	49° 00.0200' N	001° 36.3400 ' W	2001 - en cours
Pirou	Surveillance	49° 08.9000' N	001° 35.9800' W	2001 - en cours
Denneville	Suivi compl. Régional	49° 17.3567' N	001° 4 1.3480' W	2006 - en cours

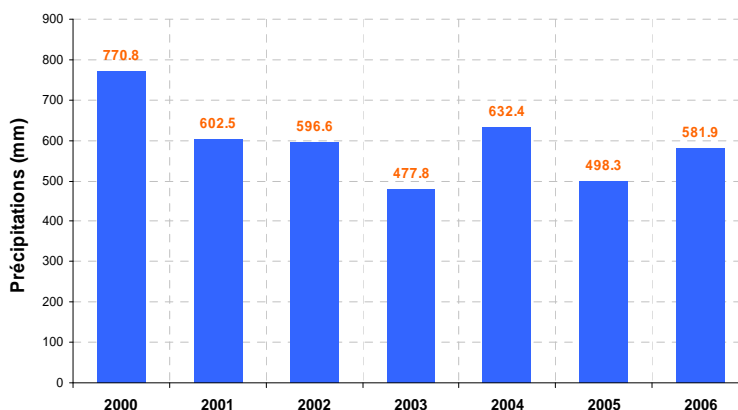
2. Caractéristiques physiques de la zone

Surface : 346 km² (dont 163 km² en zone intertidale, soit 47 % de la superficie totale)

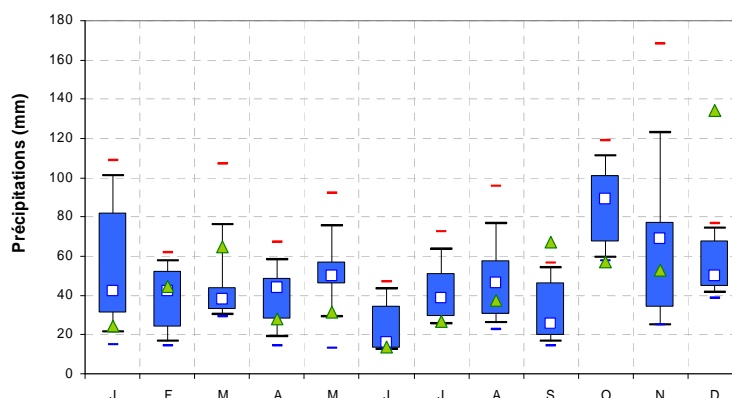
Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	5.25	11.35	14.50	Granville
	5.25	11.15	14.13	Régneville sur mer
	4.70	10.00	12.61	Portbail

Précipitations : les précipitations enregistrées à Granville en 2006 sont caractéristiques d'une année sèche, hormis aux mois de septembre et décembre où elles dépassent largement les maxima de la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Granville



Évolution mensuelle des précipitations à Granville



Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

Caractéristiques des principaux bassins versants et de leurs fleuves côtiers :

Les trois fleuves principaux se jetant dans la masse d'eau HC03 sont la Vanlée, la Sienne et l'Ay. Le cumul de leurs débits moyens annuels s'élève à environ $10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Nom Station	Période de mesure	Bassin versant (km ²)	Débit mensuel moyen m ³ .s ⁻¹												Débit annuel moyen m ³ .s ⁻¹	Source
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
La Vanlée à Bréhal	1991-1993	18.9	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.19	Fiche DIREN
La Sienne à Treilly	1985 - 2004	467	18.0	14.9	10.7	8.3	4.4	3.3	2.4	1.7	2.8	6.3	12.1	15.4	8.33	Banque HYDRO
L'Ay à Lessay	2000	108.6	1.6	1.6	1.3	0.9	0.5	0.4	0.3	0.2	0.3	0.7	1.1	1.6	0.86	Fiche DIREN

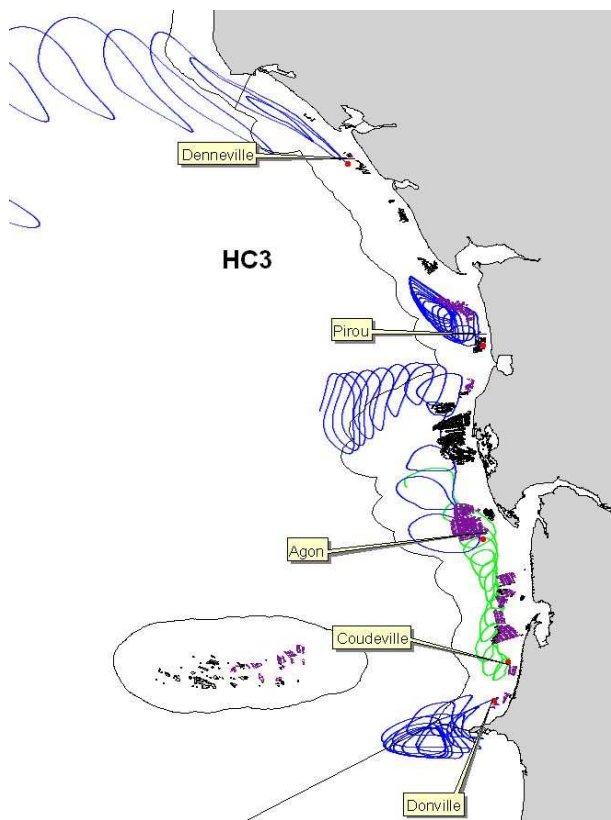
3. Activités et usages sur la zone

Conchyliculture : c'est dans cette masse d'eau HC03 que se trouve la plupart des zones de productions conchylicoles de la côte Ouest du Cotentin (toutes hormis Chausey). Lors des évaluations de stocks en 2006, la biomasse de moules en élevage a été estimée à 18 500 tonnes sur les secteurs de Coudeville/Donville, la Vanlée, Agon et Pirou/Geffosses. La biomasse d'huîtres en élevage s'élevait à 28 000 tonnes en 2000 (évaluation 2006/2007 en cours).

A compléter à l'avenir...

4. Courantologie

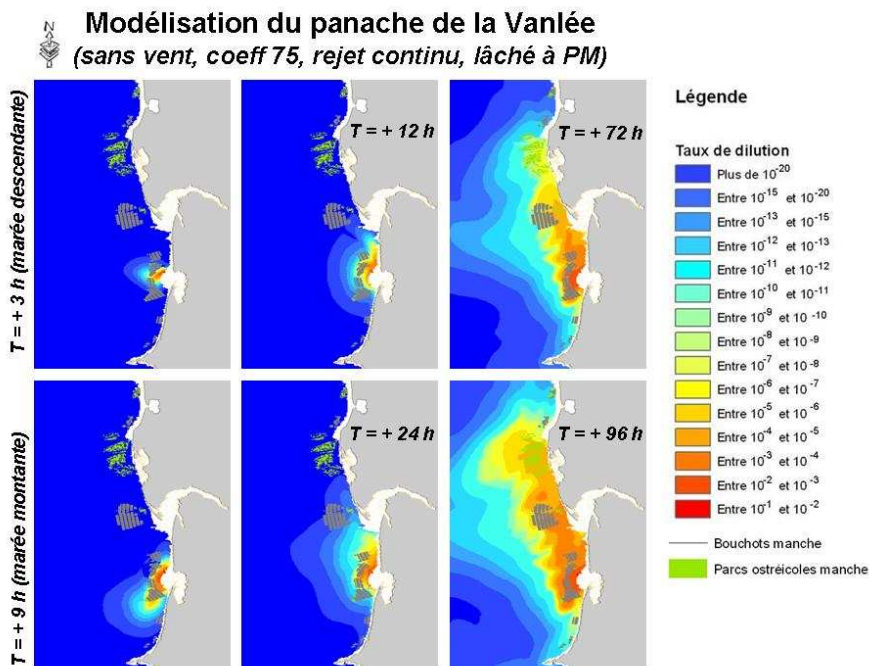
Entre Donville et Denneville, le flot porte au Sud-Sud-Est et le jusant porte au Nord ; les vitesses maximales varient entre 1,8 et 2,4 nœuds (en marée de vives eaux) au large de Denneville et entre 1 à 1,5 nœuds un peu plus au Sud, au large de Donville et Pirou.



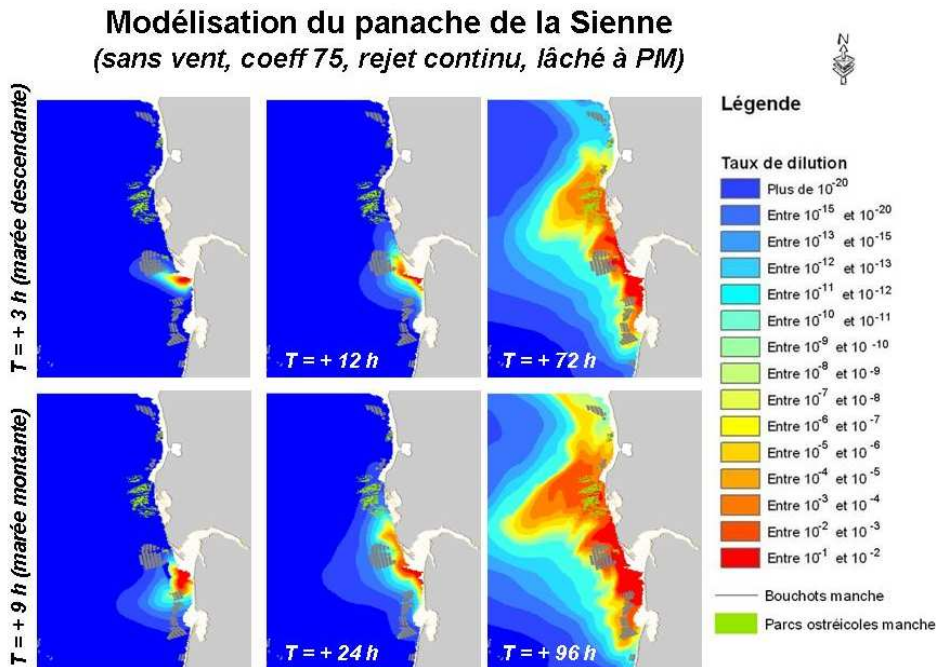
Le modèle hydrodynamique montre qu'il existe une frontière hydrologique dans le Nord de la pointe du Roc (qui se situe à Granville, dans le Sud du point Donville), engendrant une rupture des courants de marée entre la baie du Mont St Michel d'une part (HC02) et la côte Ouest Cotentin (HC03) d'autre part.

En effet, une particule lâchée à pleine mer à la pointe du Roc sur le point Donville, présente une trajectoire qui oscille entre les masses d'eau HC02 & HC03, alors que pour le reste de la masse d'eau HC03 (à partir du point « Coudeville ») les courants résiduels de marée longent la côte en présentant une résultante généralement orientée Sud/Nord (avec une composante Ouest pouvant être marquée en certains secteurs).

Le panache de dilution théorique simulé à la sortie du havre de la Vanlée (Figure ci-après) montre l'influence potentielle que peuvent avoir les apports d'eau douce en provenance des bassins versants sur la qualité de la masse d'eau. Après 96 h, le panache de la Vanlée est passé sur tous les secteurs conchylicoles de la zone et remonte vers le Nord.

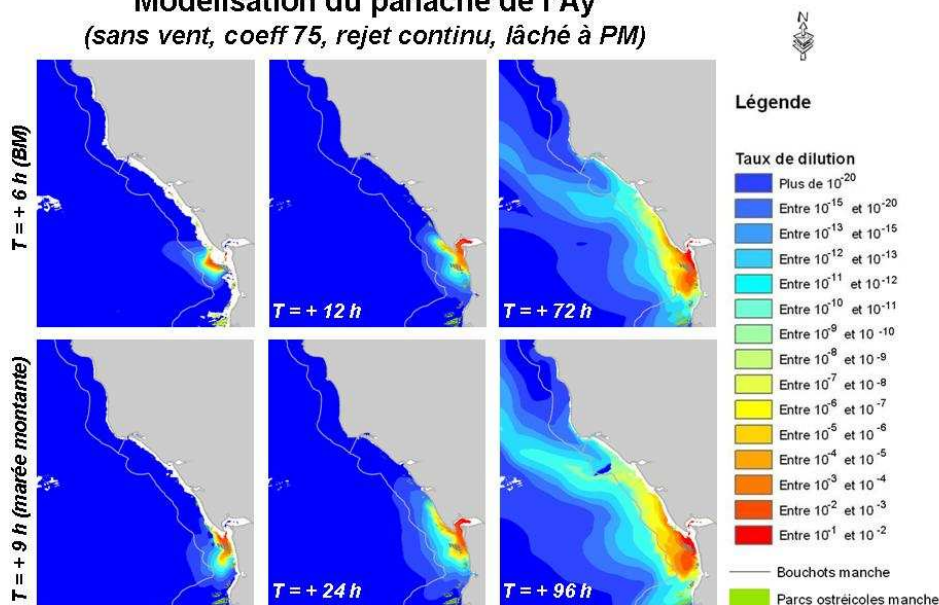


Le panache de dilution théorique simulé à la sortie du havre de Regnéville (panache de la Sienne) confirme cette influence des apports d'eau douce en provenance des bassins versants sur les secteurs conchylicoles de la zone : les courants résiduels de marée longent la côte en présentant une résultante orientée Sud/Nord, avec néanmoins une composante Ouest au Sud de Pirou (cf. Figure trajectoires de particules).



Enfin, le panache de dilution théorique simulé à la sortie du havre de Lessay (panache de l'Ay) est également caractéristique de la côte Ouest du Cotentin avec une résiduelle des courants de marée orientée Sud/Nord. A partir de Denneville, le cap de Carteret influence la résiduelle des courants de marée qui s'oriente Nord-Ouest comme le confirme la Figure présentant les trajectoires de particules.

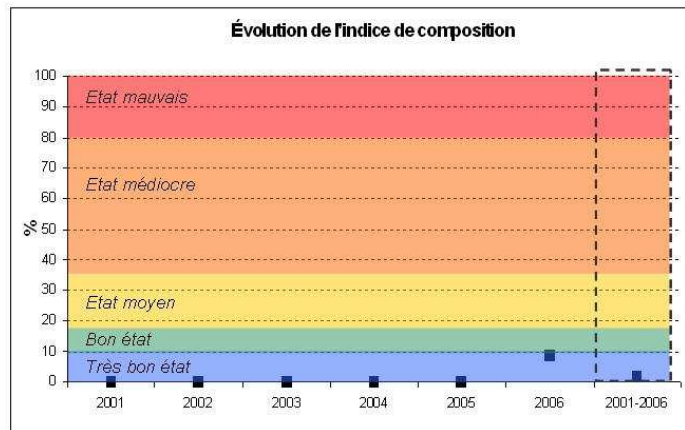
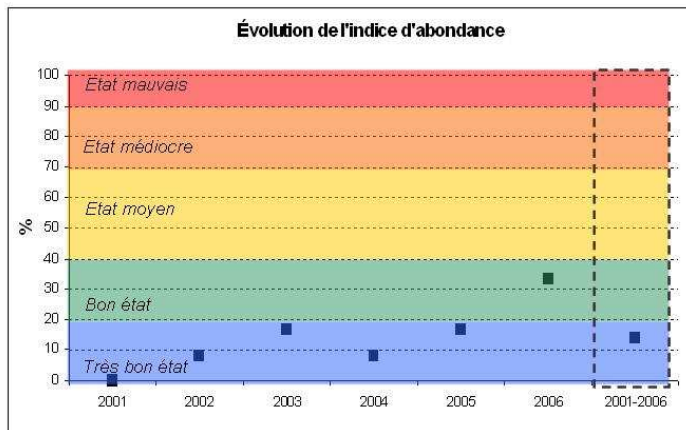
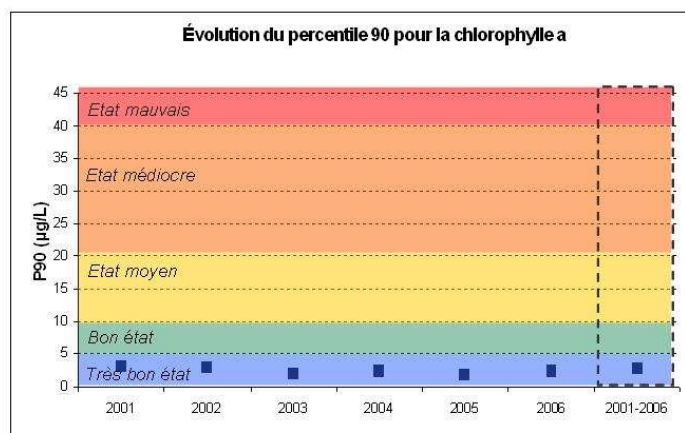
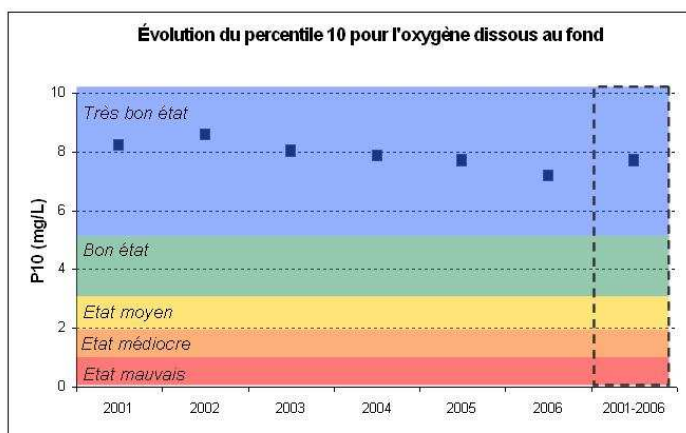
Modélisation du panache de l'Ay (sans vent, coeff 75, rejet continu, lâché à PM)



5. Qualité de la masse d'eau

5.1. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton"

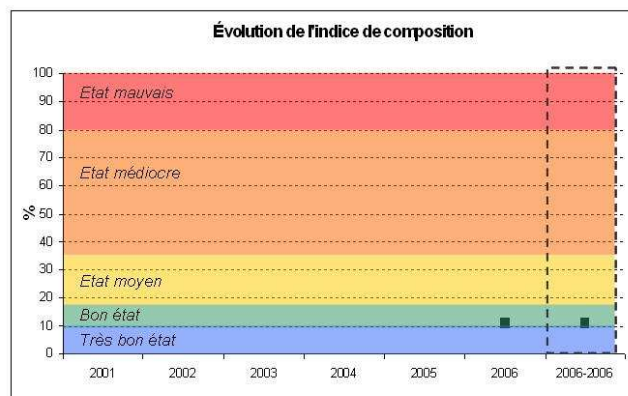
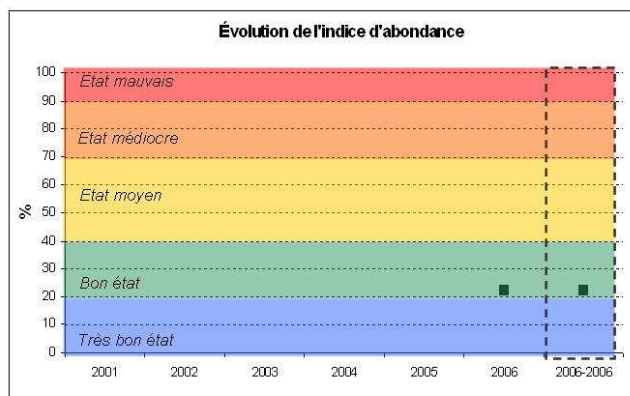
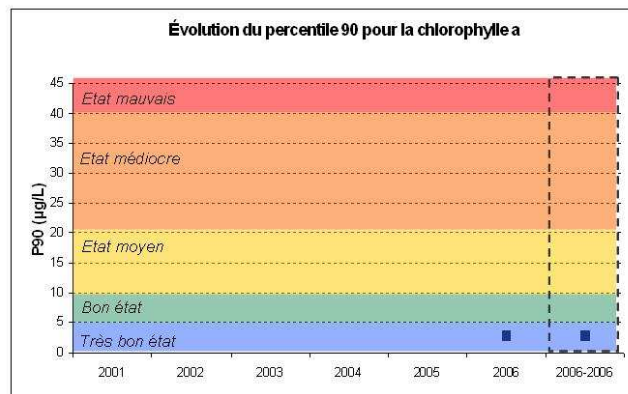
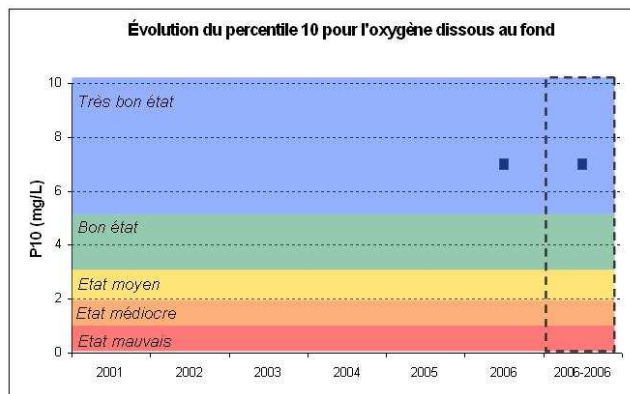
5.1.1. Donville



Au regard de l'ensemble des indicateurs "Phytoplancton", la qualité de l'eau au point Donville peut être qualifiée de « très bonne » sur la période de 2001-2006.

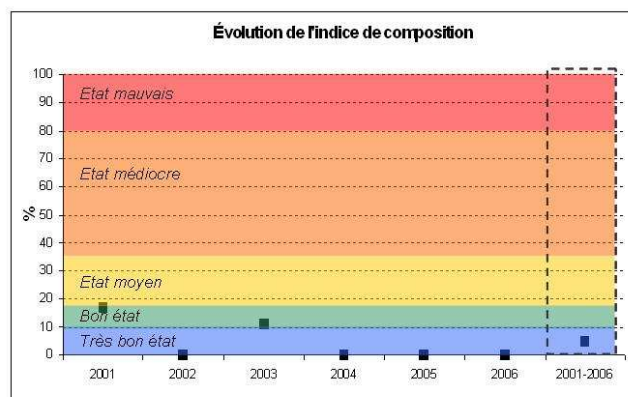
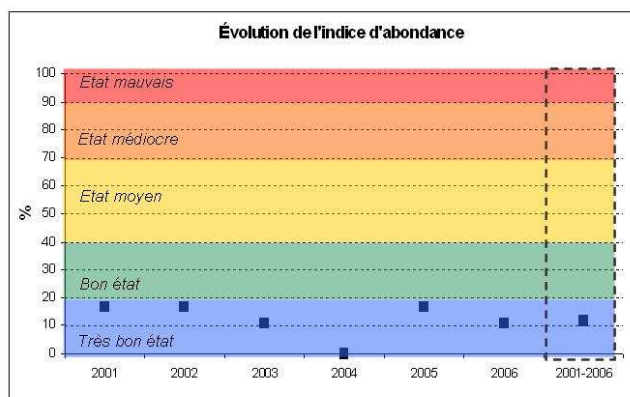
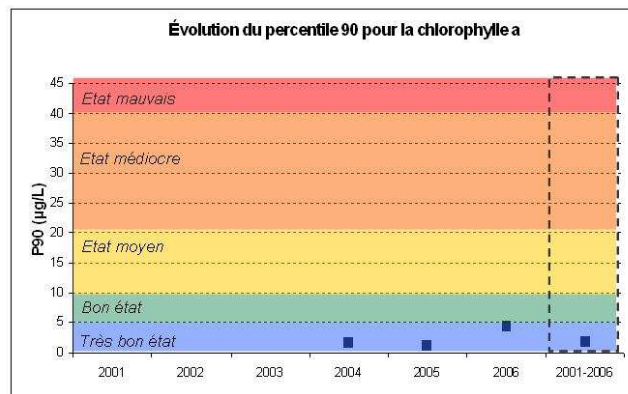
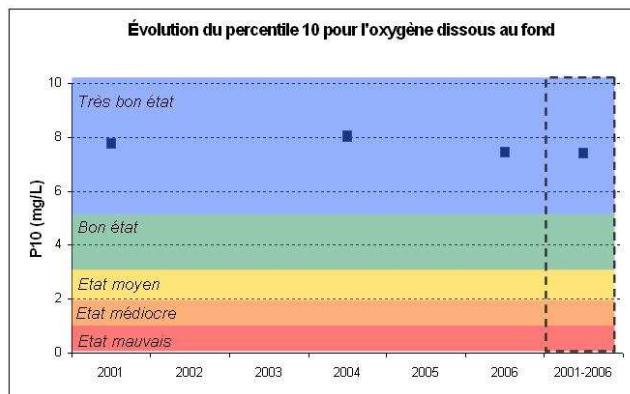


5.1.2. Coudeville



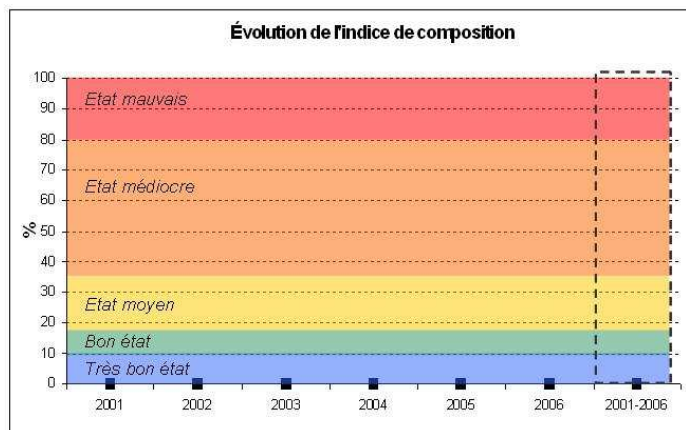
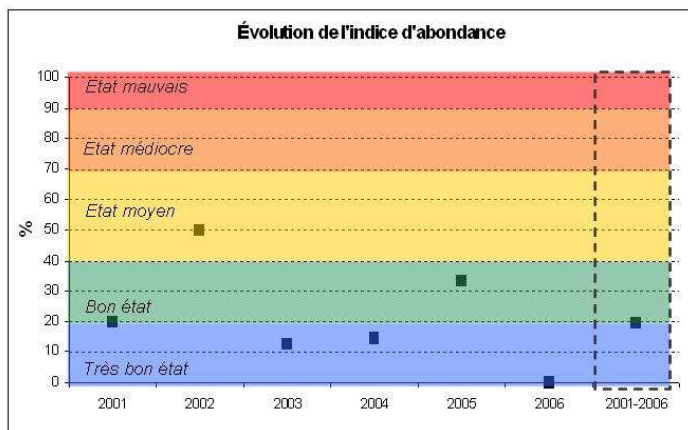
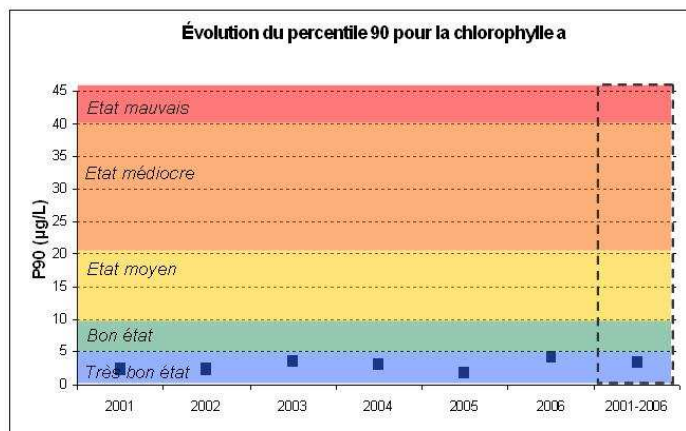
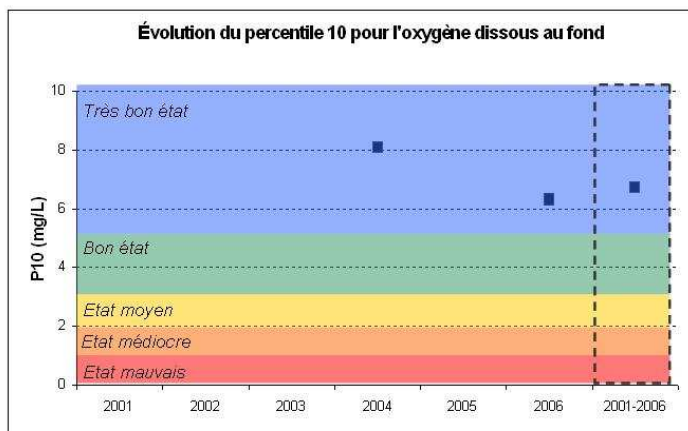
Les indicateurs sur Coudeville en 2006 indiquent une eau de « bonne qualité » (à confirmer dans le cadre du suivi 2008/2013).

5.1.3. Agon



Au regard de l'ensemble des indicateurs "Phytoplancton", la qualité de l'eau au point Agon peut être qualifiée de « très bonne » sur la période de 2001-2006.

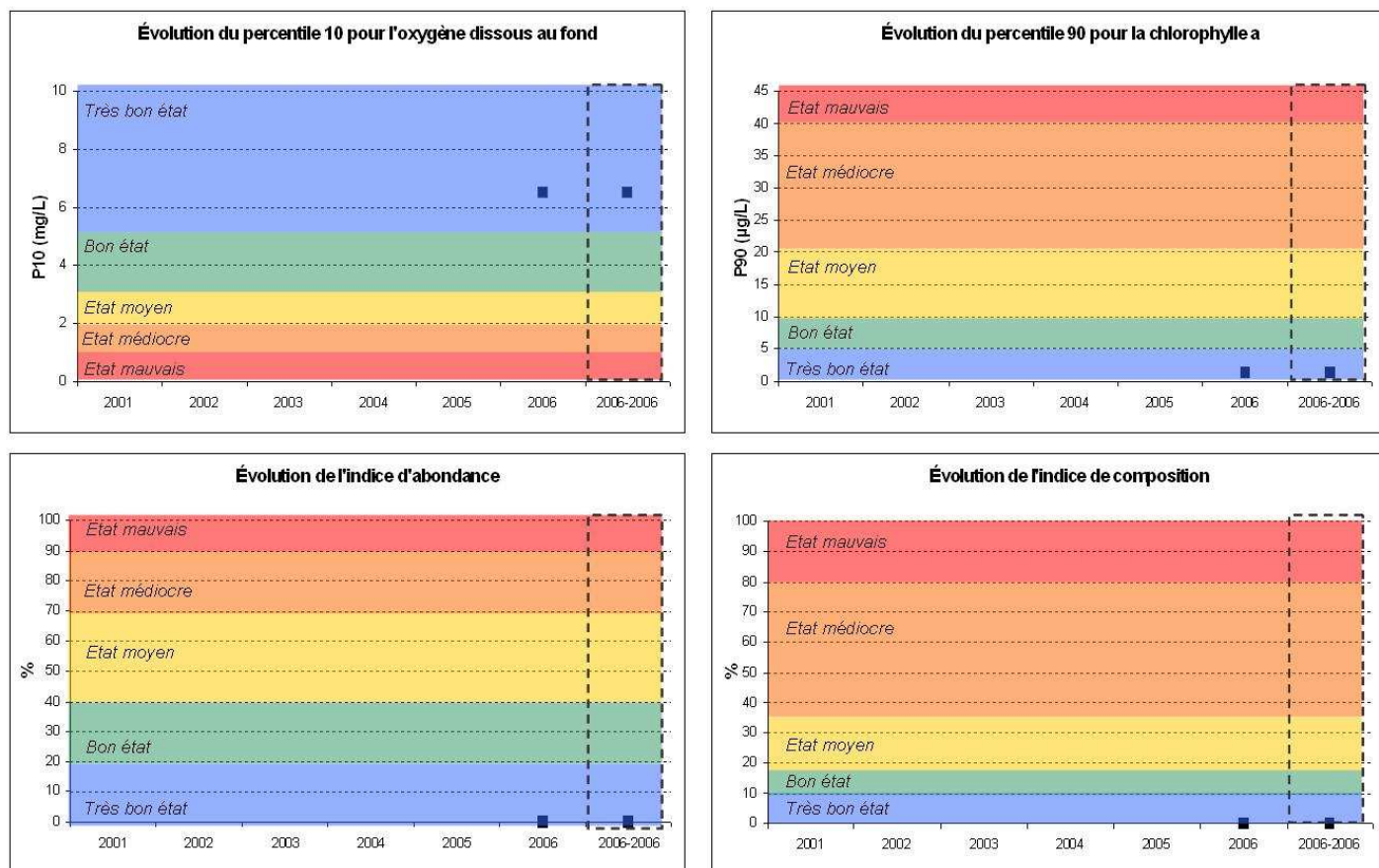
5.1.4. Pirou



Le nombre important de flores présentant des concentrations cellulaires dépassant le seuil de 100 000 cell/L en 2002 a ponctuellement conduit à une évaluation de qualité « moyenne ». Mais sur l'ensemble de la période 2001-2006, et quels que soient les indicateurs, la qualité de l'eau à Pirou se situe dans la classe « très bonne qualité ».

5.1.5. Denneville

Les résultats obtenus sur Denneville en 2006, première année de suivi, indiquent une « très bonne » qualité de cette partie Nord de la masse d'eau HC03, à confirmer à l'occasion des suivis prévus entre 2008 et 2013.



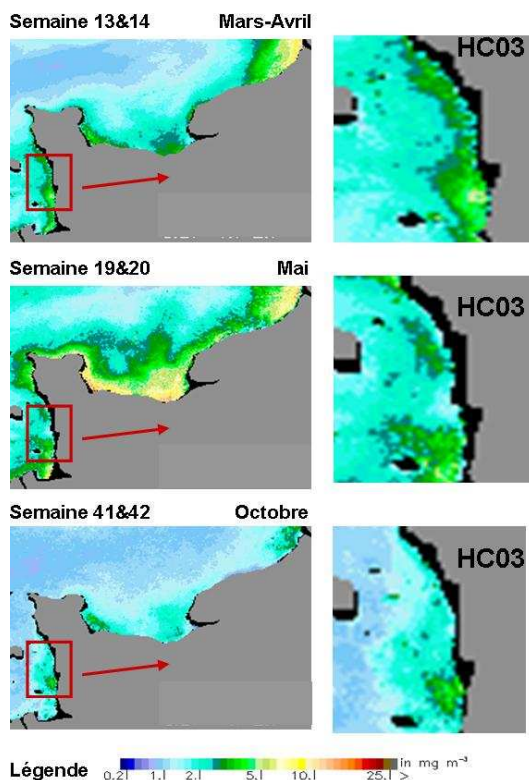
5.2. Synthèse des Indicateurs DCE "Phytoplancton" sur la masse d'eau HC03

HC03	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Donville (2001-2006)	7.73	2.66	13.89	1.39	
Coudeville (2006)	6.97	2.77	22.22	11.11	
Agon (2001-2006)	7.36	1.82	11.63	4.65	
Pirou (2001-2006)	6.72	3.46	19.51	0.00	
Denneville (2006)	6.49	1.19	0.00	0.00	
Synthèse Masse d'eau	7.34	2.80	14.37	2.30	

Au regard de l'ensemble des indicateurs "Phytoplancton", la synthèse globale 2001-2006 indique que la masse d'eau HC03 est de « très bonne » qualité.

6. Périodes productives et images «satellite»

La période productive débute entre la fin du mois de mars et le début du mois d'avril et les maxima (environ 6 mg.m^{-3}) sont atteints durant le mois de mai. Un bloom automnal est observé début octobre avec des concentrations maximales de 4 mg.m^{-3} .



Données produites par la NASA sur la période de 1997/2006 et traitées au moyen de l'algorithme OC5 Ifremer Dynéco/F.Gohin

L'analyse des données «satellite» permet de déterminer un percentile 90 moyen en chlorophylle a sur la masse d'eau HC03 qui s'élève à $2,28 \text{ mg.m}^{-3}$. Ce percentile « satellite » reste du même ordre de grandeur que la moyenne des percentiles 90 de chacun des points de suivi ($2,38 \mu\text{g.L}^{-1}$), et confirme le très bon état de la qualité de cette masse d'eau du point de vue de cet indicateur DCE.

	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m^{-3})	Percentile 90 In situ. 2001/2006 ($\mu\text{g.L}^{-1}$)		Moy
		1ère mesure de Mars à Oct		
HC03	2.28	Donville	2.66	2.38
		Coudeville	2.77	
		Agon	1.82	
		Pirou	3.46	
		Denneville	1.19	

7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE)

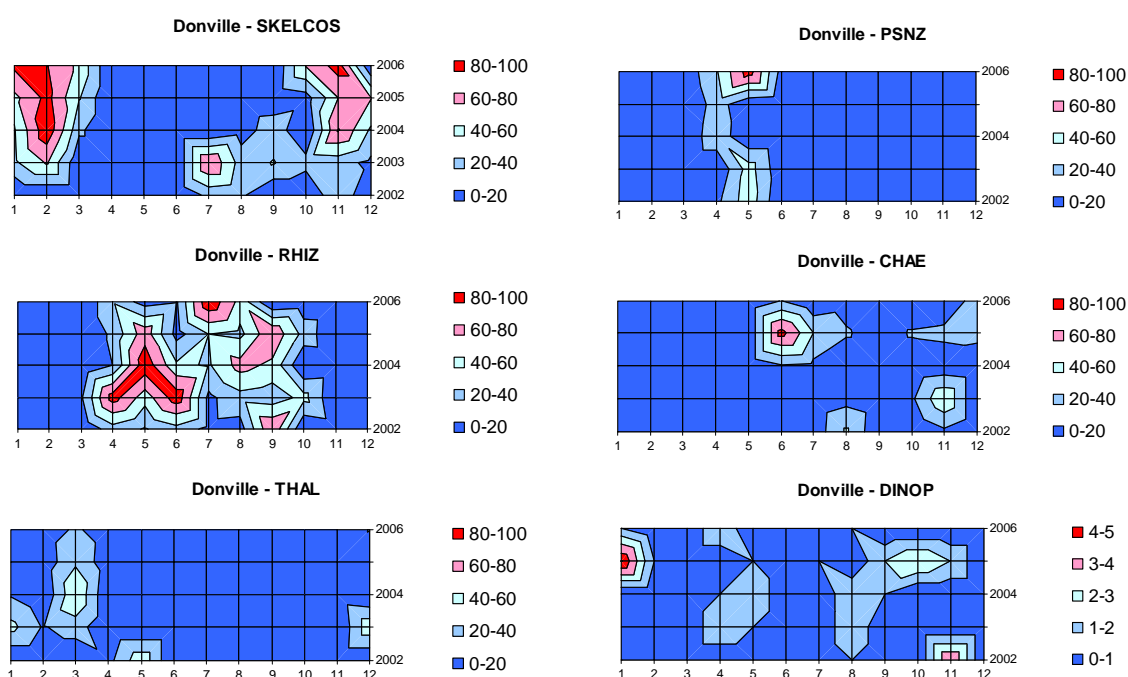
7.1. Donville

Distribution partielle des taxons sur les 113 flores totales et les 22 flores partielles réalisées entre 2001 et 2006, et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : PHAE : 20% ; 17% pour RHIZFRA, SKELCOS, et CRYPTOPHYCEES et 13% PSNZ.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : PHAE : 43% ; RHIZFRA : 29% et 14% pour CHAE et CRYPTOPHYCEES.

Évolution temporelle : sur la série des 113 flores totales réalisées, l'évolution des taxons remarquables est la suivante :



Évolution temporelle des dominances (%) des principaux taxons, par mois et par année

Commentaires : la flore phytoplanctonique du point de Donville est proche de celle du point Hacqueville et apparaît comme étant influencée par la présence de la baie du Mont Saint Michel. Elle diffère des flores se développant plus au Nord de cette masse d'eau HC03. On peut encore la qualifier de « flore de baie », comme celles de la masse d'eau HC02.

7.2. Coudeville

Distribution partielle des principaux taxons sur 19 flores (partielles) en 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : PSNZ : 50% ; PHAE : 25 et 13% pour RHIZFRA et THAL.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : PHAE : 67% et RHIZFRA : 33%.

Commentaires : Bien que nous ne disposions que d'une année d'échantillonnage, les peuplements présents peuvent être considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche. Ils diffèrent de ceux observés plus au Sud sur le point d'Hacqueville

7.3. Agon

Distribution partielle des principaux taxons sur 75 flores (partielles) réalisées entre 2001 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : PHAE et RHIZFRA : 30% ; PSNZ : 20% et 10% CHAE et SKELCOS.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : PHAE : 67% et CHAE : 33%.

Commentaires : Les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche. Ils sont comparables à ceux rencontrés sur Coudeville dans le Sud, et Pirou dans le Nord.

7.4. Pirou

Distribution partielle des principaux taxons sur 69 flores (partielles) réalisées entre 2001 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : ASTEGLA : 56% et 11% pour PSNZ, RHIZFRA, SKELCOS et CHAE.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : 33% pour les taxons RHIZFRA, CHAE et ASTEGLA (*Asterionella glacialis*).

Commentaires : Les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

7.5. Denneville

Distribution partielle des principaux taxons sur 18 flores (partielles) en 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

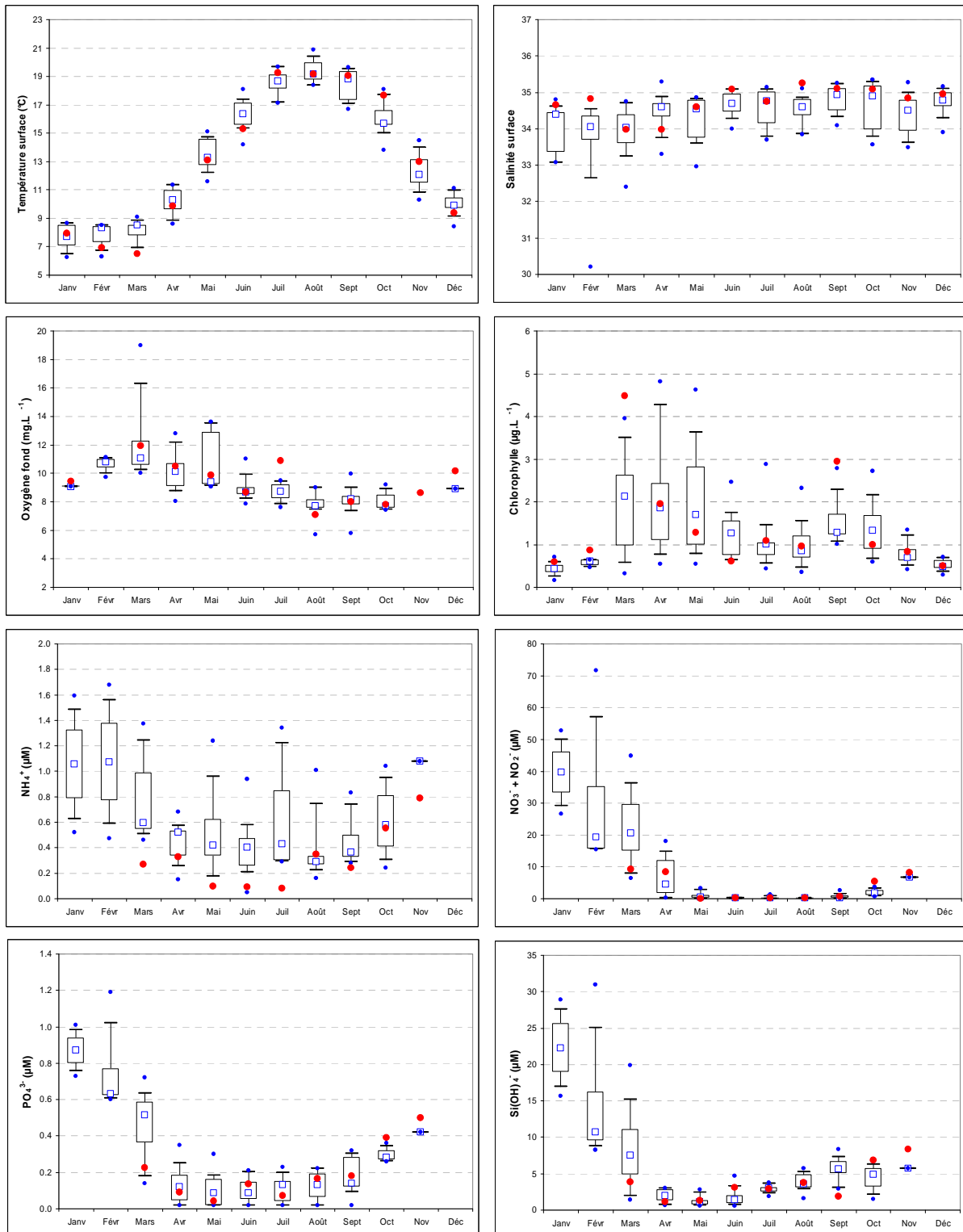
Seuil > 1 000 000 cellules/L : Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : pas de dépassement des seuils DCE. L'examen des peuplements indique cependant que Denneville a des caractéristiques floristiques correspondant aux eaux ouvertes de la Manche.



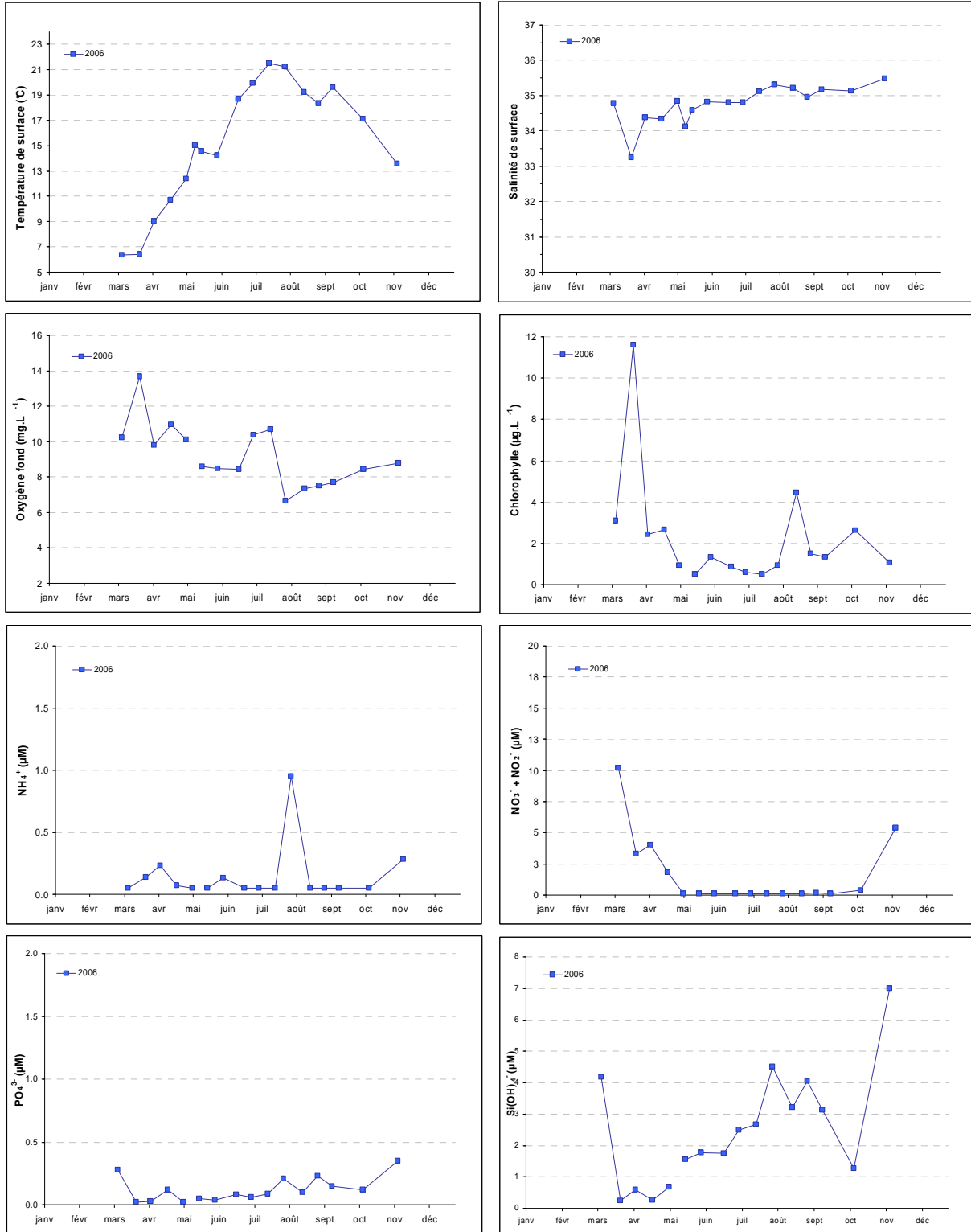
8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques

8.1. Donville (2001-2006)



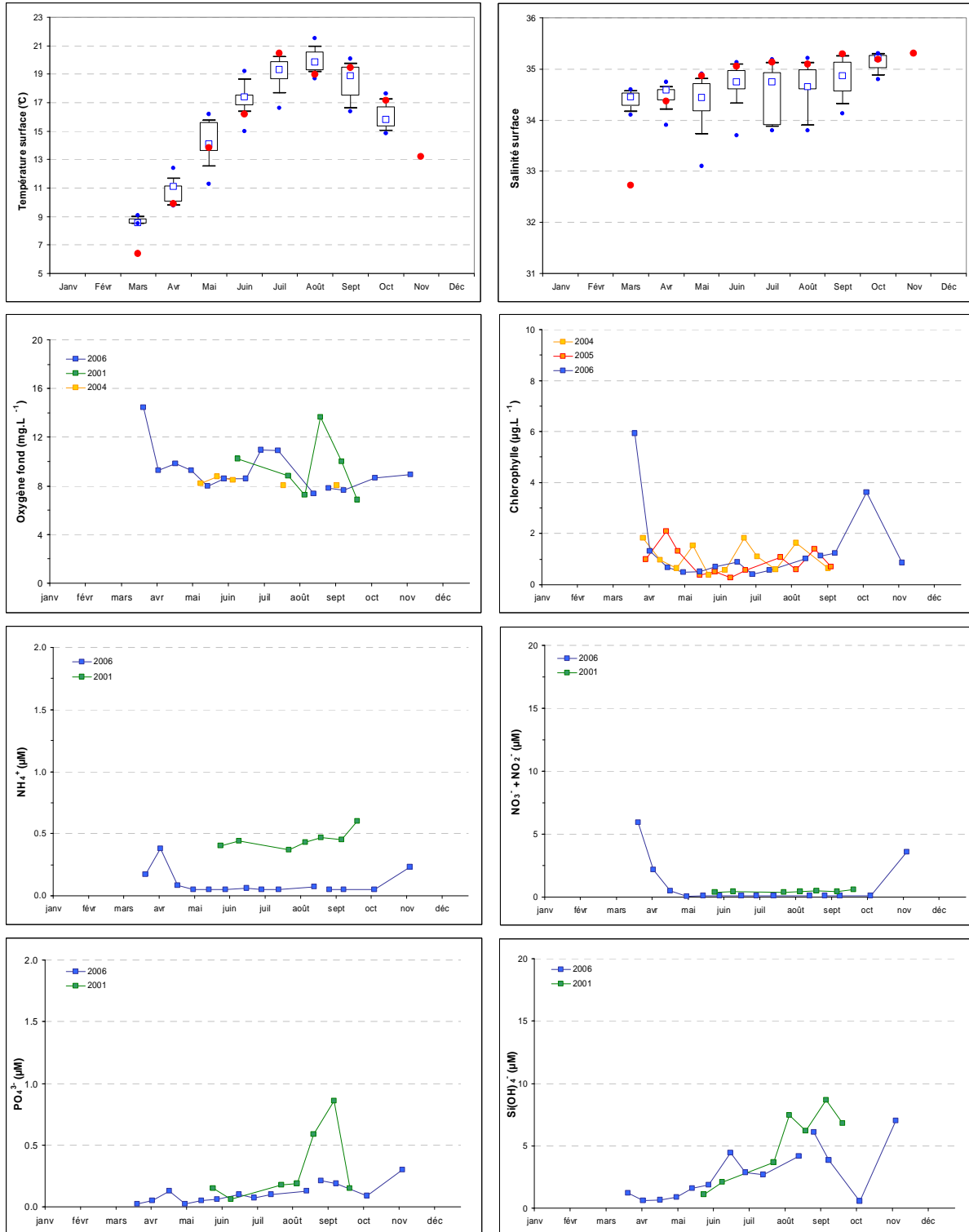
Comme sur le point Hacqueville (HC02), les chutes de salinité restent minimales (de l'ordre de 2 à 3 pour mille au maximum sur les 6 années de suivi), à l'exception du minimum de salinité atteint en février 2003. La période productive débute dès le mois de mars. Les maxima de chlorophylle a dépassent rarement les 5 à 6 $\mu\text{g.L}^{-1}$ et, en moyenne, les concentrations varient entre 1,5 et 2 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Les stocks hivernaux en sels nutritifs sont plus importants que sur Hacqueville et sont compris entre 20 et 65 μM de nitrate, et entre 15 et 30 μM de silicate.

8.2. Coudeville (données 2006)



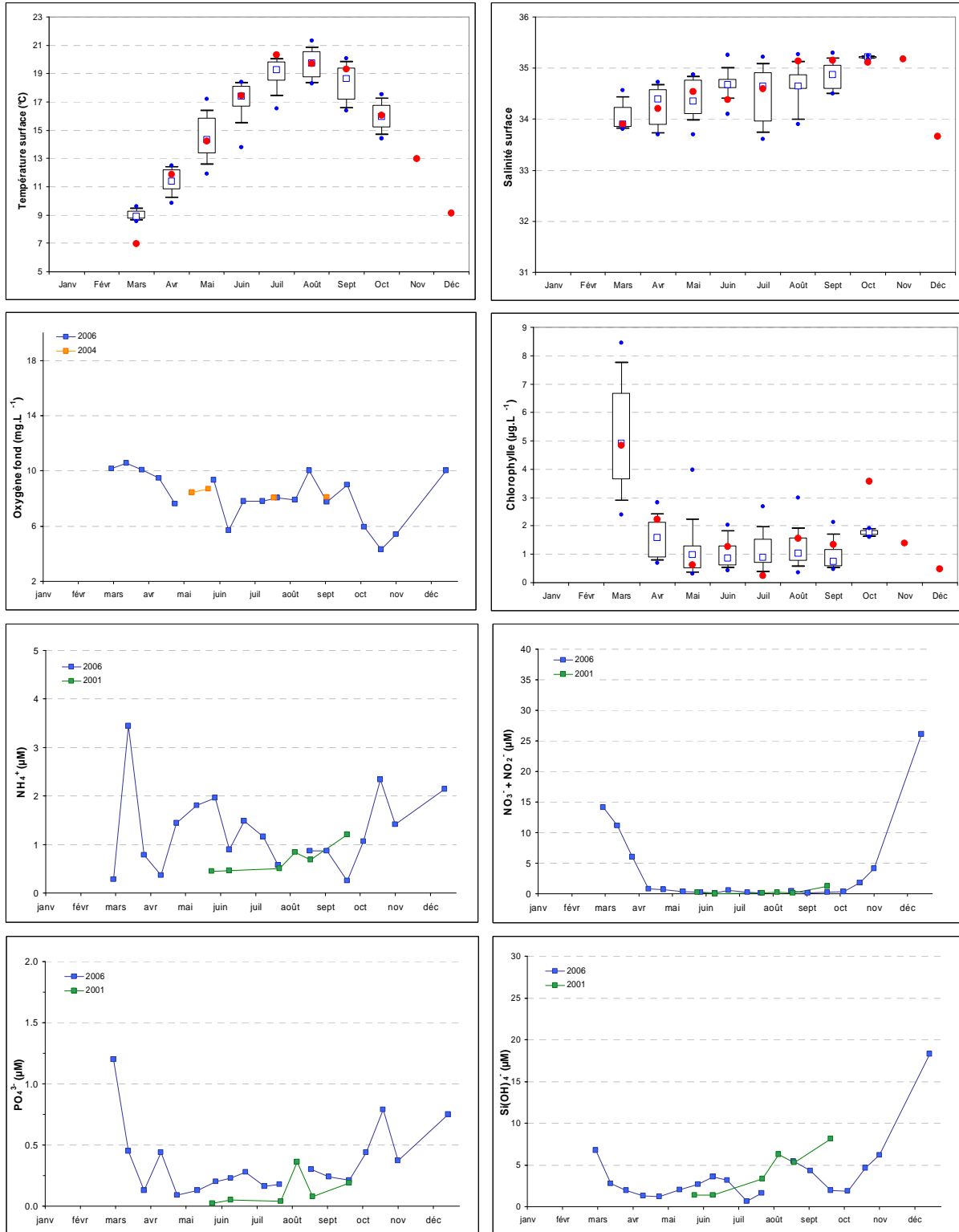
Le point Coudeville n'est suivi que depuis mars 2006. Il est donc difficile de conclure sur les variations des différents paramètres, qui semblent néanmoins suivre le cycle saisonnier généralement rencontré le long de la côte Ouest Cotentin. Les variations de salinité sont du même ordre de grandeur que sur Donville, et la période productive débute également dès le mois de mars. En revanche, les maxima de chlorophylle ont atteint en 2006 des niveaux de concentration deux fois plus élevés que sur Donville (de l'ordre de 12 µg.L⁻¹), valeurs qui seront à confirmer lors des prochaines années de suivi.

8.3. Agon (données 2001-2006)



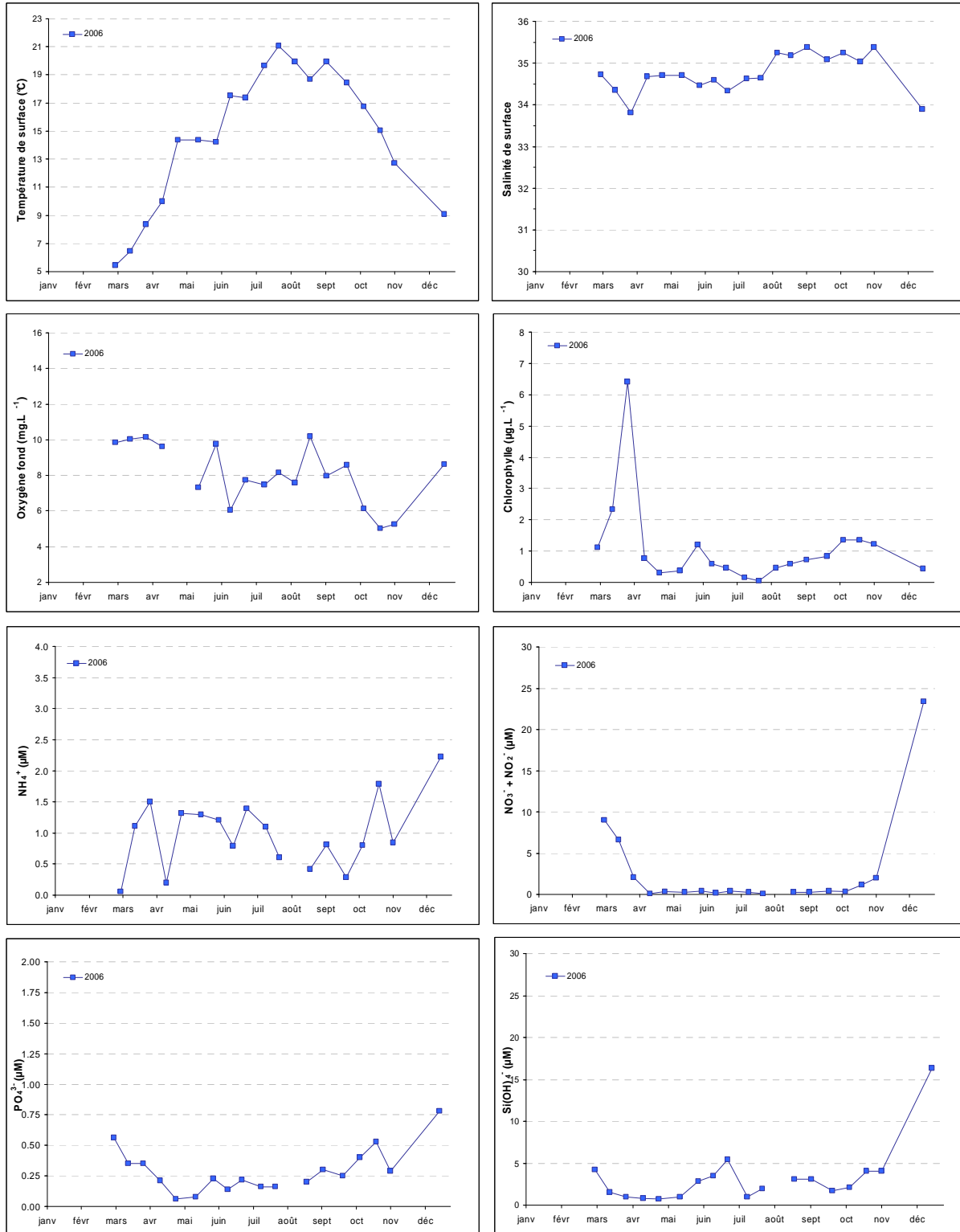
Bien qu'étant sous l'influence du panache de la Seine, le point d'Agon ne connaît pas de fortes chutes de salinité (de l'ordre de 2 pour mille au maximum). Notons que le suivi des teneurs en chlorophylle a et en sels nutritifs a été irrégulier depuis 2001. Néanmoins, il permet de constater le faible niveau de biomasse phytoplanctonique (maximum de 6 µg.L⁻¹ en mars 2006) qui est du même ordre de grandeur que celui de Donville. L'absence de donnée avant le début de la période productive empêche toute quantification des stocks hivernaux en sels nutritifs.

8.4. Pirou (données 2001-2006)



Nous observons une faible variabilité de la salinité à Pirou (plus faible qu'à Donville). L'évolution des teneurs en chlorophylle se caractérise par un premier bloom printanier (de l'ordre de 3 à 8 µg.L⁻¹) et un petit pic au mois d'octobre (2 à 4 µg.L⁻¹). L'absence de donnée avant le début de la période productive empêche d'estimer les stocks hivernaux de sels nutritifs. La carence potentielle en nitrate entre la mi avril et septembre/octobre apparaît nettement, tant en 2001 qu'en 2006.

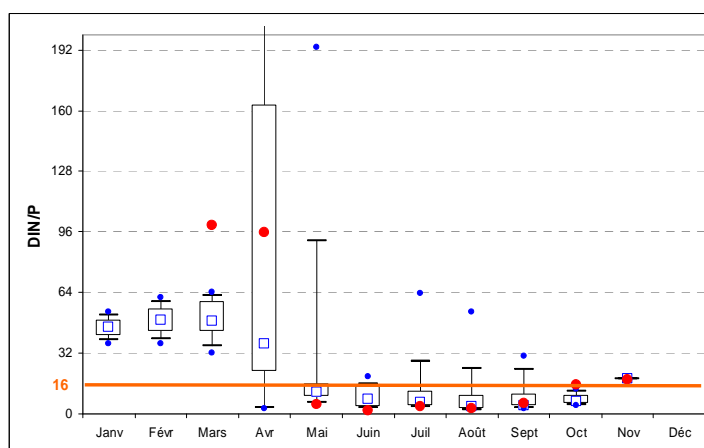
8.5. Denneville (données 2006)



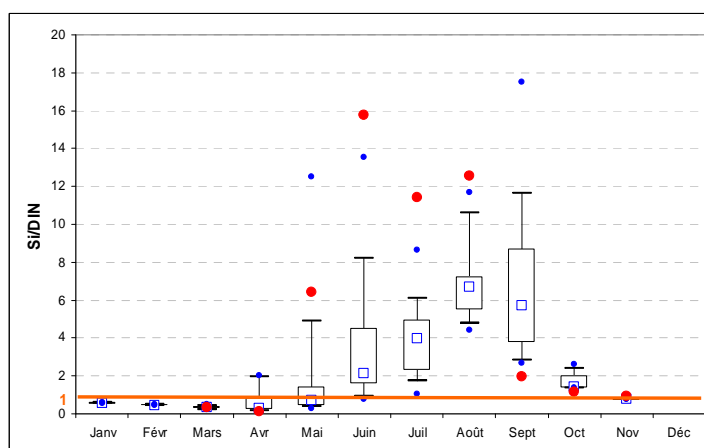
L'évolution des paramètres hydrobiologiques sur Denneville est similaire à celle de Pirou : faibles variations de la salinité, faibles niveaux de la biomasse chlorophyllienne (bloom printanier culminant à 6 µg.L⁻¹), et longue période (d'avril à octobre) où les concentrations en nitrate restent très faibles, générant vraisemblablement une limitation de la production phytoplanctonique.

9. Réflexion sur les sels limitants (à partir des données de Donville)

L'examen de la distribution du rapport molaire N/P montre un passage sous la valeur seuil de 16 (selon Redfield et al, 1963) à partir du mois de mai et jusqu'à fin septembre. Durant cette période, l'azote est vraisemblablement en carence dans le milieu (concentration $< 1 \mu\text{M}$, ainsi que l'indiquent les graphes des pages précédentes), ce qui peut avoir limité la croissance du phytoplancton.



L'étude du rapport molaire Si/DIN montre que la valeur seuil de 1 (selon Redfield et al, 1963) est dépassée entre mai et octobre, confirmant ainsi la limitation potentielle par l'azote.



L'évolution des rapports DIN/P et Si/DIN, telle que décrite sur le point Donville, est similaire à celle observée sur l'ensemble des points de la masse d'eau HC03.

10. Conclusion

Au regard de l'évolution des indicateurs "Phytoplancton", la masse d'eau HC03 est très peu productive, et, *a priori* sans manifestation de dystrophie. Son état peut être qualifié de « très bon ». Les cycles biogéochimiques observés sur l'ensemble des points suivis sont classiques. Ils se caractérisent par un premier bloom printanier (le plus important de la période productive, de l'ordre de $3 \text{ à } 8 \mu\text{g.L}^{-1}$ de chlorophylle a) qui génère une consommation quasi totale des sels nutritifs. Ensuite le système fonctionne essentiellement sur la régénération des sels, et hormis un petit pic de chlorophylle a en automne, les valeurs moyennes de la biomasse chlorophyllienne n'excèdent pas en moyenne $2 \text{ à } 4 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Cette masse d'eau a été classée RNABE en 2004 du fait du constat de développements d'algues phytoplanctoniques du genre *Pseudo-nitzschia sp.* entre 2001 et 2004 dont certaines espèces sont susceptibles de produire des toxines amnésiantes de type ASP. Ces développements, nouveaux à l'époque, n'ont cependant pas entraîné un déclassement de cette masse d'eau (pas de dépassement marqué des seuils DCE), ni de toxicité des coquillages cultivés localement.

Les enjeux locaux sont néanmoins importants, et un suivi conséquent sera donc maintenu sur cette masse d'eau (5 points, 2 dans le cadre du contrôle de surveillance, et 3 dans celui du suivi régional complémentaire), afin de bien suivre les développements éventuels de *Pseudo-Nitzschia sp.* à l'avenir, mais aussi du fait de la taille de cette masse d'eau, de l'importance de ses productions conchylicoles, et enfin pour vérifier si son déclassement en RNABE est à revoir ou pas en 2015.

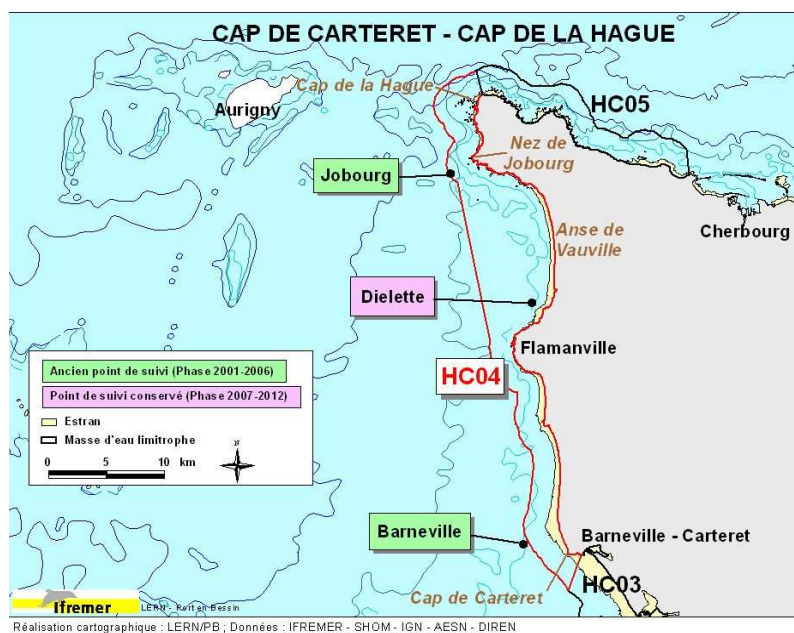


Masse d'eau HC04

Cap de Carteret – Cap de la Hague

1. Localisation de la zone

La masse d'eau HC04 s'étend du cap de Carteret au cap de la Hague.



N° de masse d'eau : HC04
Genre : masse d'eau côtière
Type : Ct 15
Classement 2004 : non RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Dielette	Surveillance	49° 33.0000' N	001° 55.1700' W	20 07 - en cours
Jobourg		49° 39.8000' N	001° 58.4000' W	2003 - 2006
Barneville		49° 22.7000' N	001° 51.7000' W	2003 - 2006

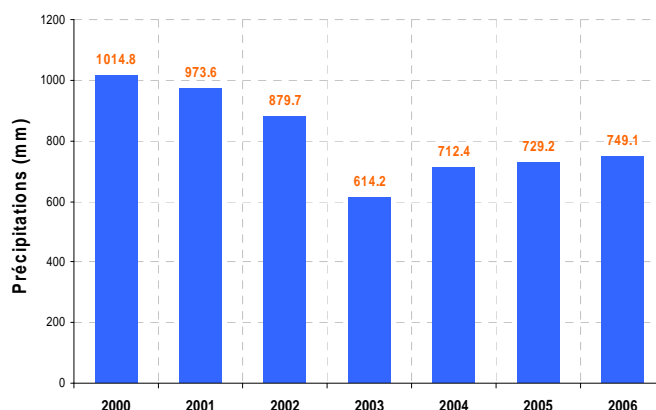
2. Caractéristiques physiques de la zone

Surface : 171 km² (dont 11 km² en zone intertidale, soit 6,5 % de la superficie totale)

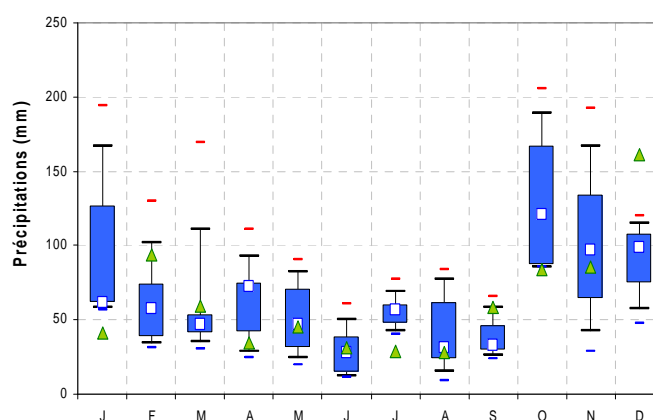
Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	3.95	8.55	10.80	Diélette
	3.10	6.75	8.65	Goury
	4.35	9.30	11.65	Carteret

Précipitations : Les précipitations enregistrées à Flamanville en 2006 sont caractéristiques d'une année sèche, hormis celles enregistrées en décembre qui dépassent largement les maxima de la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Flamanville



Évolution mensuelle des précipitations à Flamanville



Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

Caractéristiques des principaux bassins versants et de leurs fleuves côtiers :

Nom Station	Période de mesure	Bassin versant (km ²)	Débit mensuel moyen m ³ .s ⁻¹												Débit annuel moyen m ³ .s ⁻¹	Source
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
La Diélette à Tréauville	1978-1982	41.5	0.8	0.8	0.8	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.52	Fiche DIREN
Le Petit Douet à Héauville	1977 - 2007	11.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.17	Banque HYDRO

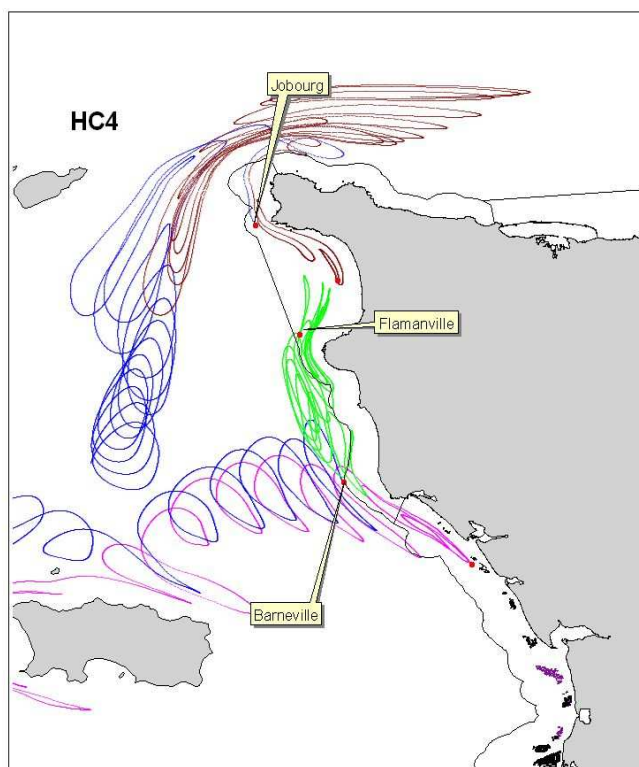
Deux petits fleuves côtiers se jettent dans cette masse d'eau, la Dielette et le Petit Douet, pour un débit annuel cumulé moyen qui n'excède pas 1 m³.s⁻¹.

3. Activités et usages sur la zone :

Présence de la centrale nucléaire de Flamanville (rejet d'eau chaude et chlorée servant au refroidissement) et de l'usine de retraitement de la Hague (COGEMA/AREVA ; rejets en bordure Ouest de cette masse d'eau, dans le secteur de Jobourg) ; Pas de production conchylicole ; Zone de baignade de l'Anse de Vauville (plage de Siouville).

4. Courantologie

Entre le cap de Carteret et celui de la Hague, les vitesses maximales des courants dépassent partout 2 nœuds et décroissent du Nord au Sud. Ils tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et tendent à devenir alternatifs quand on se rapproche de la côte. Le jusant porte globalement au Sud et le flot porte au Nord. Les courants au niveau du raz Blanchard (Cap de la Hague) sont les plus importants de la zone (et de Normandie). Ils portent au Nord, et peuvent atteindre 10 nœuds lors des marées de vives eaux (maximum atteint une heure avant la pleine mer de Cherbourg).



D'après la simulation hydrodynamique (ci-dessus), des particules lâchées sur Barneville sortent rapidement de la masse d'eau en suivant une résultante plein Ouest. Au contraire, des particules lâchées sur Flamanville tendent, elles, à rester dans la masse d'eau après une légère intrusion dans l'anse de Vauville. Enfin, des particules lâchées sur Jobourg gagnent très rapidement le raz Blanchard et sortent de la masse d'eau pour osciller de part et d'autre du cap de la Hague. L'hydrodynamisme très marqué de cette masse d'eau est un facteur d'homogénéisation, ce que confirment les images «satellite» (Cf. périodes productives) qui présentent des teneurs en chlorophylle uniformes.

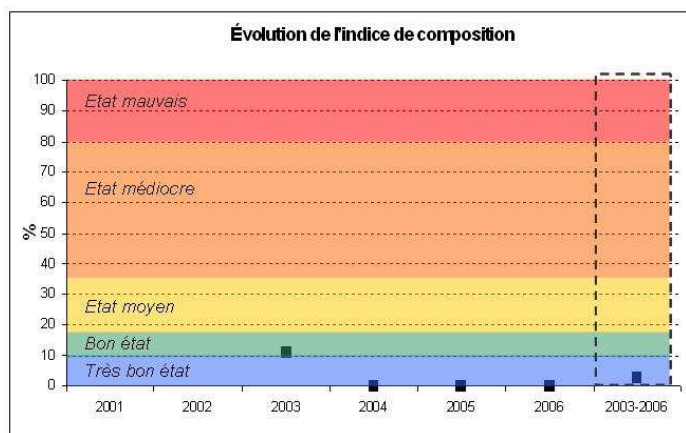
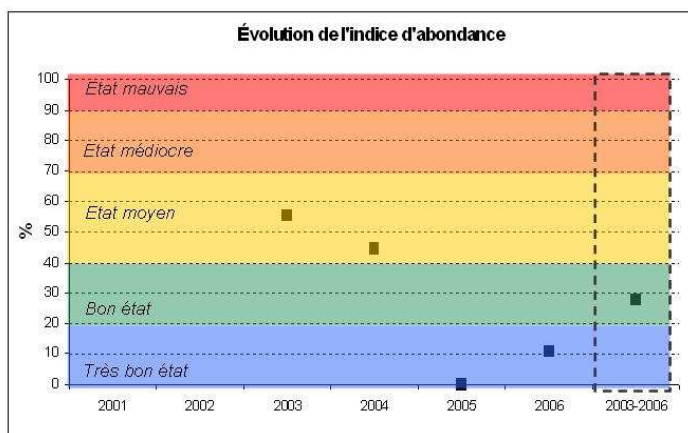
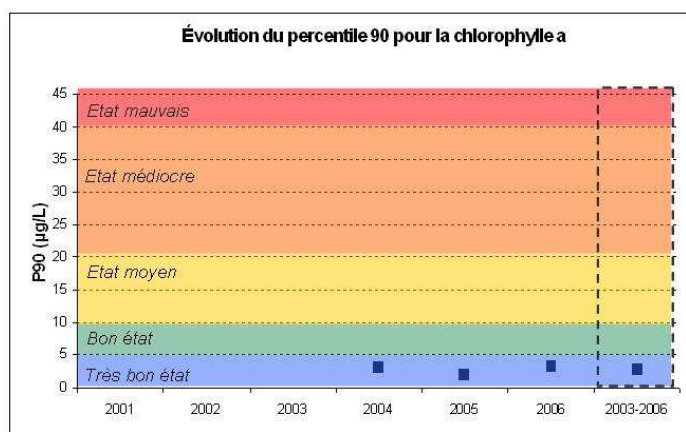
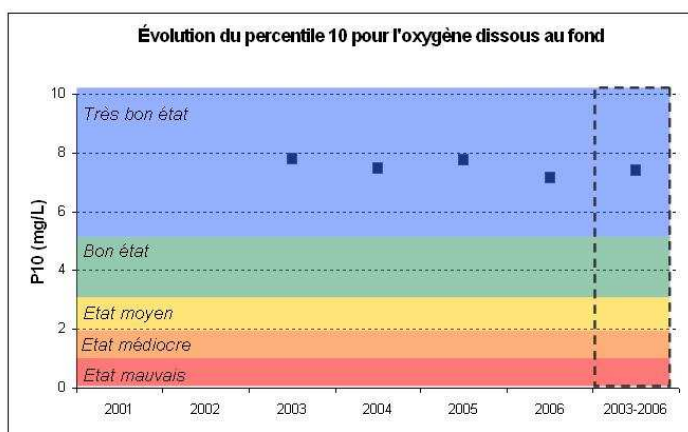
5. Qualité de la masse d'eau

5.1. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton"

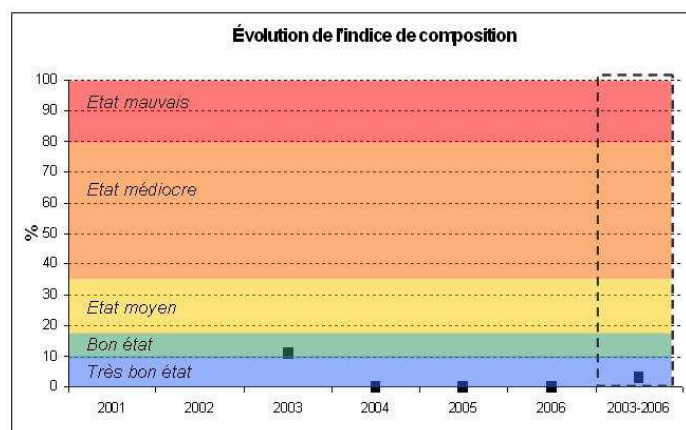
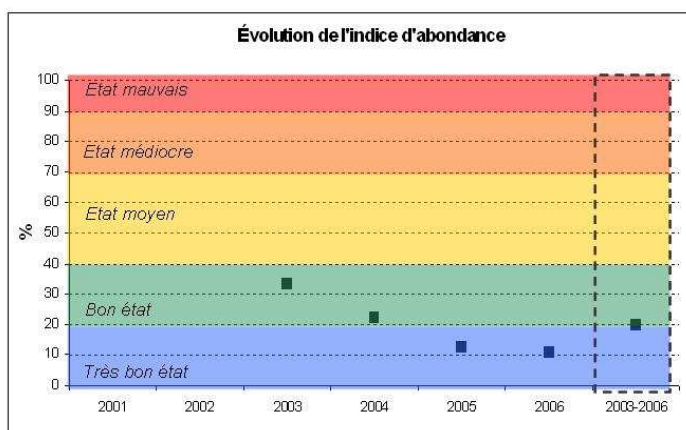
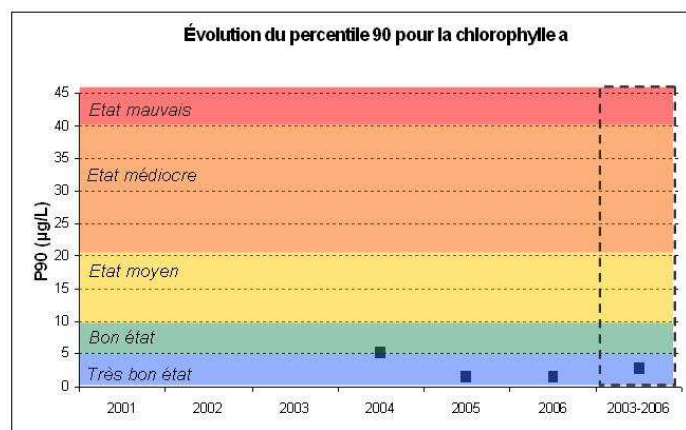
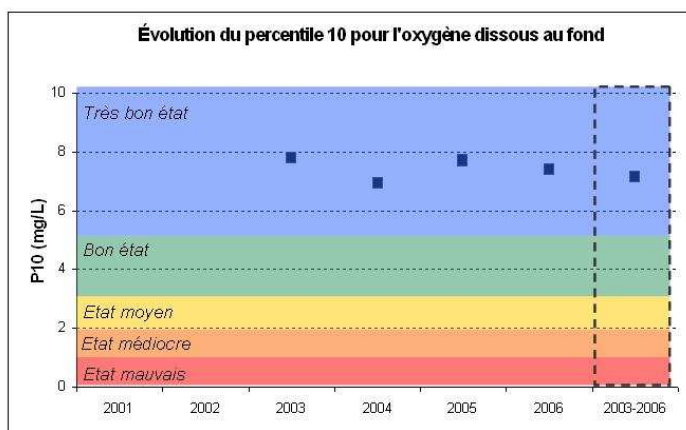
5.1.1. Barneville

Le nombre important (respectivement 55 et 44 %) de blooms présentant des concentrations cellulaires dépassant le seuil de 100 000 cellules/L en 2003 et 2004 oblige à conclure à une qualité moyenne du milieu ces deux années là.

Cependant, globalement sur la période 2003-2006, au regard des autres indicateurs "Phytoplancton", le point de Barneville peut être considéré comme étant de « bonne », voire de « très bonne » qualité.



5.1.2. Jobourg



De même, le point Jobourg présente une qualité d'eau qui peut être qualifiée de « très bonne » sur la période de 2003-2006 du point de vue des indicateurs « Phytoplancton ».

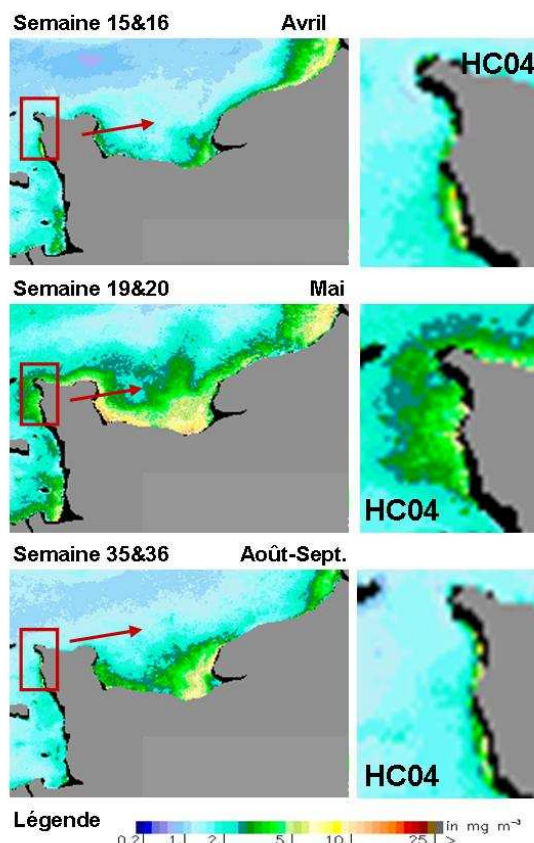
5.2. Synthèse des Indicateurs DCE "Phytoplancton" sur la masse d'eau HC04

HC04	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2003-2006	Global 2003-2006	Global 2003-2006	Global 2003-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Jobourg (2003-2006)	7.15	2.62	20.00	2.86	
Barneville (2003-2006)	7.40	2.66	27.78	2.78	
Synthèse Masse d'eau	7.11	2.82	23.94	2.82	

L'indicateur le plus déclassant de la synthèse globale 2003-2006 est l'indice d'abondance. Il n'entraîne cependant qu'un déclassement minime de la masse d'eau HC04 qui est de « bonne qualité ».

6. Périodes productives et images «satellite»

La période productive débute entre la fin du mois de mars et le début du mois d'avril, entre le cap de Carteret et Flamanville. Les maxima y atteignent alors 9 mg.m^{-3} . Le bloom se propage ensuite sur le reste de la masse d'eau en mai et revient rapidement dès la mi-juin près des côtes où il perdure généralement jusqu'à la fin du mois d'août.



Données produites par la NASA sur la période de 1997/2006 et traitées au moyen de l'algorithme OC5 Ifremer Dynéco/F.Gohin

L'analyse des données «satellite» permet de déterminer un percentile 90 moyen en chlorophylle a sur la masse d'eau HC04. Ce percentile s'élève à 3.20 mg.m^{-3} et est du même ordre de grandeur que la moyenne des percentiles 90 de chacun des points suivis ($2,64 \mu\text{g/L}$). Ces valeurs confirment le « très bon » état de la qualité de cette masse d'eau au regard de l'indicateur DCE "Chlorophylle".

	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m^{-3})	Percentile 90 In situ. 2003/2006 ($\mu\text{g.L}^{-1}$)		Moy
		1ère mesure de Mars à Oct		
HC04	3.20	Barneville	2.66	2.64
		Jobourg	2.62	

7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE)

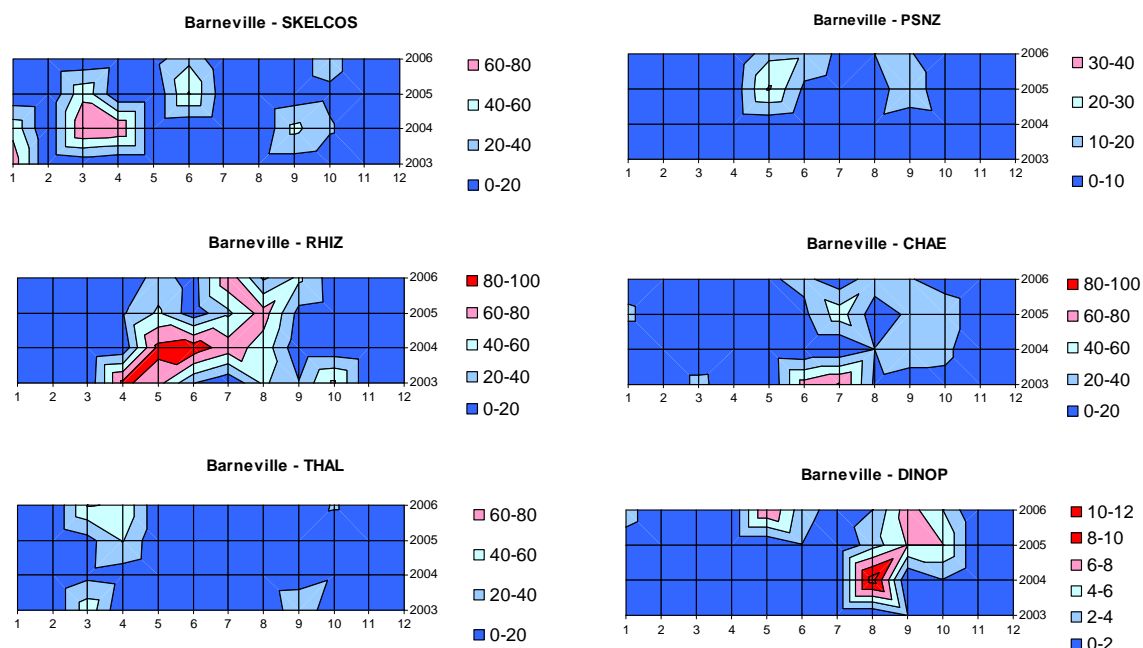
7.1. Barneville

Distribution partielle des principaux taxons sur les 36 flores totales réalisées entre 2003 et 2006 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : CHAE, RHIZDEL et SKELCOS : 21% ; PHAE : 14%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : 33% pour les taxons CHAE, PHAE et GYMNAG (*Gymnodinium nagasakiense*).

Évolution temporelle : la série de 36 flores totales réalisées permet de suivre l'évolution des taxons remarquables :



Évolution temporelle des dominances (%) des principaux taxons, par mois et par année

Commentaires : sur le point de Barneville, à la pointe Nord-Ouest du Cotentin, les dinoflagellés sont un peu plus présents que sur les points situés plus au Sud.

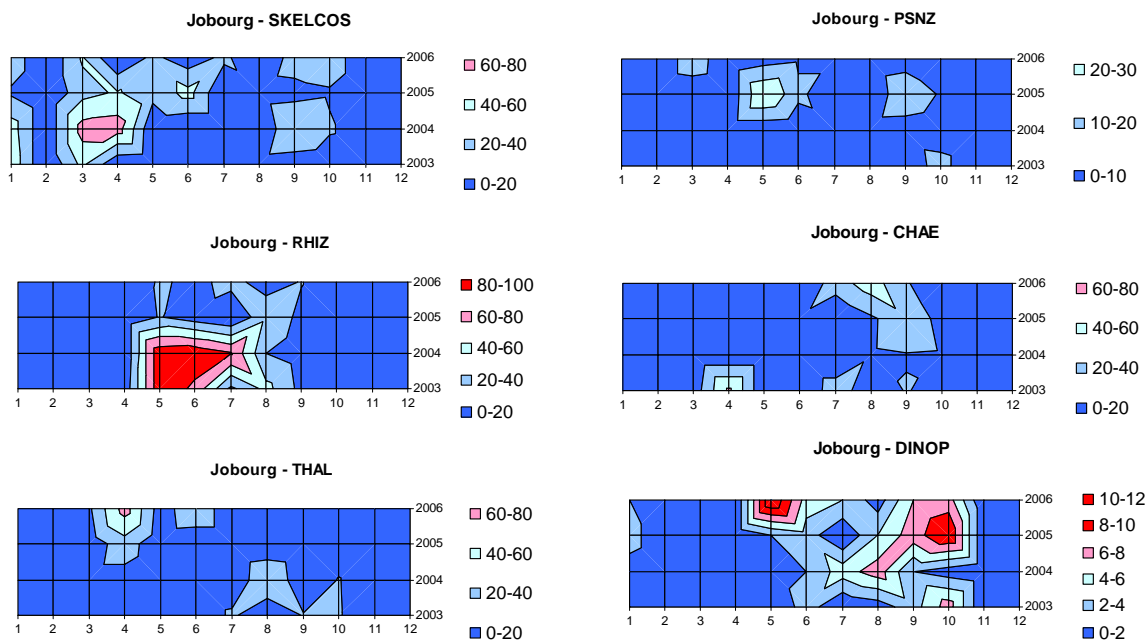
7.2. Jobourg

Distribution partielle des principaux taxons sur les 35 flores totales réalisées entre 2003 et 2006 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : PHAE : 43% ; RHIZDEL : 29% ; GYMNAG et CHAESOC (*Chaetoceros socialis*) : 14%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Evolution temporelle : les 35 flores totales réalisées permettent de suivre l'évolution de quelques taxons remarquables et caractéristiques de cette masse d'eau :

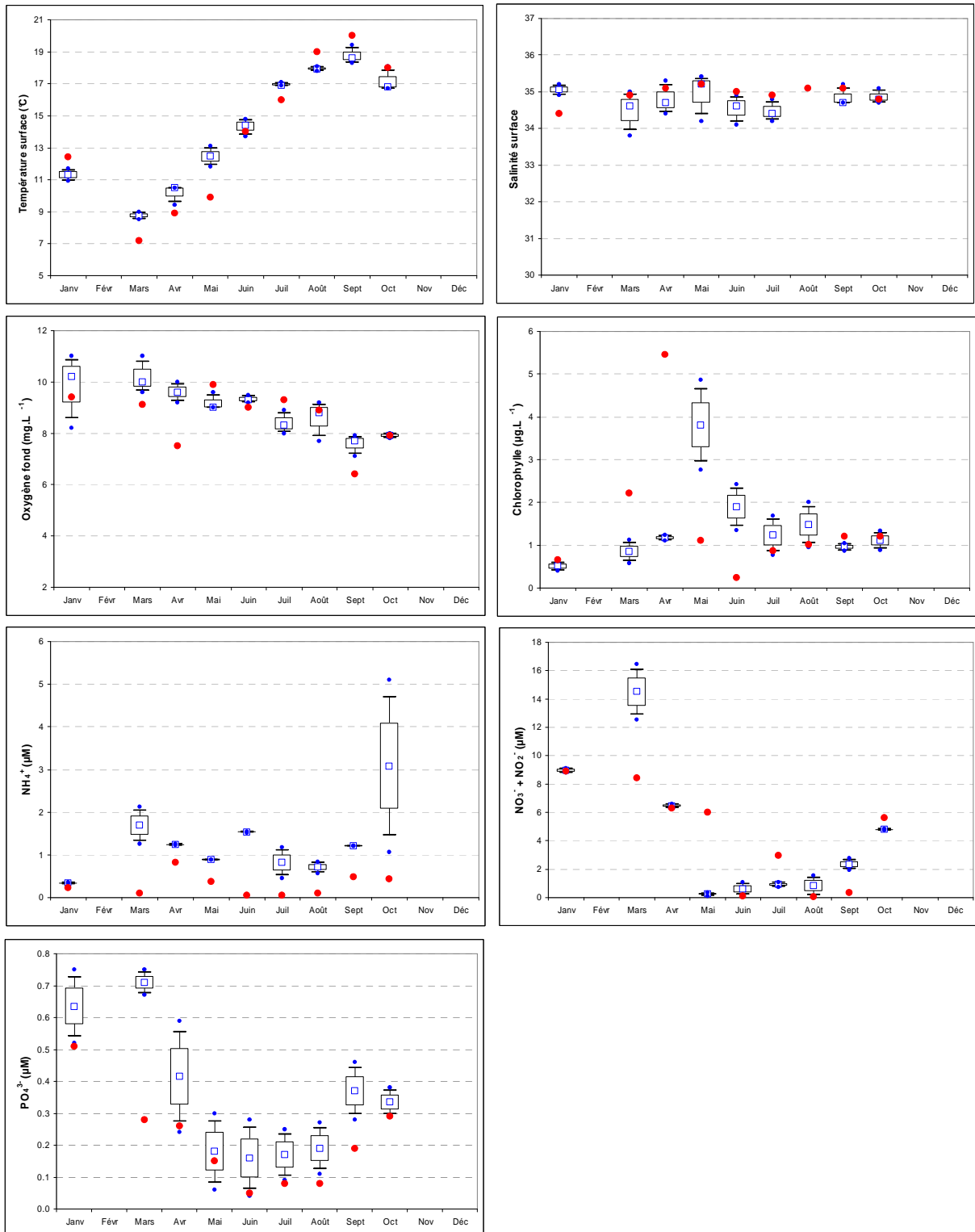


Evolution temporelle des dominances (%) des principaux taxons, par mois et par année

Commentaires : comme au point Barneville, les dinoflagellés sont plus présents que sur les points situés plus au Sud de la côte Ouest du Cotentin.

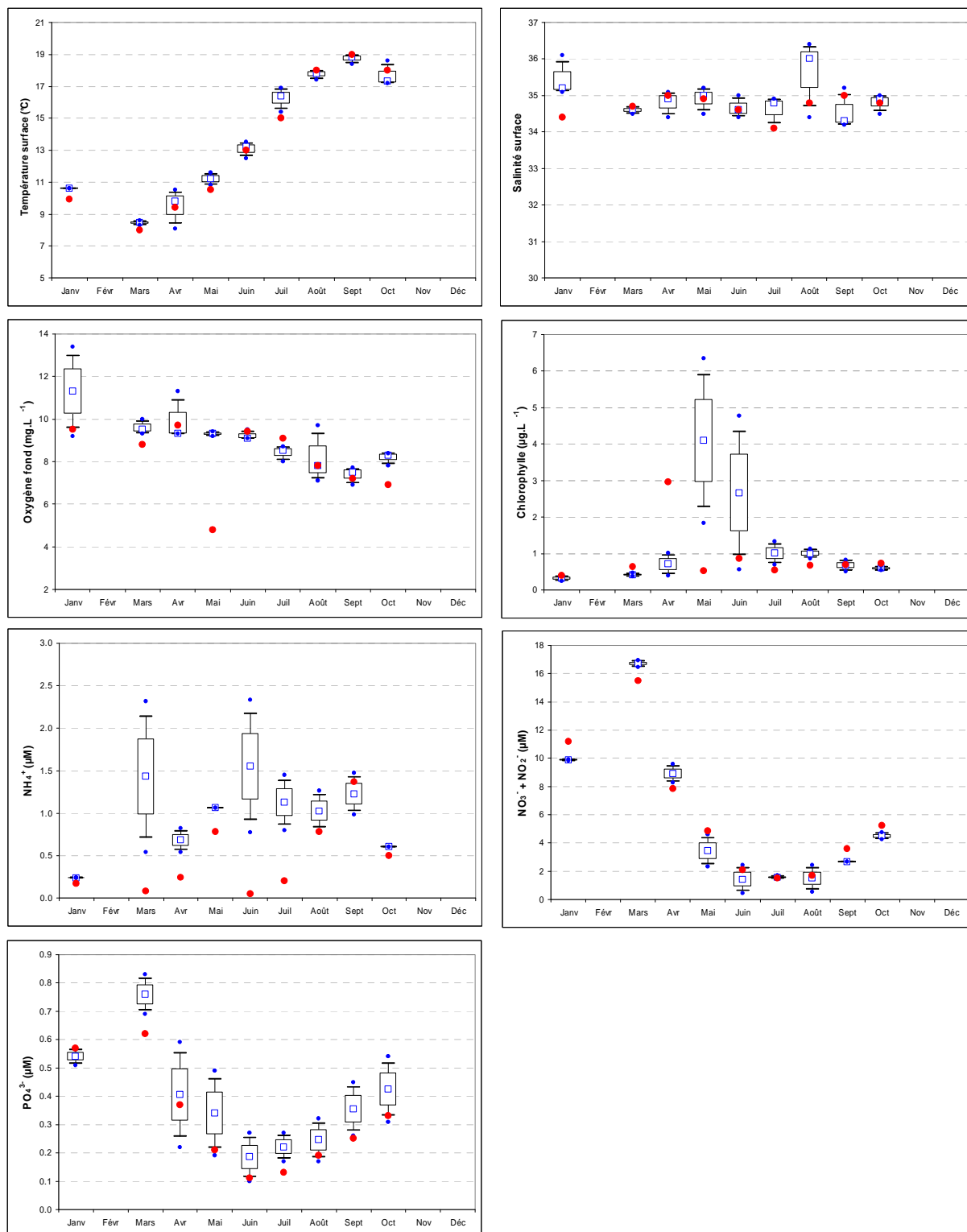
8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques

8.1. Barneville (2003-2006)



Barneville est un point de suivi du programme COGEMA/AREVA. Il est caractéristique de la façade Ouest du Cotentin. En effet, les dessalures sont minimes, la période productive débute dès le mois de mars et les maxima de chlorophylle a dépassent rarement les 5-6 µg.L⁻¹. Les stocks hivernaux en sels nutritifs sont légèrement plus faibles que sur Denneville et se rapprochent des niveaux atteints sur Chausey, soit 15 µM de nitrate et moins de 1 µM de phosphate. Les silicates ne sont pas suivis dans le cadre du programme COGEMA/AREVA.

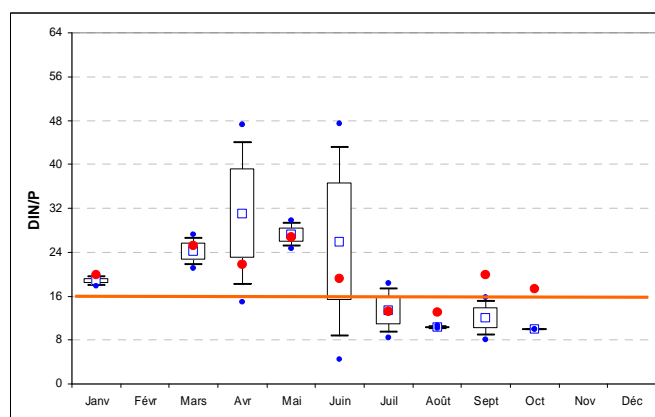
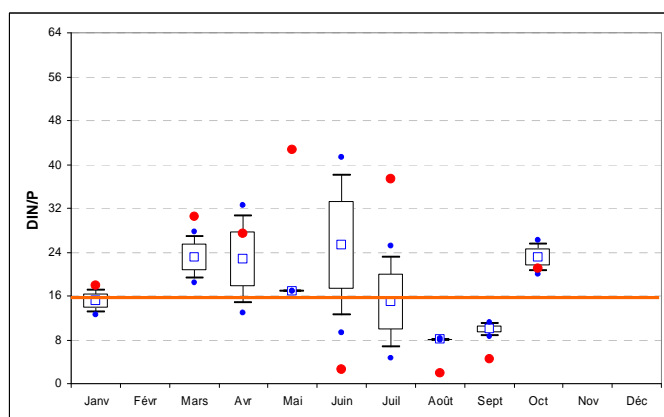
8.2. Jobourg (données 2003-2006)



Le point Jobourg est également un point de suivi du programme COGEMA/AREVA. Comme sur Barneville, les dessalures sont minimales, la période productive débute en mars avec des maxima de chlorophylle a ne dépassant pas les 5-6 µg.L⁻¹. Les stocks hivernaux en sels nutritifs oscillent entre 15 et 20 µM de nitrate et moins de 1 µM de phosphate.

9. Réflexion sur les sels limitants au points Barneville et Jobourg

L'absence de donnée pour le silicate (paramètre non suivi dans le cadre du programme COGEMA/AREVA) ne permet pas d'aborder l'évolution saisonnière du rapport Si/DIN. Néanmoins, l'étude de la distribution du rapport molaire N/P ci-dessous (Jobourg à droite et Barneville à gauche) et l'examen des courbes d'évolution de l'azote pages précédentes montrent que l'azote ne présente jamais de carence marquée dans le milieu, même entre les mois de juillet et de septembre. Il est donc difficile de conclure à une limitation potentielle de la production planctonique par le nitrate et le nitrite sur les deux points de suivi de cette masse d'eau, contrairement à ce qui apparaît sur les masses d'eau situées plus au Sud le long de la côte Ouest du Cotentin.



10. Conclusion

Au regard des indicateurs "Phytoplancton" et des données disponibles, la masse d'eau HC04 peut être considérée comme étant très peu productive, et, *a priori*, sans manifestation de dystrophie. Son état peut être qualifié de « bon », ce qui est en adéquation avec le classement en « Non RNABE » de cette masse d'eau en 2004.

Les cycles biogéochimiques observés sur l'ensemble des points suivis sont classiques et similaires à ceux des autres points de la côte Ouest du Cotentin situés plus au Sud, à deux différences près :

- Les dinoflagellés apparaissent de façon plus fréquente et à des concentrations supérieures sur les deux points de suivi de Barneville et de Jobourg.
- Il ne semble pas y avoir de carence en azote lors de la période productive

Enfin, cette masse d'eau est également marquée par son hydrodynamisme : les courants de marée y sont parmi les plus violents d'Europe, et les tempêtes hivernales y génèrent des houles d'amplitudes peu banales (pouvant atteindre une dizaine de mètres). Cet hydrodynamisme permet un brassage très important de cette masse d'eau, ce qui explique qu'elle ait été retenue pour accueillir la centrale nucléaire de Flamanville ainsi que l'usine de retraitement des déchets nucléaires de la Hague.

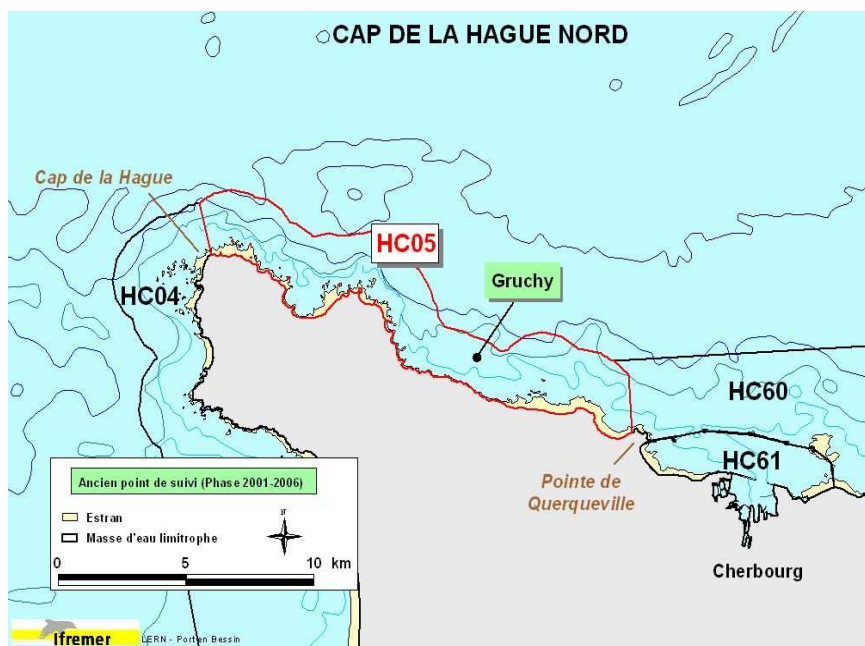
Le suivi sera dorénavant (2008-2013) assuré à partir du point Diélette, positionné dans la partie centrale de la masse d'eau.

Masse d'eau HC05

Cap de la Hague Nord

1. Localisation de la zone

La masse d'eau HC05 englobe le linéaire côtier situé entre les pointes de la Hague et de Querqueville.



N° de masse d'eau : HC05
Genre : masse d'eau côtière
Type : Ct 15
Classement 2004 : non RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Gruchy		49° 41.7200' N	001° 46.9200' W	2004 - 2005

2. Caractéristiques physiques de la zone

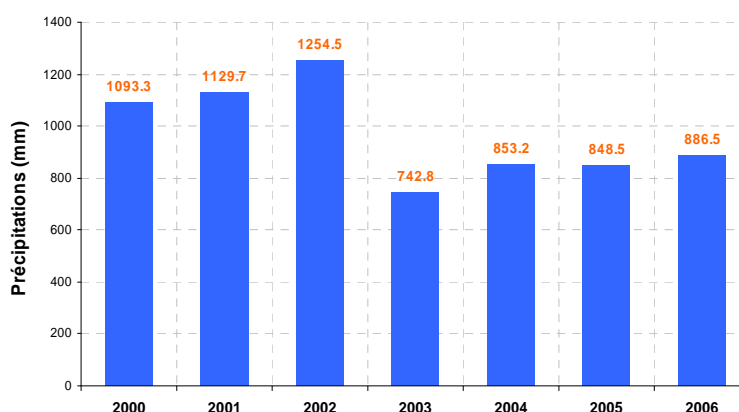
Surface : 51 km² (dont 5,1 km² en zone intertidale, soit 10 % de la superficie totale)

Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	2.45	5.2	6.65	Omonville-la-Rogue

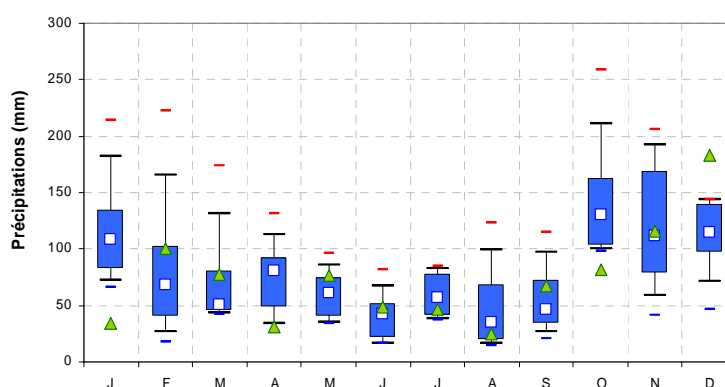
Précipitations : Les précipitations enregistrées à Cherbourg en 2006 sont caractéristiques d'une année sèche, avec des moyennes aux mois de janvier, avril et octobre comparables ou inférieures aux minima enregistrés sur la période 2000-2005.

Au contraire, les précipitations enregistrées au mois de décembre dépassent largement les maxima de la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Cherbourg



Évolution mensuelle des précipitations à Cherbourg



Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

Caractéristiques des principaux bassins versants et de leurs fleuves côtiers : non renseigné

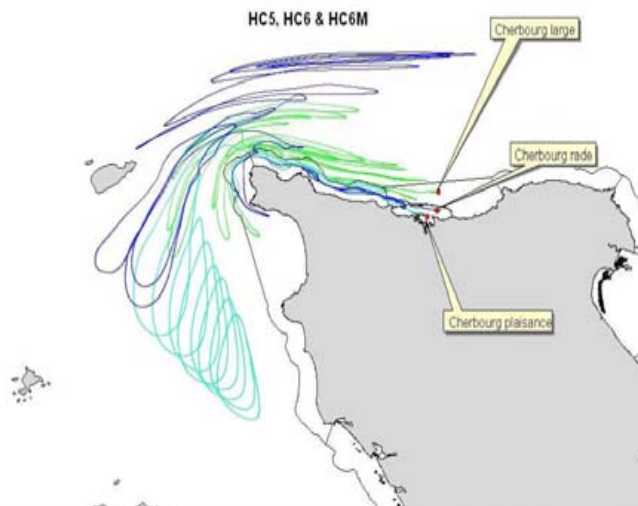
3. Activités et usages sur la zone

Pas d'activité conchylicole ; quelques zones de baignade. Littoral très peu urbanisé. Présence de l'usine COGEMA/AREVA de retraitement des déchets nucléaires à la Hague, mais qui effectue ses rejets dans le secteur de Jobourg, dans la masse d'eau HC04 (Ouest Cotentin).

A compléter à l'avenir...

4. Courantologie

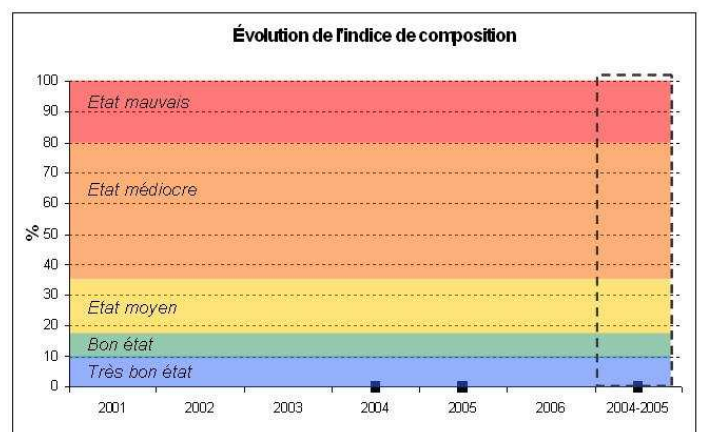
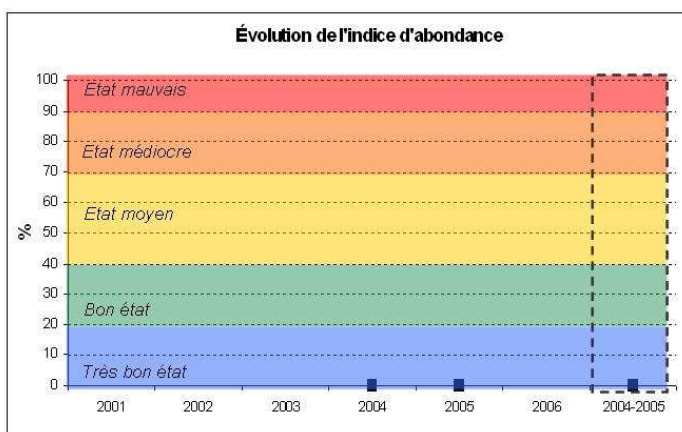
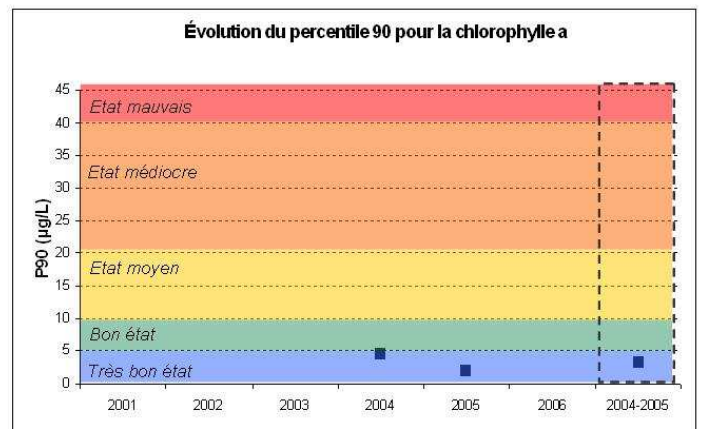
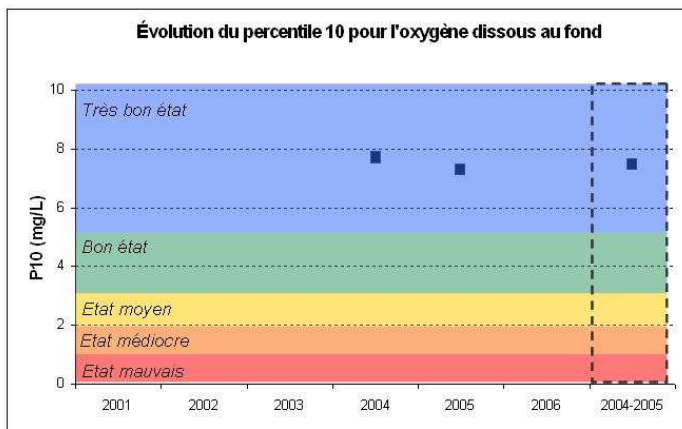
Entre la pointe de Nacqueville et le cap de la Hague, le jusant porte globalement à l'Ouest. Il est plus fort et dure plus longtemps que le flot qui porte à l'Est. Les vitesses maximales de courant peuvent atteindre 10 nœuds (en marée de vives eaux) au cap de la Hague et sont de l'ordre de 2 à 3 nœuds (en marée de vives eaux) dans le secteur de Gruchy.



D'après la simulation hydrodynamique (ci-contre), les particules lâchées dans l'Est du point Gruchy sortent de la masse d'eau suivant une résiduelle très nettement orientée vers l'Ouest. L'hydrodynamisme très marqué de cette masse d'eau est un facteur d'homogénéisation, ce que confirment les images «satellite» (Cf. Périodes productives) qui présentent des teneurs en chlorophylle uniformes.

5. Qualité de la masse d'eau

5.1. Évolution des indicateurs DCE «Phytoplancton»



Pour tous les indicateurs «Phytoplancton», la masse d'eau HC05 est d'une « très bonne » qualité sur la période 2004-2005.

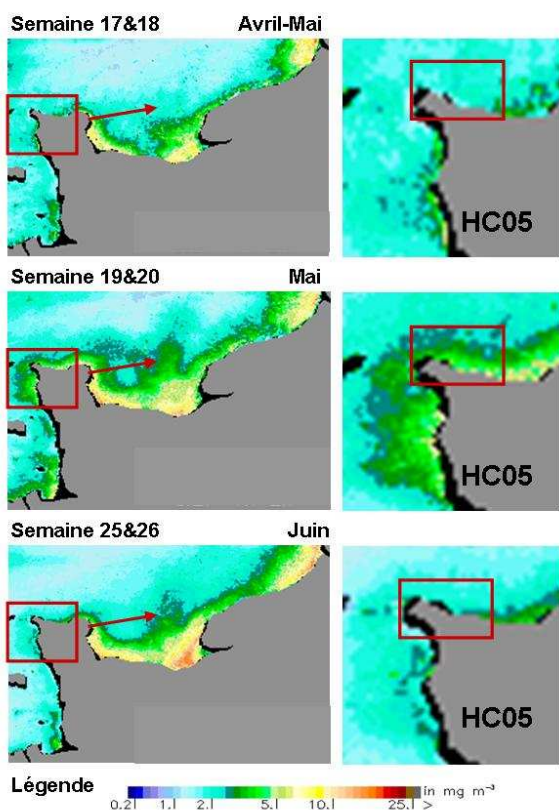
5.2. Synthèse des Indicateurs DCE “Phytoplancton” sur la masse d’eau HC05

HC05	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2004 -2005	Global 2004 -2005	Global 2004 -2005	Global 2004 -2005	Le plus déclassant des indicateurs
Gruchy (2004-2005)	7.46	3.28	0.00	0.00	
Synthèse Masse d'eau	7.46	3.28	0.00	0.00	

Au regard de l'ensemble des indicateurs “Phytoplancton”, la synthèse globale 2004-2005 permet de conclure que la masse d’eau HC05 est de « très bonne qualité ».

6. Périodes productives et images «satellite»

La période productive débute entre la fin du mois d'avril et le début du mois de mai. Durant le mois de mai, les maxima atteignent des teneurs en chlorophylle a de l'ordre de 5 mg m⁻³. Le signal de chlorophylle disparaît ensuite rapidement dès la fin juin.



L'analyse des données «satellite» permet de déterminer un percentile 90 moyen en chlorophylle a sur la masse d'eau HC05 de 1,86 mg.m⁻³. Légèrement inférieur au percentile 90 déterminé au moyen du suivi réalisé sur Gruchy, il confirme néanmoins le très bon état de la qualité de cette masse d'eau du point de vue de cet indicateur.

	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m ⁻³)	Percentile 90 In situ. 2004/2006 (µg.L ⁻¹)
		1ère mesure de Mars à Oct
HC05	1.86	Gruchy 3.28

Données produites par la NASA sur la période de 1997/2006 et traitées au moyen de l'algorithme OC5 Ifremer Dynéco/F.Gohin

7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE) sur Gruchy en 2004 et 2005

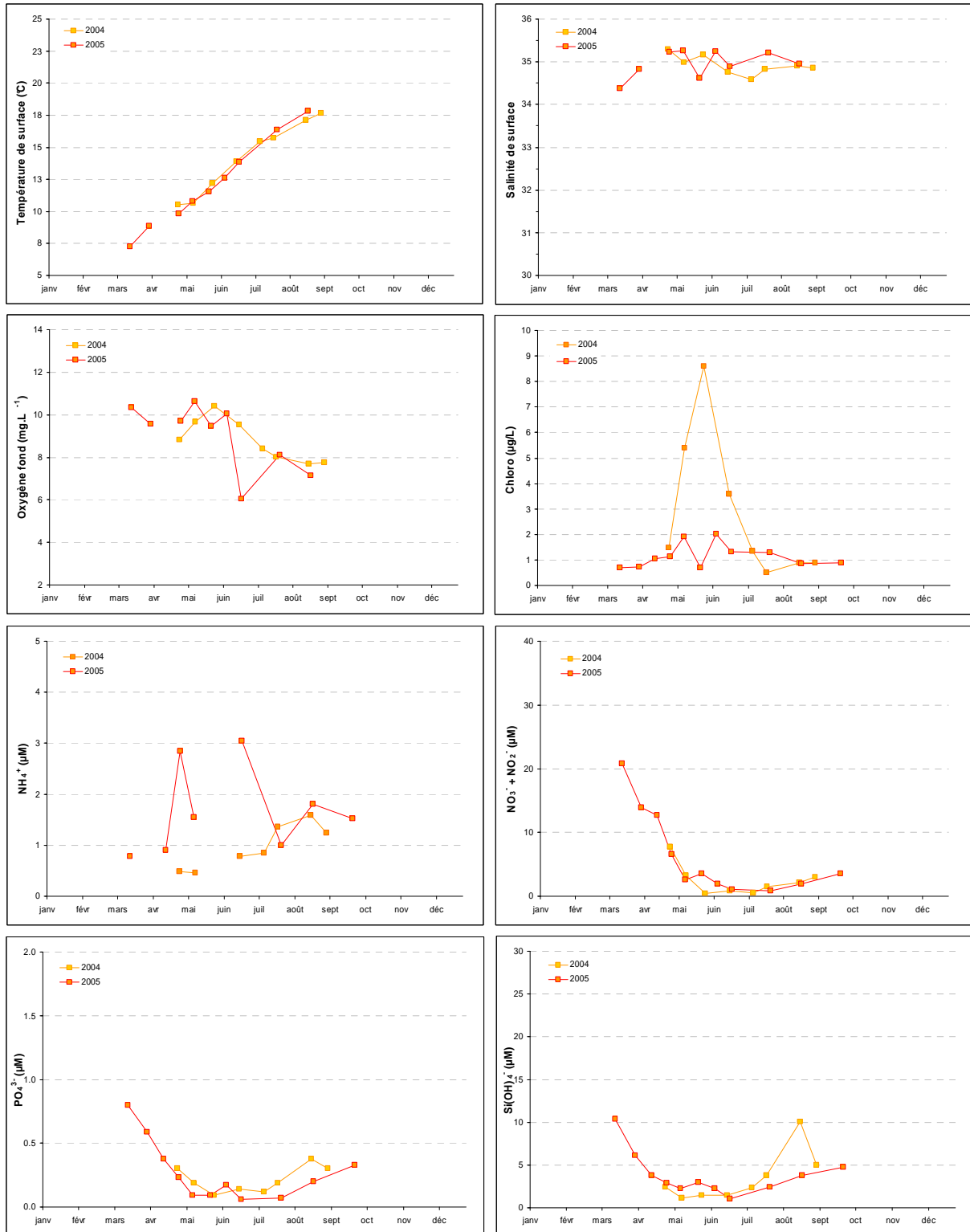
Distribution partielle des principaux taxons sur les 19 flores (partielles) réalisées entre 2004 et 2005 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : RHIZDEL : 100%

Seuil > 1 000 000 cellules/L : Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : Bien que nous ne disposions que de deux années d'échantillonnage, les peuplements présents semblent être représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

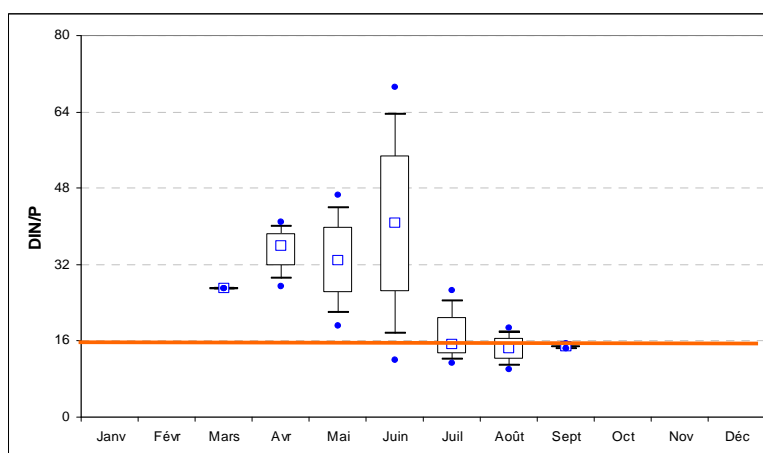
8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques (Gruchy 2004-2005)



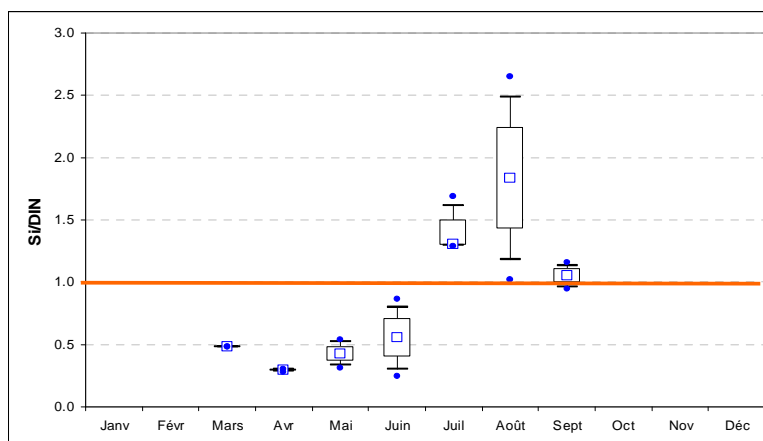
Le maximum de chlorophylle a a atteint $8.7\mu\text{g.L}^{-1}$ en 2004, contre seulement $2\mu\text{g.L}^{-1}$ en 2005. Les maxima de dessalures sont observés au mois de mars mais restent très faibles (inférieurs à 1 pour mille). Les stocks de sels nutritifs en fin d'hiver (en mars) atteignent environ 20 μM de nitrate, 10 μM de silicate et moins d'1 μM de phosphate.

9. Réflexion sur les sels limitants à Gruchy (2004 et 2005)

De juillet à septembre, la valeur du rapport molaire N/P oscille autour de la valeur seuil de 16. Mais 2004 et 2005 semblent avoir été deux années quelque peu différentes : la carence en azote, si carence il y a eu, semble avoir débuté dès juin en 2004, et seulement à partir de juillet en 2005 (avec une prolongation jusqu'en août dans les deux cas). Une carence en phosphore ne serait pas non plus à exclure en 2005, ainsi que le montrent les graphes page précédente. Il y aurait par conséquent eu en 2005 une double limitation potentielle de la production de biomasse phytoplanctonique par l'azote et par le phosphore.



L'étude du rapport Si/N, ainsi que l'examen des courbes de concentration de la page précédente montrent qu'il n'y a pas eu de limitation potentielle par la silice durant les étés 2004 et 2005 sur cette masse d'eau, les concentrations en silice n'étant jamais inférieures à 1µM.



10. Conclusion

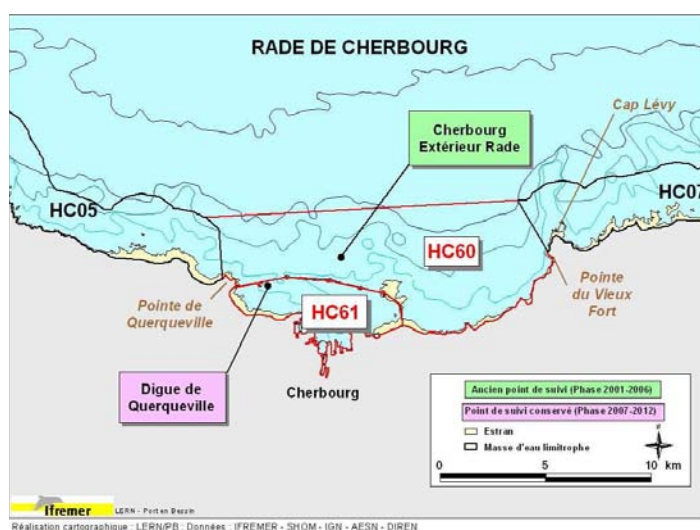
Au regard de l'évolution des indicateurs "Phytoplancton" et des paramètres suivis, la masse d'eau HC05 peut être considérée comme peu productive (elle présente de faibles biomasses phytoplanctoniques), et, *a priori* sans manifestation de dystrophie. Son état peut être qualifié de « très bon ». Sans enjeux environnementaux ou économiques, et sans problème trophique, elle ne sera plus suivie dans le cadre du RHLN 2008-2013.

Masses d'eau HC60 et HC61

Rade de Cherbourg

1. Localisation de la zone

La masse d'eau HC60 couvre la partie centrale du Nord Cotentin, depuis la pointe de Querqueville jusqu'à l'Ouest du Cap Lévy (pointe du vieux fort), en passant par le large du port de Cherbourg. La masse d'eau HC61 correspond à la rade de Cherbourg.



N° de masse d'eau :

HC60 / HC61

Genre : masse d'eau côtière

Type : Ct 16

Classement 2004 :
non RNABE / RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Cherbourg Ext. Rade		49° 41.0100' N	001° 36.7200' W	200 4 - 2006
Digue de Querqueville	Surveillance	49° 40.3462' N	001° 39.7674' W	2005 - en cours

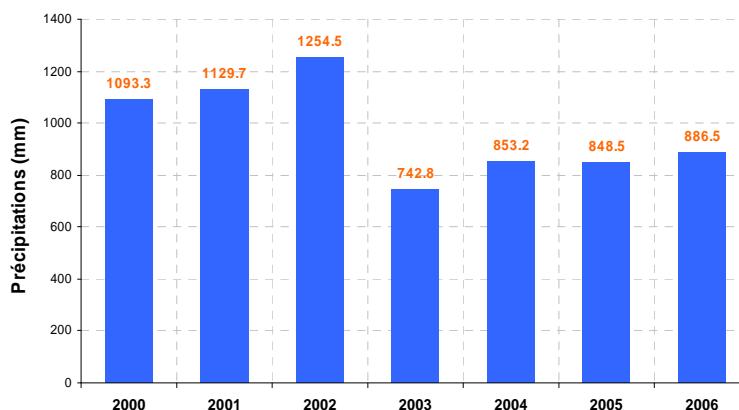
2. Caractéristiques physiques de la zone

Surface :
HC60 : 64 km² (dont 2 km² en zone intertidale, soit 3 % de la superficie totale)
HC61 : 16,1 km² (dont 1,7 km², soit 11% en zone intertidale)

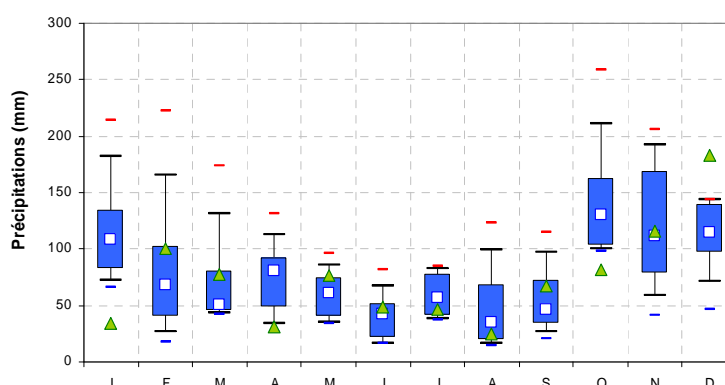
Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	2.55	5.3	6.7	Cherbourg

Précipitations : Les précipitations enregistrées à Cherbourg en 2006 sont caractéristiques d'une année sèche, avec des moyennes aux mois de janvier, avril et octobre comparables ou inférieures aux minima enregistrés sur la période 2000-2005. Néanmoins les précipitations enregistrées au mois de décembre dépassent largement la valeur maximale de la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Cherbourg



Évolution mensuelle des précipitations à Cherbourg



Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

Caractéristiques des principaux bassins versants et de leurs fleuves côtiers :

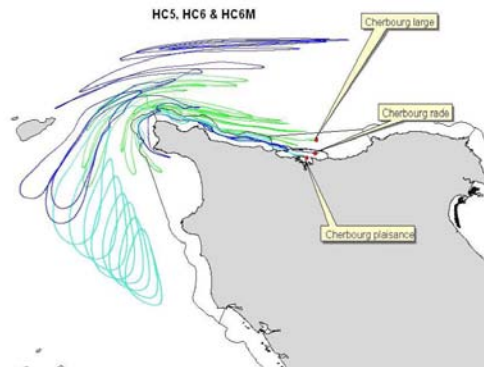
Nom Station	Période de mesure	Bassin versant (km ²)	Débit mensuel moyen m ³ .s ⁻¹												Débit annuel moyen m ³ .s ⁻¹	Source
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Le Lucas à Querqueville	1993-1997	6.5	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.11	Fiche DIREN
La Divette à Octeville	1968 - 2007	102	3.0	2.8	2.2	1.6	1.1	0.8	0.6	0.5	0.6	0.9	1.8	2.5	1.52	Banque HYDRO

3. Activités et usages sur la zone : importante zone portuaire de fret, de passagers, chantiers de construction et réparation navales (civils et militaires), port militaire avec stockage de produits radioactifs...**à compléter à l'avenir...**

4. Courantologie

A l'extérieur de la rade de Cherbourg (masse d'eau HC60), les courants alternatifs de marée sont sensiblement parallèles à la côte. Le flot qui porte à l'Est dure moins longtemps que le jusant, mais les courants sont plus forts. A 2 milles au Nord Ouest de la Passe de l'Ouest (ouverture Ouest de la digue du port de Cherbourg), la vitesse maximale du courant de flot peut atteindre 3 à 4 nœuds en marée de vives eaux.

A l'intérieur de la rade de Cherbourg (masse d'eau HC61), le flot, portant à l'Est, entre au niveau de la passe de l'Ouest de la grande digue avec des vitesses maximales de 2 nœuds et sort au niveau des passes de l'Est et de Collignon (Passe Cabart Danneville). Au jusant, le courant entre principalement par la passe de Collignon et peut atteindre des vitesses maximales de 3 à 4 nœuds également (en vives eaux), ressortant ensuite par la passe de l'Ouest.

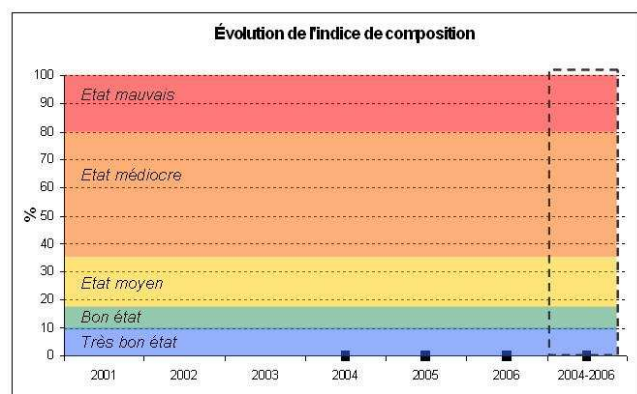
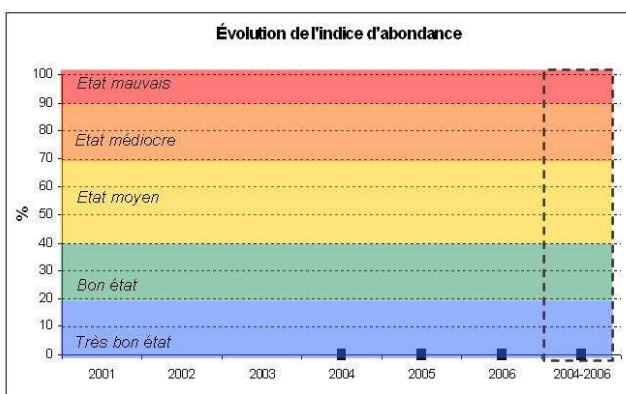
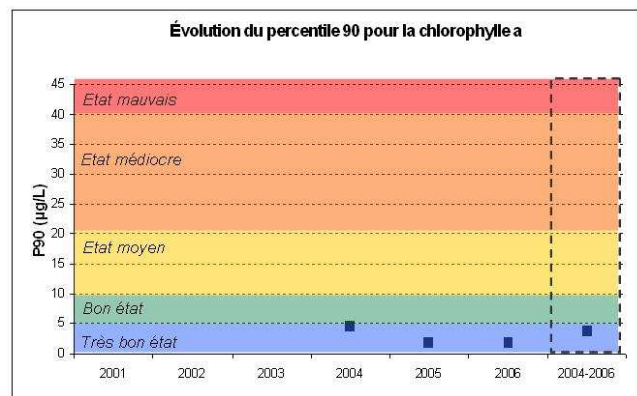
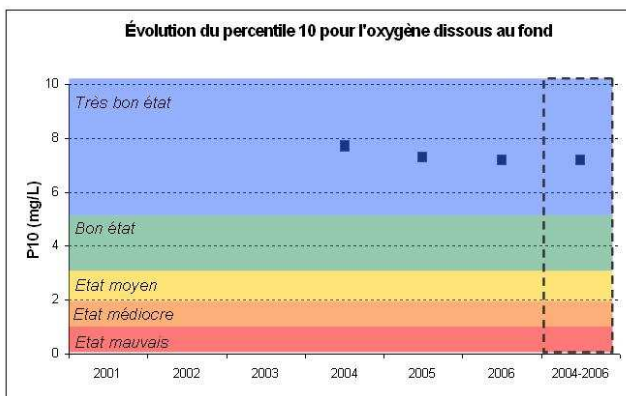


D'après la simulation hydrodynamique (ci-dessus), les particules lâchées sur Cherbourg suivent les courants de marée et sortent de la masse d'eau suivant une résiduelle très nettement orientée vers l'Ouest. L'hydrodynamisme très marqué de cette masse d'eau est un facteur d'homogénéisation, ce que confirment les images «satellite» (Cf. périodes productives) qui présentent des teneurs en chlorophylle uniformes.

5. Qualité de la masse d'eau

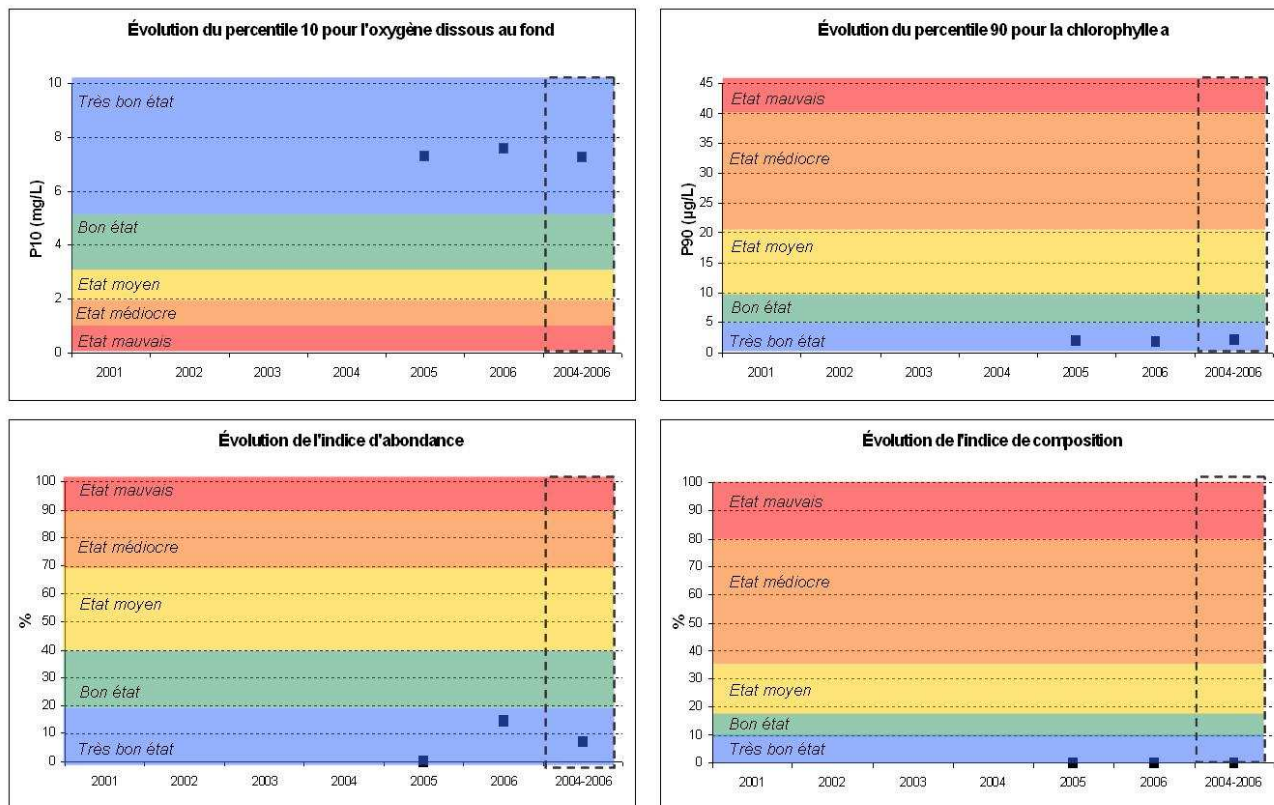
5.1. Évolution des indicateurs DCE «Phytoplancton»

5.1.1. Cherbourg extérieur rade



Au regard de l'ensemble des indicateurs "Phytoplancton", la masse d'eau HC60 est de « très bonne » qualité sur la période 2004-2006.

5.1.2. Digue de Querqueville



Au regard de l'ensemble des indicateurs "Phytoplancton", la masse d'eau HC61 est d'une « très bonne » qualité sur la période 2005-2006.

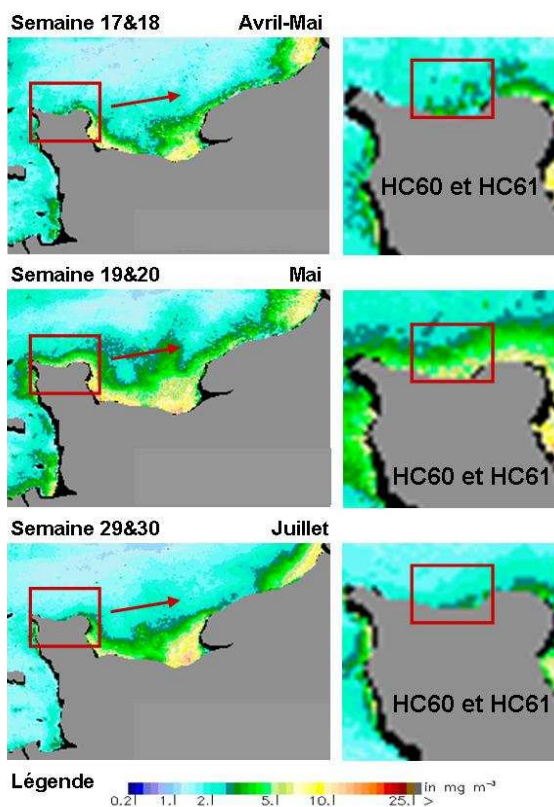
5.2. Synthèse des Indicateurs DCE "Phytoplancton" sur les masses d'eau HC60 et HC61

HC60	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2004-2006	Global 2004-2006	Global 2004-2006	Global 2004-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Cherbourg (2004-2006)	7.18	3.86	0.00	0.00	
Synthèse Masse d'eau	7.18	3.86	0.00	0.00	
HC61	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2005-2006	Global 2005-2006	Global 2005-2006	Global 2005-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Querqueville (2005-2006)	7.25	2.14	7.14	0.00	
Synthèse Masse d'eau	7.25	2.14	7.14	0.00	

Les synthèses globales 2004-2006 sur la masse d'eau HC60, et 2005-2006 sur la masse d'eau HC61, indiquent que les deux masses d'eau sont de « très bonne » qualité.

6. Périodes productives et images «satellite»

La période productive débute entre la fin du mois d'avril et le début du mois de mai. Durant le mois de mai, les maxima de chlorophylle *a* mis en évidence par le satellite atteignent entre 5 et 6 mg m⁻³ (les valeurs obtenues *in situ* sont légèrement supérieures). Le bloom se prolonge ensuite jusqu'à la fin du mois de juillet.



Données produites par la NASA sur la période de 1997/2006 et traitées au moyen de l'algorithme OC5 Ifremer Dynéco/F.Gohin

L'analyse des données «satellite» a permis de déterminer un percentile 90 moyen, sur la masse d'eau HC60, de 2,74 mg.m⁻³ (Chlorophylle *a*). Légèrement inférieur au percentile 90 calculé à partir des données acquises *in situ* sur le point Cherbourg, il confirme néanmoins le très bon état de la qualité de cette masse d'eau du point de vue de cet indicateur DCE.

	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m ⁻³)	Percentile 90 In situ. 2004/2006 (µg.L ⁻¹)	
		1ère mesure de Mars à Oct	
HC60	2.74	Cherbourg	3.86

7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE)

7.1. Cherbourg extérieur rade

Distribution partielle des principaux taxons sur 22 flores (partielles) réalisées entre 2004 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : RHIZDEL : 100%

Seuil > 1 000 000 cellules/L : Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : les peuplements phytoplanctoniques présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

7.2. Digue de Querqueville

Distribution partielle des principaux taxons sur 25 flores (partielles) réalisées entre 2005 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : 50% pour SKELCOS et CHAE.

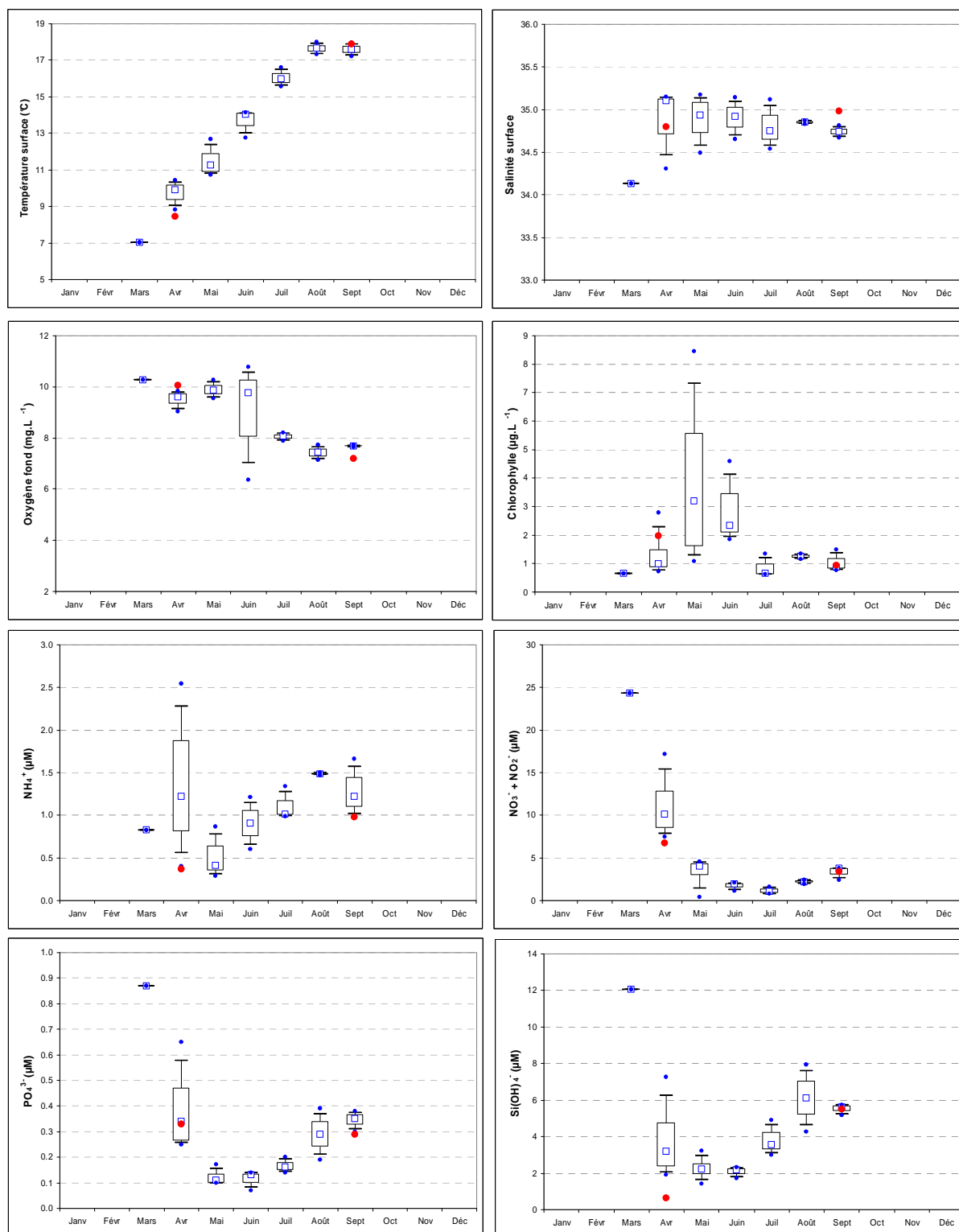
Seuil > 1 000 000 cellules/L : Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : contrairement aux flores du point Cherbourg, *i.e.* de l'extérieur de la rade, nous observons dans la masse d'eau HC61 des peuplements plus caractéristiques des baies, avec une plus forte dominance des espèces telles que *Skeletonema costatum*.



8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques

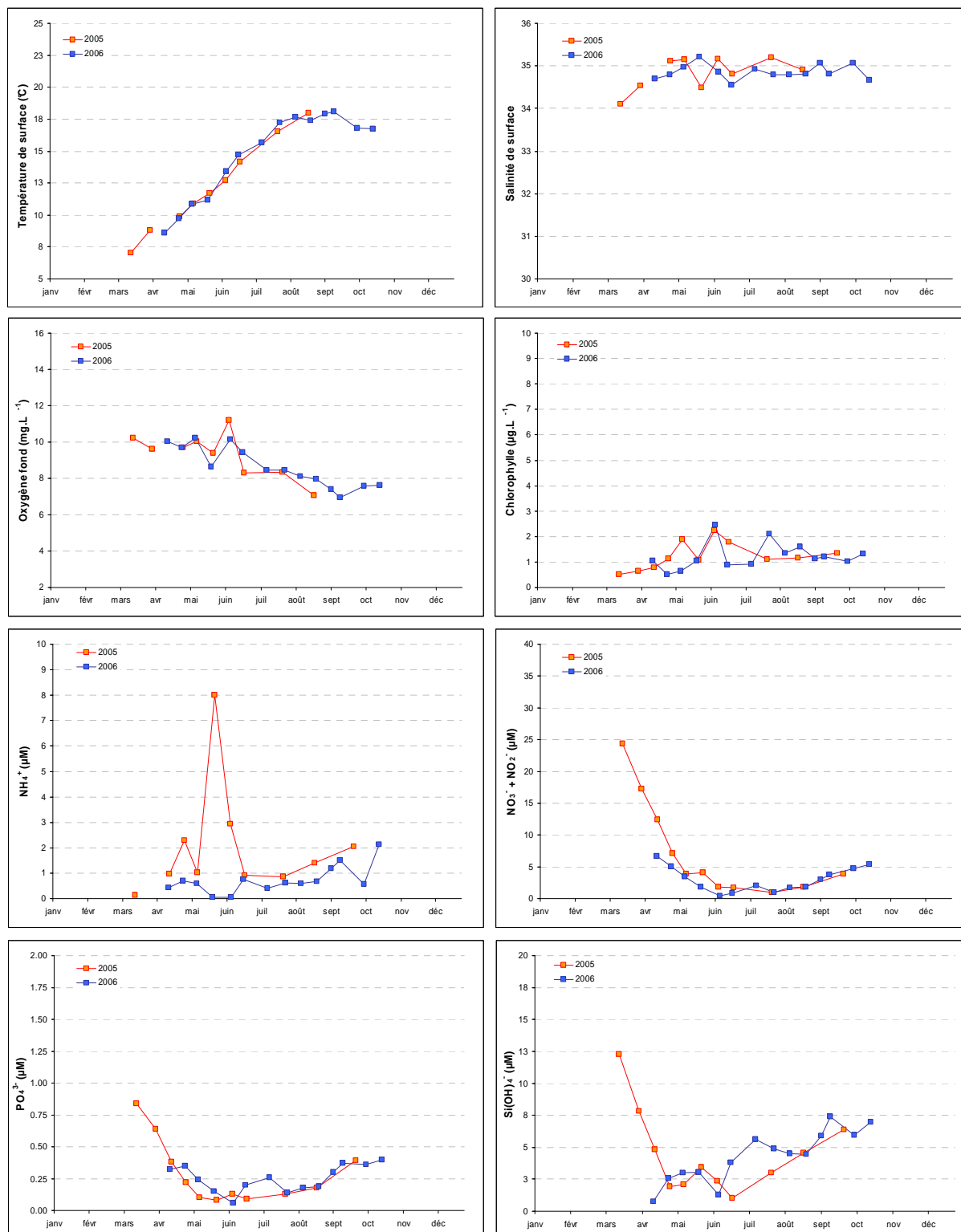
8.1. Cherbourg extérieur rade (2004-2006)



La période productive débute vers la fin avril et s'amplifie au cours du mois de mai pour atteindre un pic de chlorophylle a compris entre 8 et 9 µg.L⁻¹. Ce développement phytoplanctonique engendre une baisse marquée du phosphate et du nitrate, mais moins du silicate.

Les maxima de dessalures sont observés au mois de mars mais ils restent très faibles (inférieur à 1 pour mille). Les stocks de sels nutritifs en fin d'hiver (en mars) atteignent environ 25 μM de nitrate, 12 μM de silicate et moins d'1 μM de phosphate.

8.2. Digue de Querqueville (2005-2006)

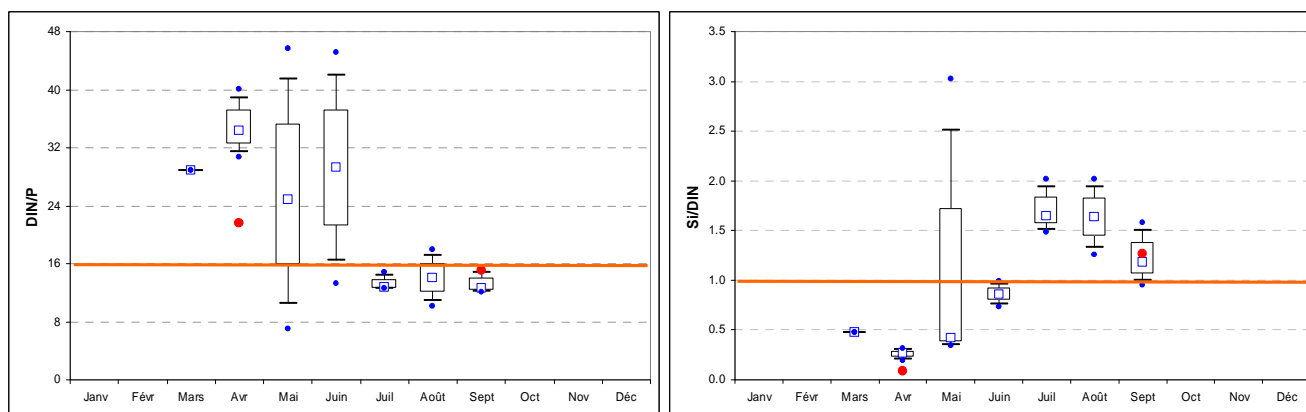


Sur les deux années de suivi, la période productive a débuté à l'intérieur de la rade de Cherbourg entre la fin avril et la fin mai. Les maxima en chlorophylle n'ont pas dépassé $3 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Les dessalures maximales ont été observées au mois de mars, mais sont restées très faibles (inférieures à 1 pour mille). Les stocks de sels nutritifs en fin d'hiver (en mars) ont atteint, comme sur le point de l'extérieur de la rade, environ $25 \mu\text{M}$ de nitrate, $12 \mu\text{M}$ de silicate et moins d' $1 \mu\text{M}$ de phosphate.

9. Réflexion sur les sels limitants (au point Cherbourg extérieur rade)

A partir du mois de Juillet, et jusqu'au mois de septembre, la valeur du rapport molaire N/P (selon Redfield et al, 1963) se situe légèrement en dessous de la valeur seuil de 16. Cependant, les graphes pages précédentes montrent que l'azote ne présente pas de carence marquée à l'extérieur de la rade de Cherbourg, et que seule une carence très ponctuelle a pu être enregistrée début juin 2006 à la digue de Querqueville. Globalement, l'azote ne semble donc pas être à l'origine de limitation de la production phytoplanctonique sur ces deux masses d'eau (la silice et le phosphore étant encore moins potentiellement limitants que l'azote durant la période productive).



10. Conclusion

Au regard de l'évolution des indicateurs "Phytoplancton", les masses d'eau HC60 et HC61 sont très peu productives, et, *a priori* sans manifestation de dystrophie.

Leur état peut être qualifié de « très bon ».

Seul le point « Digue de Querqueville » sera maintenu⁴ sur le plan 2008-2013 car les différences entre les deux masses d'eau sont très minimales, et que ce point se situe justement entre ces deux masses d'eau.

Le classement RNABE attribué en 2004 à la masse d'eau HC61 devra être confirmé entre 2008 et 2013.

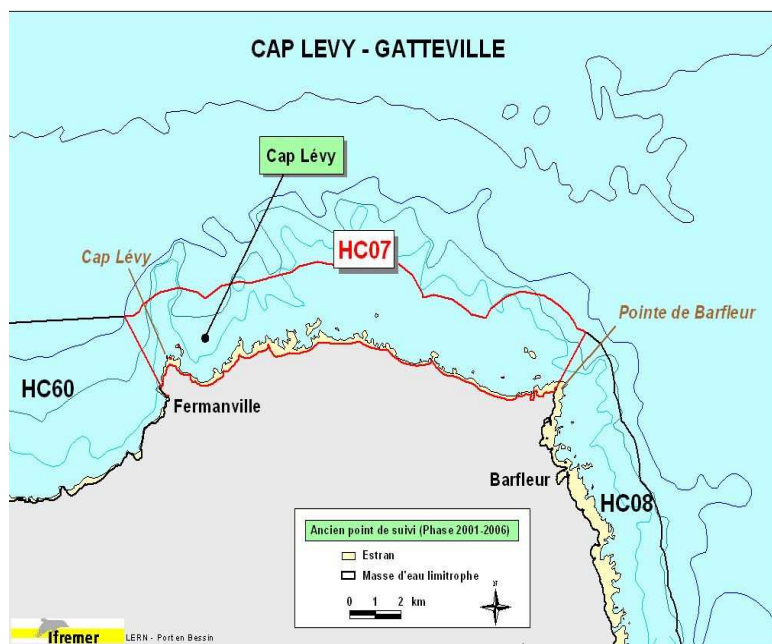
⁴ Même si les peuplements phytoplanctoniques semblent différer quelque peu, avec renforcement de la présence de *Skeletonema costatum* sur le point Digue de Querqueville, espèce caractéristique des « fonds de baies ».

Masse d'eau HC07

Nord Cotentin Est

1. Localisation de la zone

La masse d'eau HC07 englobe la partie Nord Est Cotentin, du Cap Lévy sur la commune de Fermanville jusqu'à Barfleur.



N° de masse d'eau : HC07
Genre : masse d'eau côtière
Type : Ct 15
Classement 2004 : non RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Cap Lévy		49° 42.3200' N	001° 27.2900' W	2004 - 2006

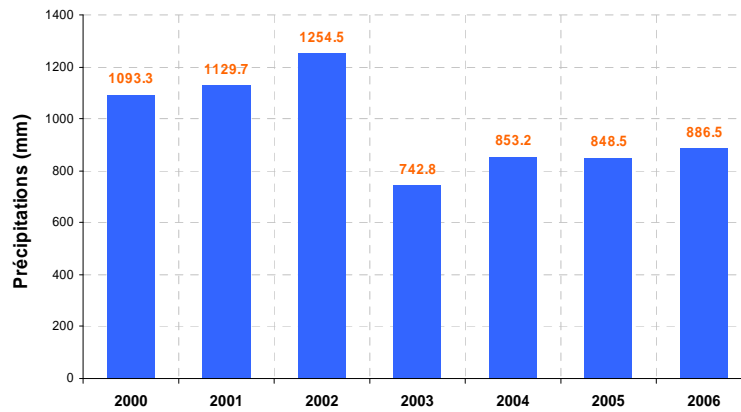
2. Caractéristiques physiques de la zone.

Surface : 46,3 km² (dont 3,6 km² en zone intertidale, soit 8 % de la superficie totale).

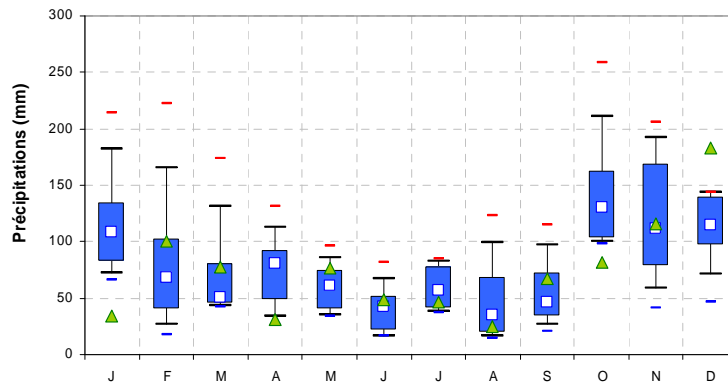
Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	2.55	5.3	6.7	Cherbourg

Précipitations : Les précipitations enregistrées à Cherbourg en 2006 sont caractéristiques d'une année sèche, avec des moyennes aux mois de janvier, avril et octobre comparables ou inférieures aux minima enregistrés sur la période 2000-2005. Néanmoins les précipitations enregistrées au mois de décembre 2006 sont supérieures aux maxima de la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Cherbourg



Évolution mensuelle des précipitations à Cherbourg



Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

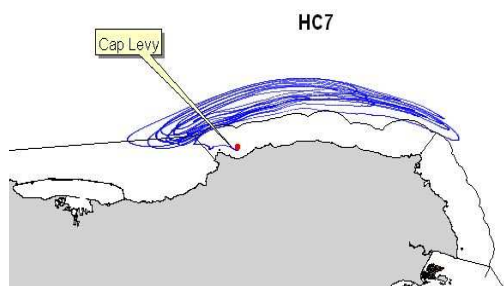
Caractéristiques des principaux bassins versants et de leur rivière : non renseigné

3. Activités et usages sur la zone : à compléter à l'avenir...

4. Courantologie

Entre le Cap Lévy et la pointe de Barfleur, le courant alternatif porte à l'Est au flot et peut facilement atteindre des vitesses maximales de 4 nœuds (en marée de vives eaux). Au passage de la pointe de Barfleur, il s'oriente Sud-Est avec des vitesses maximales de 4 à 5 nœuds (en marée de vives eaux) au flot et Nord-Ouest avec des vitesses similaires au jusant.

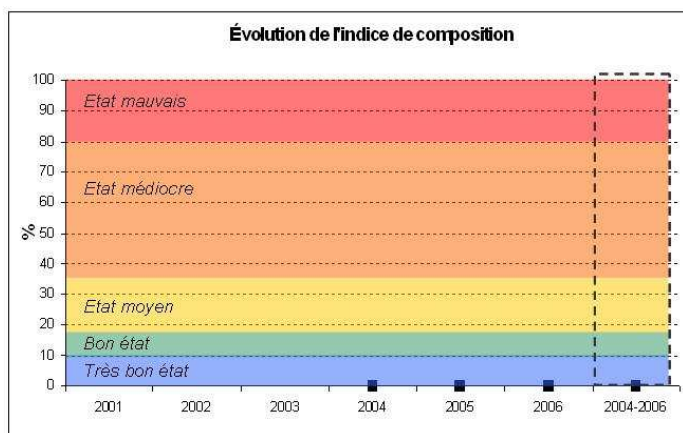
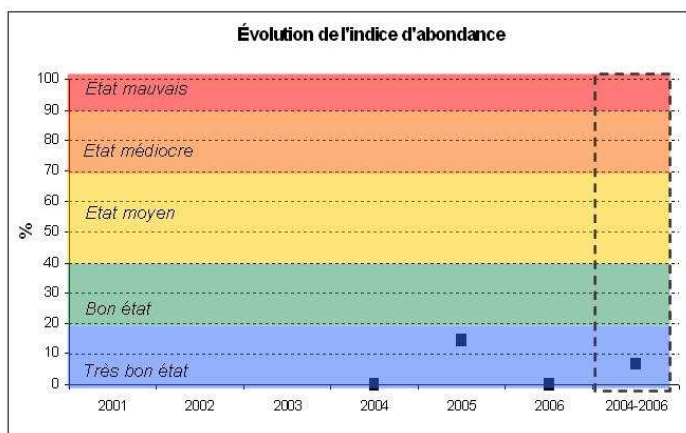
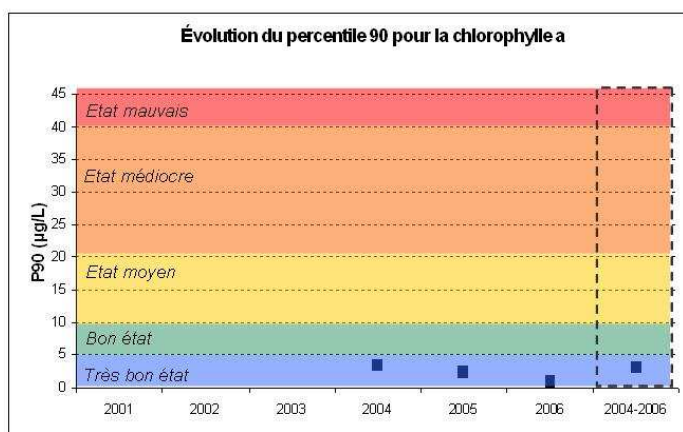
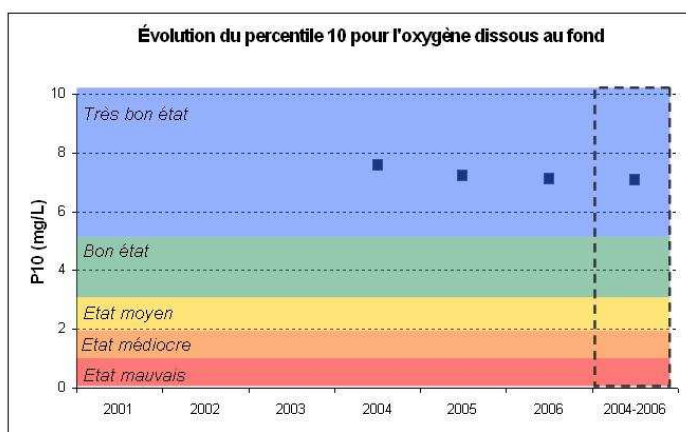
D'un point de vue hydrologique, la pointe du cap Lévy constitue une rupture courantologique entre l'Ouest et l'Est du Nord Cotentin : alors que la circulation résiduelle est orientée de l'Est vers l'Ouest sur tout le Nord Ouest Cotentin, elle s'oriente à partir de Fermanville (Cap Lévy) d'Ouest en Est, et ce jusqu'à la pointe de Barfleur.



Cette inversion courantologique ne change par contre en rien le caractère homogène de cette masse d'eau (Cf. périodes productives), du fait de l'hydrodynamisme très marqué dont elle aussi est le siège.

5. Qualité de la masse d'eau

5.1. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton" de 2004 à 2006 au point Cap Lévy



Tous les indicateurs DCE indiquent que la masse d'eau HC07 est de très bonne qualité sur la période 2004-2006.

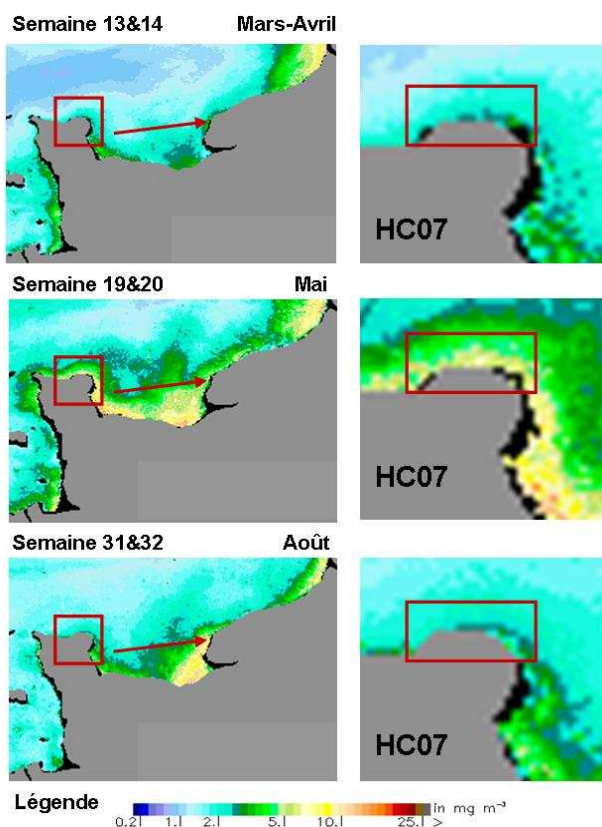
5.2. Synthèse des Indicateurs DCE "Phytoplancton" sur la masse d'eau HC07

HC07	Oxygène (mg.L⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	<i>Global 2004-2006</i>	<i>Global 2004-2006</i>	<i>Global 2004-2006</i>	<i>Global 2004-2006</i>	<i>Le plus déclassant des indicateurs</i>
Cap Lévy (2004-2006)	7.07	3.06	6.67	0.00	
Synthèse Masse d'eau	7.07	3.06	6.67	0.00	

La synthèse globale 2004-2006 de l'ensemble des indicateurs DCE confirme que la masse d'eau HC07 est à classer en « très bonne qualité ».

6. Périodes productives et images «satellite»

La période productive débute entre la fin du mois de mars et le début du mois d'avril. Les maxima en chlorophylle a sont atteints, d'après les données satellite, durant le mois de mai avec des concentrations de l'ordre de 6 à 7 mg.m⁻³. Ensuite, la biomasse chlorophyllienne diminue progressivement jusqu'à devenir inférieure à 2 mg.m⁻³ vers le début du mois d'août,



L'analyse des données «satellite» en chlorophylle a permet de déterminer un percentile 90 moyen sur la masse d'eau HC07 de 3,42 mg.m⁻³.

Cette valeur est comparable au percentile 90 calculé à partir des données acquises sur le point Cap Lévy par prélèvement puis analyse, et confirme le très bon état de la qualité de cette masse d'eau, du point de vue de l'indicateur DCE "Chlorophylle".

	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m ⁻³)	Percentile 90 In situ. 2004/2006 (µg.L ⁻¹)	
		1ère mesure de Mars à Oct	
HC07	3.42	Cap Lévy	3.06

Données produites par la NASA sur la période de 1997/2006 et traitées au moyen de l'algorithme OC5 Ifremer Dynéco/F.Gohin

7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE) au point Cap Lévy.

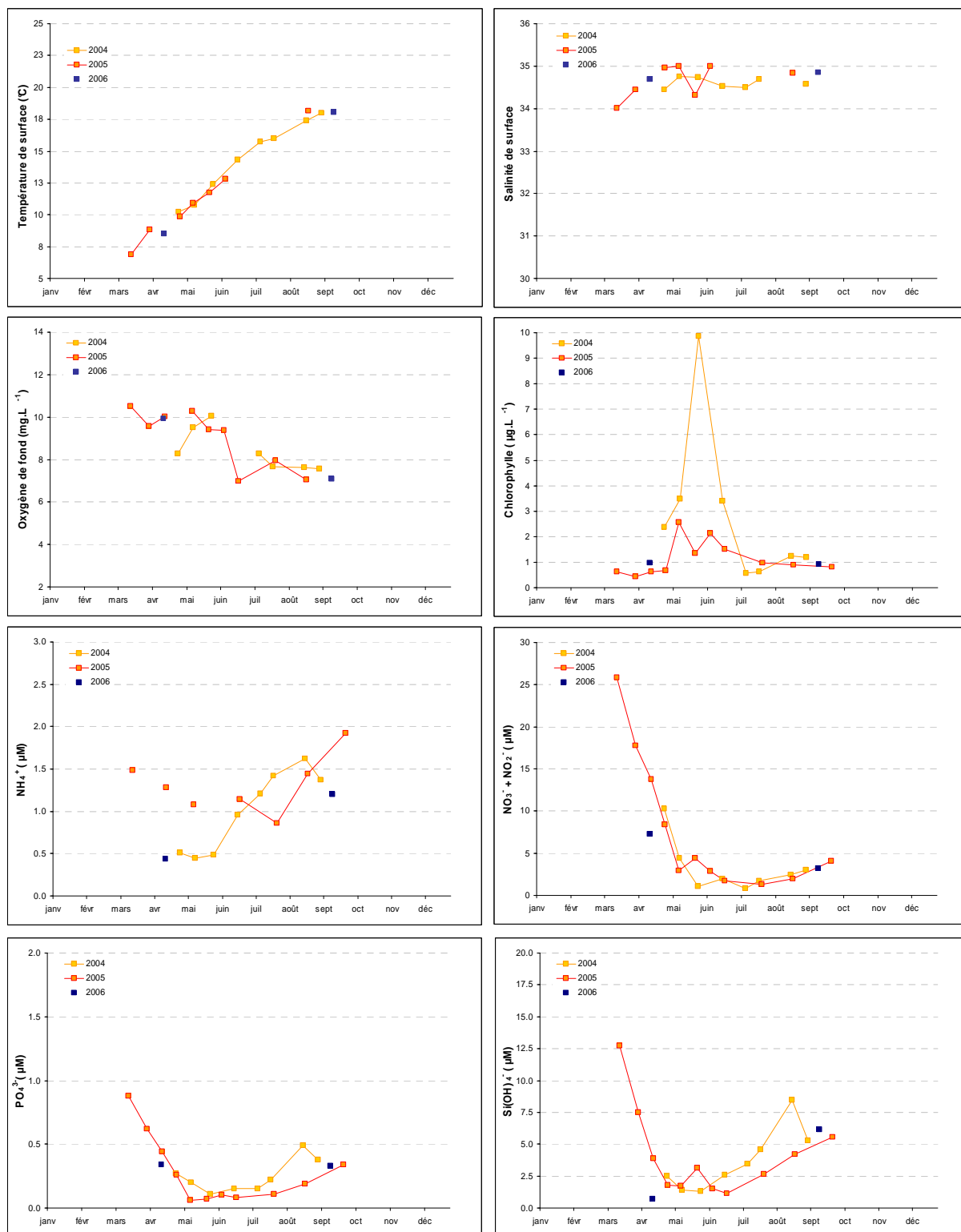
Distribution partielle des principaux taxons sur les 21 flores (partielles) réalisées entre 2004 et 2006 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : 50% pour RHIZDEL et PSNZ.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : Les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques au cap Lévy (2004-2006)

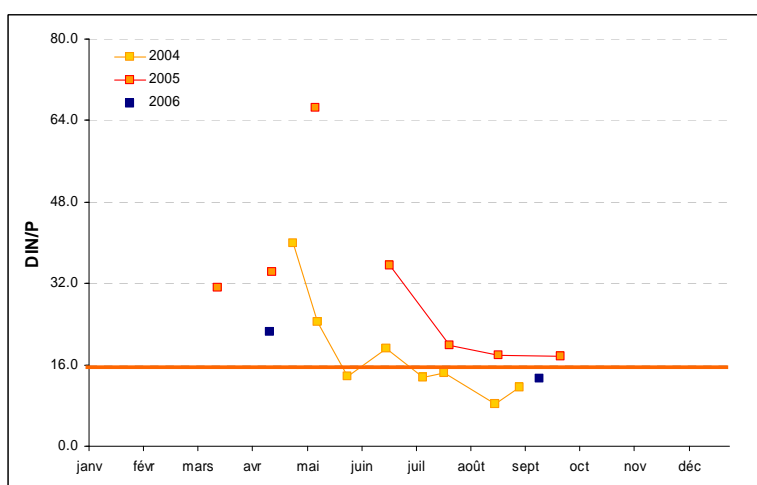


En 2004 et 2005, la période productive a débuté entre les mois d'avril et de mai au point Cap Lévy, soit un mois plus tard que ce qu'indiquent les images «satellite» acquises sur la période 1999-2006. Les courbes de biomasses chlorophylliennes ont présenté des allures fort différentes entre 2004 et 2005, du moins en ce qui concerne les valeurs maximales atteintes : le maximum enregistré en 2004 a en effet atteint 10 µg.L⁻¹ alors que le maximum enregistré en 2005 est resté inférieur à 3 µg.L⁻¹.

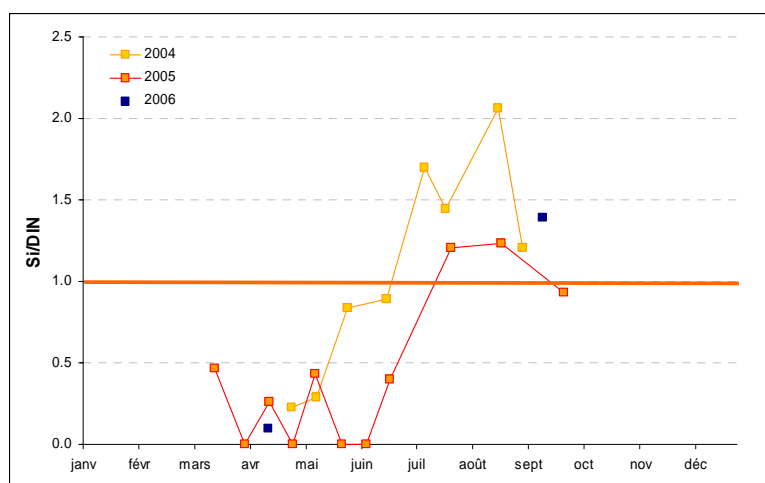
Les salinités sont restées stables et ont oscillé entre 35 et 34 pour mille. Le manque de données concernant les sels nutritifs durant les premiers mois de l'année empêche d'évaluer les stocks hivernaux. Néanmoins, les valeurs obtenues en mars (i.e. avant le début de la période productive au sein de cette masse d'eau) permettent d'en donner une estimation. Ils seraient de l'ordre de 25 μM de nitrate, 12 μM de silicate et entre 0,5 et 1 μM de phosphate.

9. Réflexion sur les sels limitants

Le rapport molaire N/P (selon Redfield et al, 1963) oscille autour de la valeur seuil de 16 entre juillet et septembre 2004, et ne se rapproche de cette valeur seuil qu'à partir d'août en 2005. Il est donc difficile de conclure quant à une éventuelle limitation de la production phytoplanctonique par l'azote ou le phosphore d'après les données disponibles.



De même, l'étude du rapport molaire Si/N, ainsi que l'examen des courbes de concentration en sels nutritifs de la figure de la page précédente ne permettent pas non plus de conclure à une quelconque limitation potentielle de la production de biomasse phytoplanctonique au sein de la masse d'eau HC07 par le nitrate ou le silicate au cours des saisons productives de 2004 et de 2005.



10. Conclusion

Au regard de l'évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton", la masse d'eau HC07 apparaît comme étant très peu productive, et, *a priori* sans manifestation de dystrophie. Son état peut être qualifié de « très bon », ce qui confirme son classement Non RNABE en 2004. Cette masse d'eau ne sera plus suivie dans le cadre du plan 2008-2013, le suivi de la côte Nord Cotentin se focalisant sur la masse d'eau HC61.

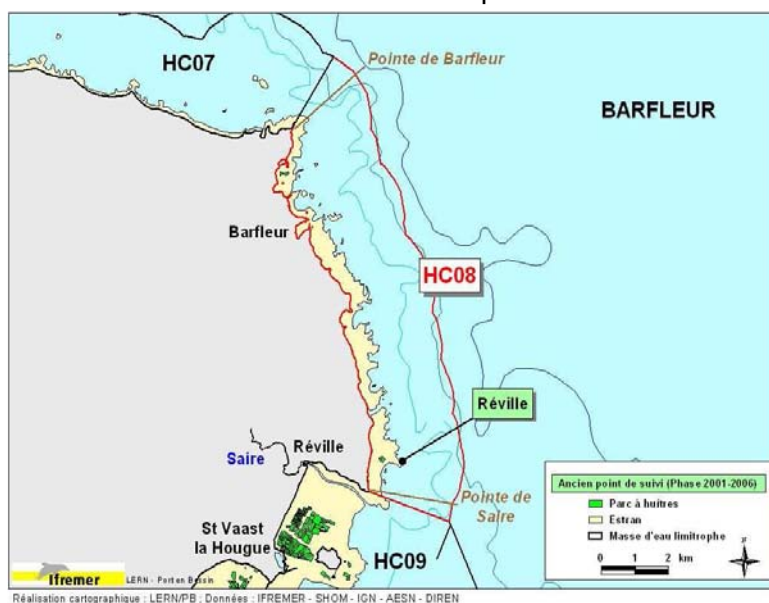


Masse d'eau HC08

Barfleur

1. Localisation de la zone

La masse d'eau HC08 s'étend de la pointe de Barfleur à la pointe de Saire.



N° de masse d'eau : HC08
Genre : masse d'eau côtière
Type : Ct 1
Classement 2004 : non RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Réville		49° 36.8300' N	001° 12.9400' W	2004 - 2006

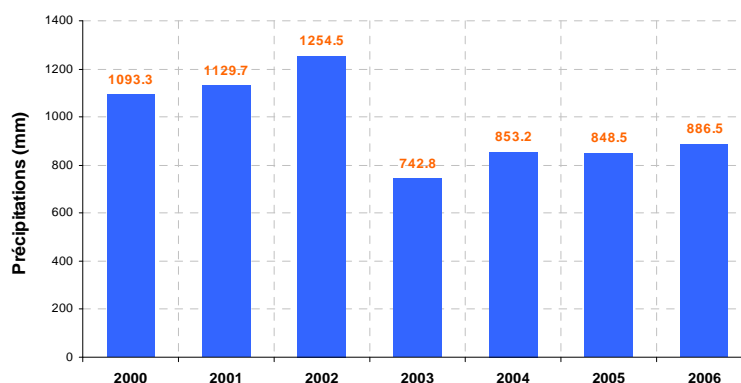
2. Caractéristiques physiques de la zone

Surface : 32,2 km² dont 5,2 km² en zone intertidale, soit 16 % de la superficie totale.

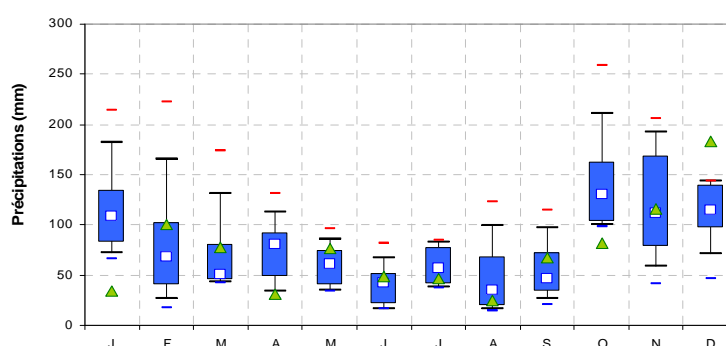
Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	2.8	5.35	6.7	Barfleur

Précipitations : Les précipitations enregistrées à Cherbourg en 2006 caractérisent à nouveau une année sèche, avec des moyennes aux mois de janvier, avril et octobre comparables ou inférieures aux minima enregistrés sur la période 2000-2005. Néanmoins, les précipitations enregistrées au mois de décembre, dépassent largement les maxima de la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Cherbourg



Évolution mensuelle des précipitations à Cherbourg



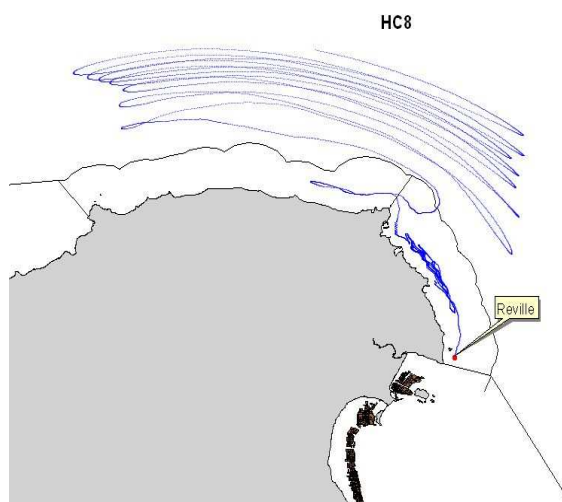
Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

Caractéristiques des principaux bassins versants : non renseigné, à compléter à l'avenir.

3. Activités et usages sur la zone : non renseigné ; à compléter à l'avenir.

4. Courantologie

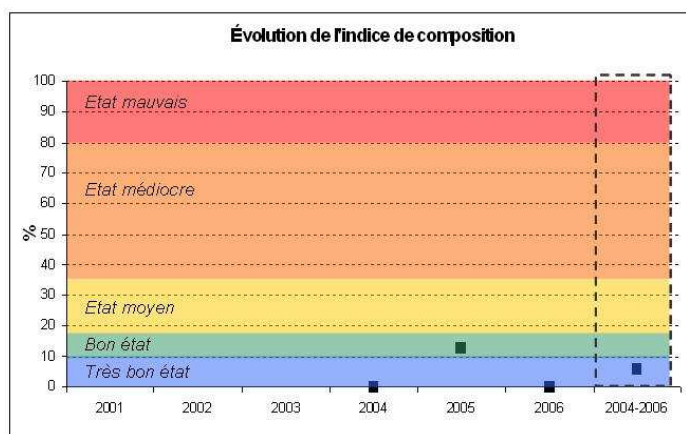
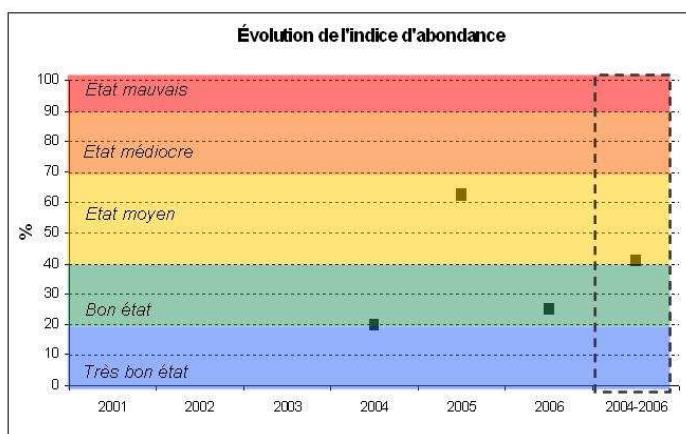
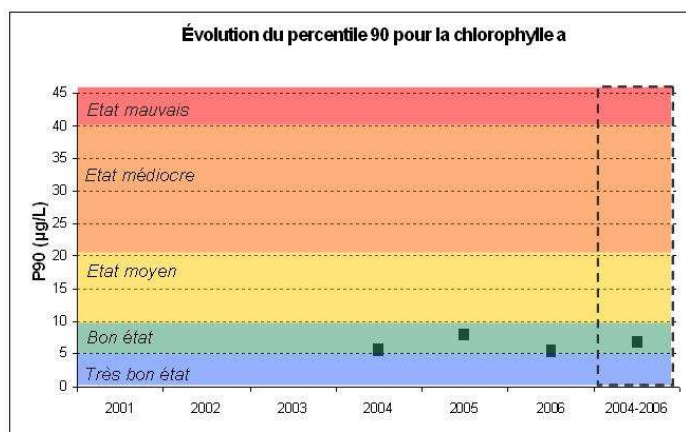
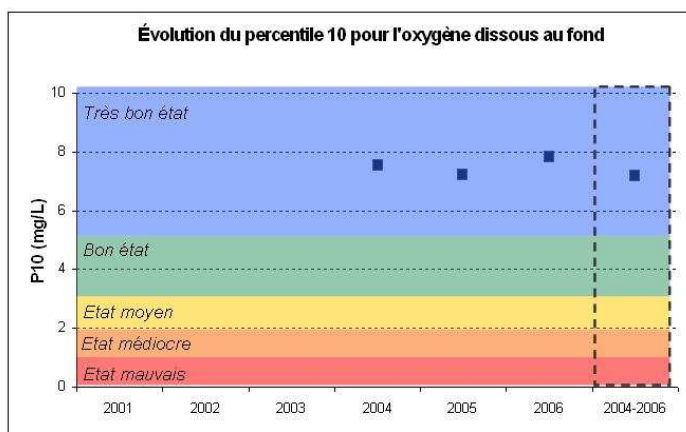
Entre la pointe de Barfleur et Réville, le courant de flot porte vers le Sud. Il dure moins longtemps et est moins fort que le courant de jusant portant au Nord qui peut atteindre des vitesses maximales de 3 à 3,5 nœuds (en marée de vives eaux) à 2 milles des côtes.



Le brassage lié à l'hydrodynamisme (gyre de Barfleur à proximité) permet une bonne homogénéisation de cette masse d'eau, avec, à partir de Réville, une composante Nord-Sud du courant dominante dans un premier temps (6 cycles de marée environ), puis, une fois la particule sortie de la masse d'eau par son extrémité Nord, la reprise des oscillations Est/Ouest mises en évidence sur le Nord Cotentin (mais avec conservation de la résiduelle Nord).

5. Qualité de la masse d'eau

5.1. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton" à Réville de 2004 à 2006



En 2005, plus de 60 % des flores réalisées ont présenté des concentrations cellulaires (pour au moins une espèce phytoplanctonique) supérieures au seuil DCE de 100 000 cellules/L. Ces dépassements induisent un classement, pour cet indicateur, en « état moyen » sur la période 2004-2006 de la masse d'eau HC08.

5.2. Synthèse des Indicateurs DCE “Phytoplancton” sur la masse d’eau HC08

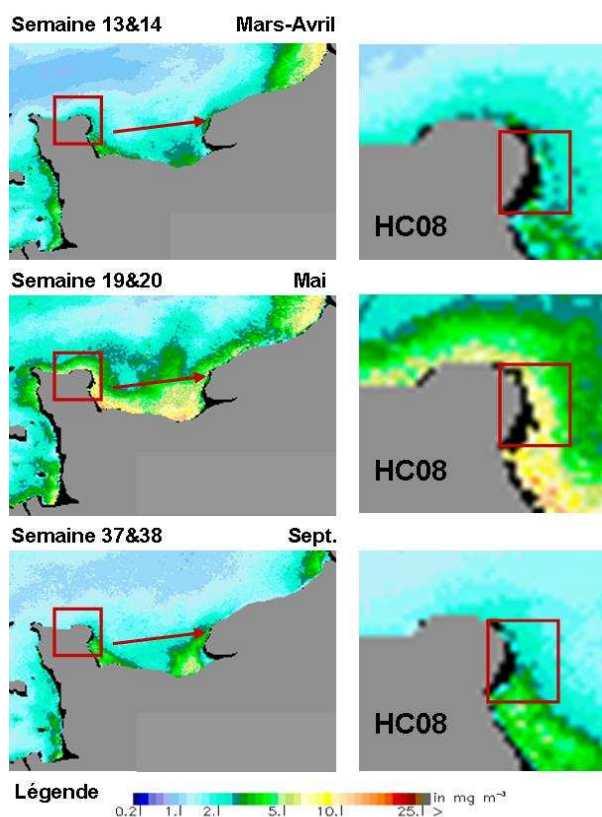
HC08	Oxygène (mg.L⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	<i>Global 2004-2006</i>	<i>Global 2004-2006</i>	<i>Global 2004-2006</i>	<i>Global 2004-2006</i>	<i>Le plus déclassant des indicateurs</i>
Réville (2004-2006)	7.19	6.79	41.18	5.88	
Synthèse Masse d'eau	7.19	6.79	41.18	5.88	

Au regard de l'ensemble des indicateurs “Phytoplancton”, la synthèse globale 2004-2006 indique donc que la masse d’eau HC08 est de « qualité moyenne ».

Néanmoins, ce suivi ne porte que sur trois années, et le déclassement n'est dû qu'à un seul indicateur (l'indice d'abondance/seuil de 100 000 cell/L), et une seule année. Nous pouvons en outre constater, au final, que l'indicateur déclassant ne dépasse que très légèrement sur l'ensemble de la période le seuil de 40% qui sépare les classes « bon état » et « état moyen ».

6. Périodes productives et images «satellite»

La période productive débute entre la fin du mois de mars et le début du mois d'avril. Les maxima sont atteints durant le mois de mai avec des concentrations de l'ordre de 6 mg.m^{-3} .



L'analyse des données «satellite» permet de déterminer le percentile 90 moyen de chlorophylle *a* sur la masse d'eau HC08. Il s'élève à $4,80 \text{ mg.m}^{-3}$, et est inférieur au percentile 90 calculé à partir des mesures *in situ* qui s'élève à $6,79 \text{ mg.m}^{-3}$.

Les données satellite permettraient donc de conclure à une très bonne qualité de cette masse d'eau du point de vue de l'indicateur DCE chlorophylle *a*, alors que les données *in situ* (qui sont les seules devant être prises en compte pour l'instant) indiquent une « bonne » qualité de la masse d'eau HC08.

	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m^{-3})	Percentile 90 <i>in situ</i> . 2004/2006 ($\mu\text{g.L}^{-1}$)
	HC08	4.80

Données produites par la NASA sur la période de 1997/2006 et traitées au moyen de l'algorithme OC5 Ifremer Dynéco/F.Gohin

7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE)

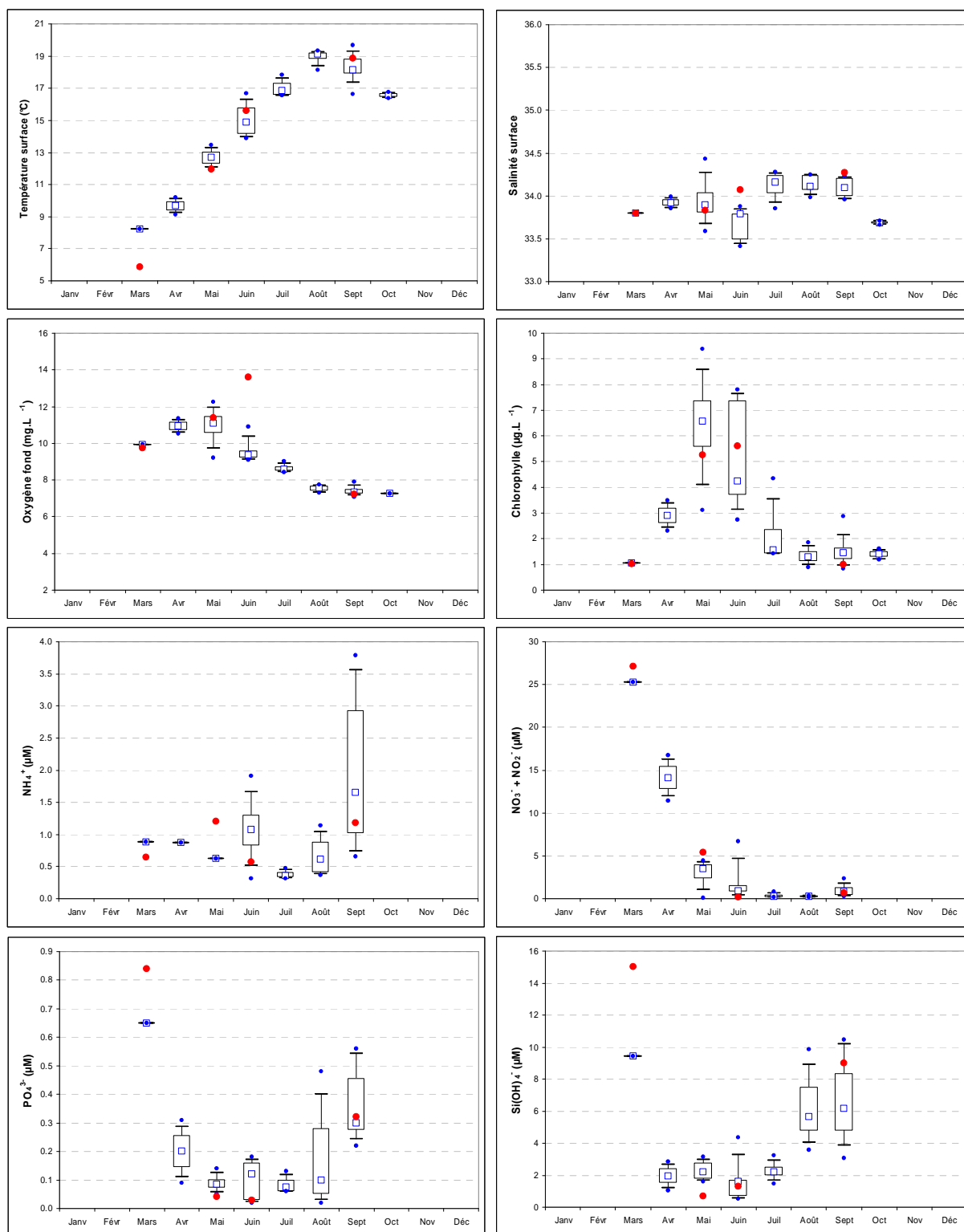
Distribution partielle des principaux taxons sur les 37 flores (partielles) réalisées entre 2004 et 2006 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : PSNZ : 52% ; CHAE : 14% et 10% pour PHAE et RHIZDEL.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : PHAE : 67% et LEPT (*Leptocylindrus* sp.) : 33%.

Commentaires : Les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.

8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques à Réville (2004 et 2006)

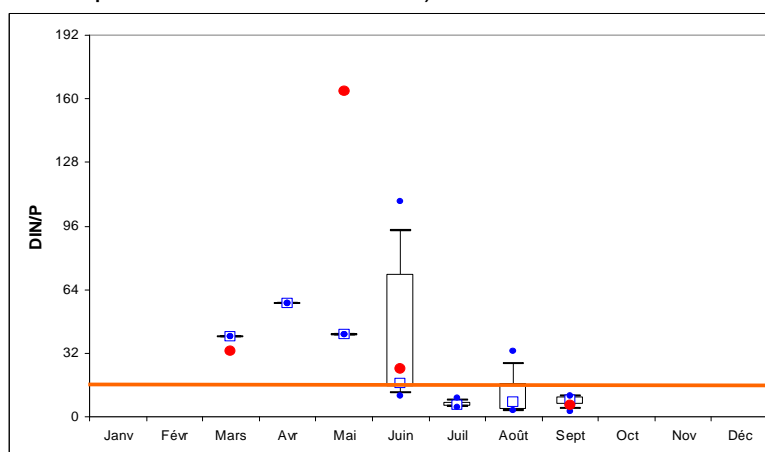


Le point Réville de la masse d'eau HC08 est indirectement soumis aux apports terrigènes de la Saire (se jetant dans la masse d'eau HC09 située dans le Sud de la masse d'eau HC08) qui remontent vers le Nord suivant la résiduelle des courants de marée dans ce secteur. Mais ces apports d'eau douce ne semblent pas avoir d'influence sur la salinité qui ne connaît pas de fortes fluctuations, les dessalures enregistrées entre 2004 et 2006 étant restées inférieures à 1 pour mille.

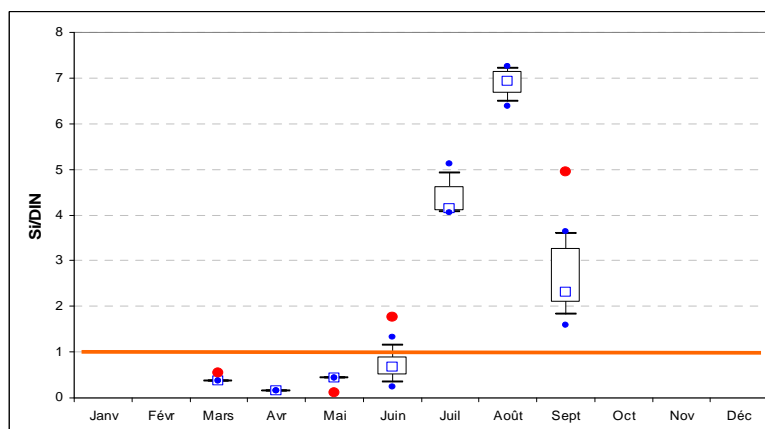
La période productive a débuté au mois d'avril entre 2004 et 2006, et a atteint un maximum de biomasse chlorophyllienne de l'ordre de $10 \mu\text{g.L}^{-1}$ au cours du mois de mai. Cette production chlorophyllienne génère une diminution marquée des teneurs en sels nutritifs, et notamment du nitrate dont les concentrations sont très faibles (inférieures ou égales à $1 \mu\text{M}$) tout au long des mois de juillet et d'août.

9. Réflexion sur les sels limitants

Ainsi qu'indiqué précédemment, et d'après l'évolution du rapport molaire N/P (selon Redfield et al, 1963), la carence en azote pourrait générer une limitation de la production de biomasse phytoplanctonique à partir du mois de juillet et ceci jusqu'au mois de septembre (du moins d'après les données acquises entre 2004 et 2006).



L'étude du rapport molaire Si/N confirme cette limitation potentielle de l'azote entre juillet et septembre.



10. Conclusion

Situé au Sud de la masse d'eau HC08, le point Réville est vraisemblablement sous l'influence des apports de la Saire qui remontent depuis la masse d'eau HC09 et peuvent ainsi favoriser la croissance du phytoplancton. De ce fait, cette masse d'eau HC08 peut être considérée comme de « bonne » qualité du point de vue de l'indicateur chlorophylle *a*, mais le dépassement dans 60% des flores réalisées en 2005 de la valeur seuil DCE de 100 000 cell/L (principalement par le genre *Pseudo-nitzschia sp.*) génère son déclassement en « état moyen ». Cette masse d'eau ne sera plus suivie dans le cadre du plan 2008-2013.

Masse d'eau HC09

Anse de St Vaast la Hougue

1. Localisation de la zone

La masse d'eau HC09 s'étend de la pointe de Saire dans le Nord jusqu'à Ravenoville le long de la côte Est Cotentin et jusqu'à 1.5 mille dans l'Est/ Nord-Est des îles St Marcouf au large.



N° de masse d'eau : HC09
Genre : masse d'eau côtière
Type : Ct 7
Classement 2004 : non RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
La Hougue	Surveillance	49° 34.6561' N	001° 16.7480' W	2 003 - en cours
Les Gougins	Suivi compl. Régional	49° 29.1662' N	001° 14.4982' W	2006 - en cours

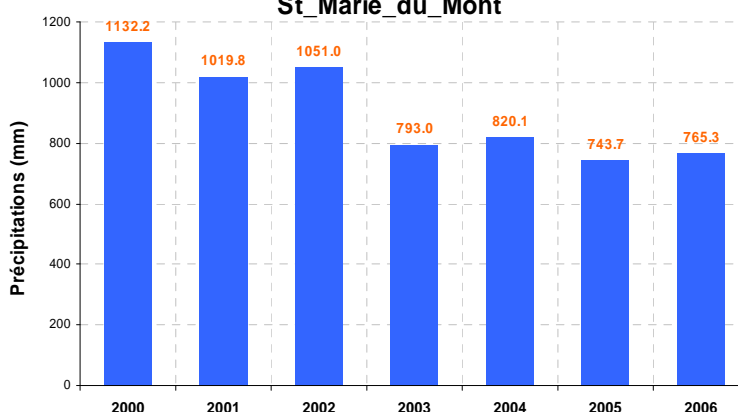
2. Caractéristiques physiques de la zone

Surface : 132 km² (dont 26 km² en zone intertidale, soit 20 % de la superficie totale)

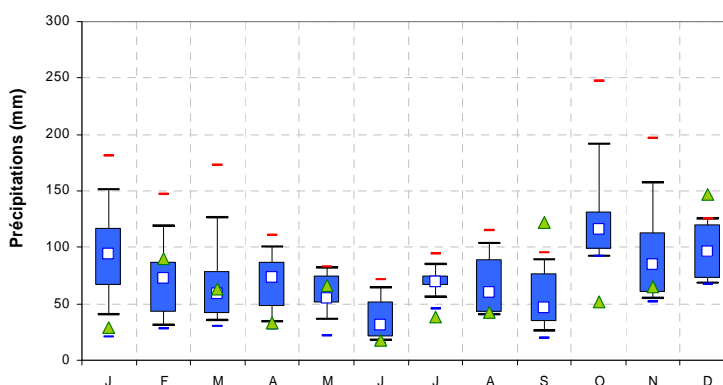
Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	3	5.7	6.9	St Vaast la Hougue

Précipitations : Les précipitations enregistrées à Ste Marie du Mont en 2006 sont caractéristiques, à nouveau, d'une année sèche, avec des moyennes aux mois de janvier, avril, juin, juillet, septembre août et octobre qui sont comparables ou inférieures aux minima enregistrés sur la période 2000-2005. Néanmoins, les précipitations enregistrées aux mois de septembre et de décembre dépassent les maxima mesurés sur la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à St_Marie_du_Mont



Évolution mensuelle des précipitations à St_Marie_du_Mont



Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

Caractéristiques des principaux bassins versants et de leurs fleuves côtiers :

Le fleuve le plus important se jetant dans cette masse d'eau HC09 est la Saire. Son estuaire se situe dans la partie la plus Nord de la masse d'eau, et son débit moyen est de l'ordre de $1.5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. D'autres petits ruisseaux se jettent également dans cette masse d'eau, comme le Vaupreux, la Bonde...

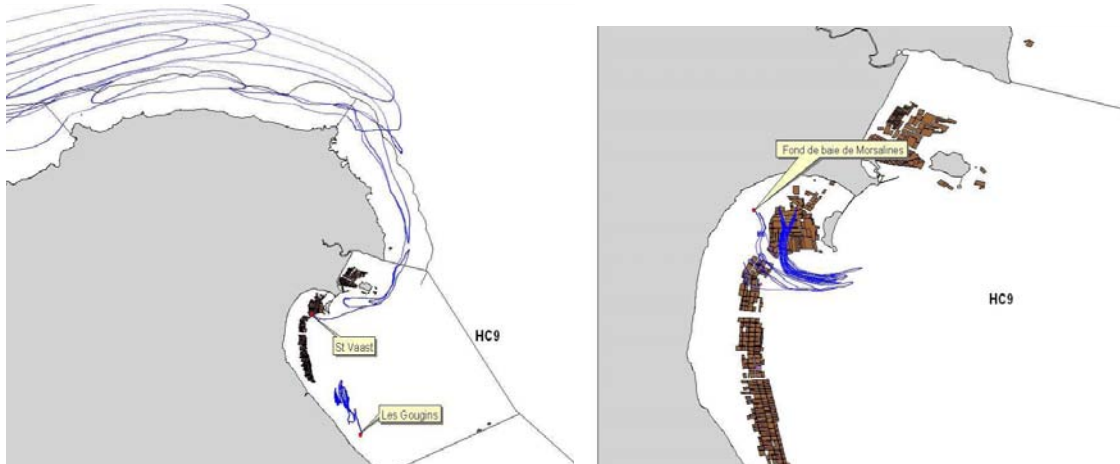
Nom Station	Période de	Bassin versant	Débit mensuel moyen m^3s^{-1}												Débit annuel moyen m^3s^{-1}	Source
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
La Saire à Anneville-en-Saire	1994 - 2007	107	2.6	2.1	2.1	1.6	1.3	1.1	1.0	0.9	0.9	1.1	1.7	2.1	1.56	Banque HYDRO

3. Activités et usages sur la zone

Activités : forte activité ostréicole, avec une biomasse en élevage évaluée à 14 470 tonnes en 2000 (évaluation 2007 en cours).

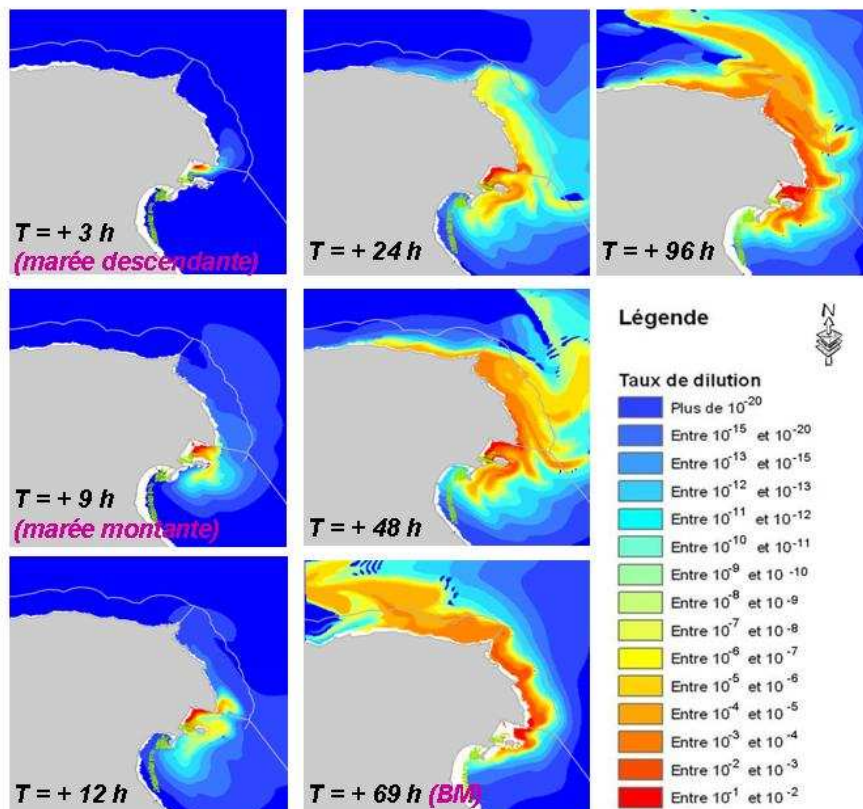
4. Courantologie

De manière générale, le courant de jusant porte globalement au Nord en suivant le trait de côte et s'oriente Nord-Ouest au niveau du fort de St-Vaast-la-Hougue. Il dure plus longtemps et est plus puissant que le courant inverse. Les vitesses maximales atteignent 1,5 à 2 nœuds (en marée de vives eaux) au large contre moins d'un nœud en moyenne près de la côte.



Les résiduelles de courant de marée au sein de cette masse d'eau sont dirigées vers le Nord, et le fond de la baie de Morsalines (encore appelé « anse du Cul du Loup ») est le réceptacle où convergent les eaux de l'Est Cotentin, et dont ne s'écoulent que difficilement les apports et rejets locaux (en particulier ceux du « Vaupreux »).

Modélisation du panache de la Saire (sans vent, coeff 75, rejet continu, lâché à PM)

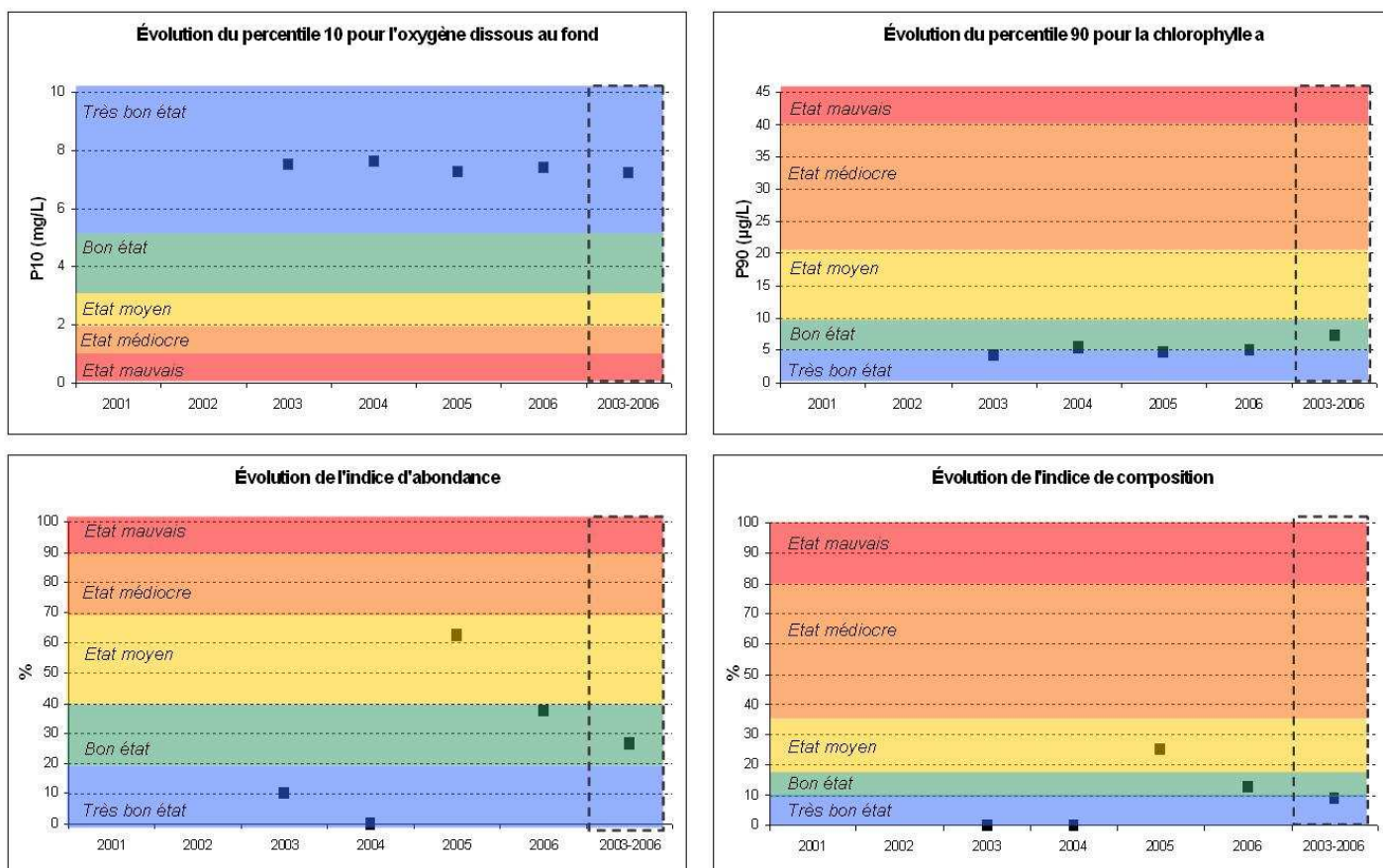


La modélisation du panache de la Saire (ci-dessus) confirme l'influence potentielle de ce fleuve sur les secteurs de production conchylicole de la Coulège et de la Tocquaise, situés dans la partie Nord de la masse d'eau, ainsi que sur la qualité de la masse d'eau HC08, notamment dans sa partie la plus Sud, où est situé le point de suivi de Réville.

5. Qualité de la masse d'eau

5.1. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton"

5.1.1. La Hougue

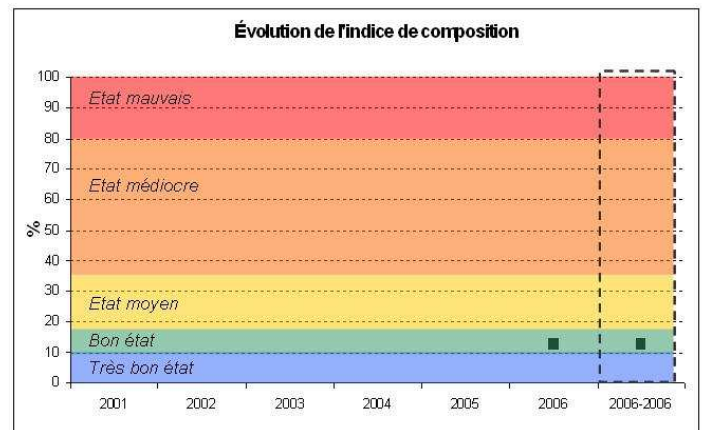
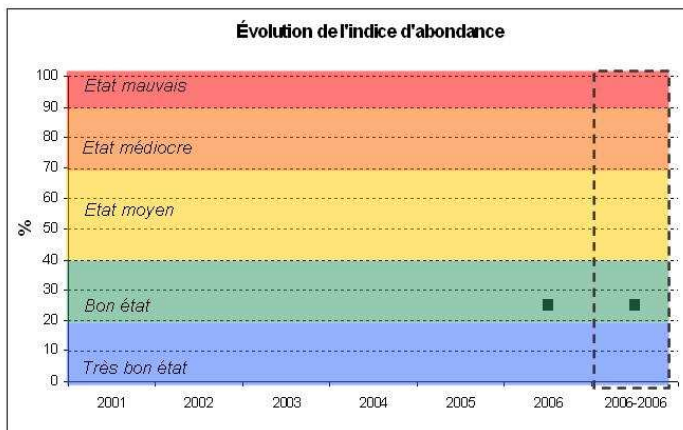
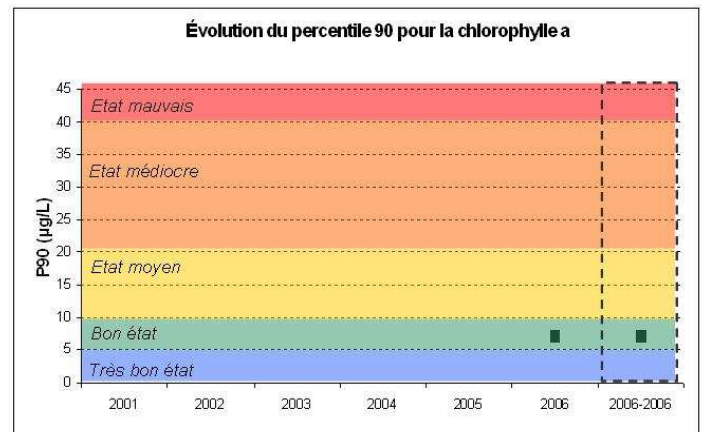
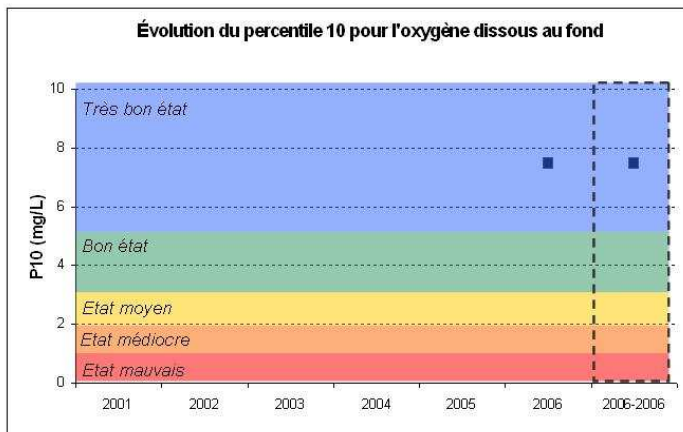


Comme sur le point Réville de la masse d'eau HC08, plus de 60 % des flores réalisées sur le point La Hougue en 2005 ont présenté des abondances cellulaires supérieures au seuil DCE de 100 000 cellules/L (et même au seuil de 1 000 000 cell/L). Ces dépassements font que la qualité de la masse d'eau HC09 a été « moyenne » cette année là.

Par contre, globalement sur la période 2003-2006, ces deux indicateurs permettent de conclure à une qualité « bonne » à « très bonne » de la masse d'eau.

5.1.2. Les Gougins

Le point «Les Gougins» n'a été suivi qu'en 2006. Pour l'ensemble des indicateurs "Phytoplancton" DCE, les résultats obtenus permettraient de conclure à une « bonne » qualité (« très bonne » pour l'indicateur oxygène).



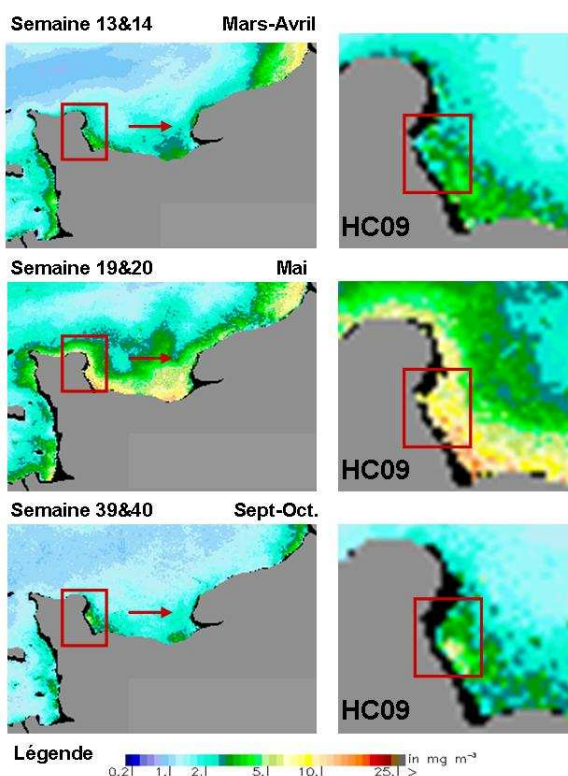
5.2. Synthèse des Indicateurs DCE "Phytoplancton" sur la masse d'eau HC09

HC09	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2003-2006	Global 2003-2006	Global 2003-2006	Global 2003-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Gougins (2006)	7.47	7.01	25.00	12.50	
La Hougue (2004-2006)	7.21	7.23	26.47	8.82	
Synthèse Masse d'eau	7.12	7.32	26.19	9.52	

Au regard de l'ensemble des indicateurs "Phytoplancton" de la DCE, la synthèse globale 2003-2006 indique que la masse d'eau HC09 est de « bonne » qualité. Comme sur la masse d'eau HC08, les indicateurs les plus déclassants sont la *chlorophylle a* et l'indice d'abondance.

6. Périodes productives et images « satellite »

La période productive débute entre la fin du mois de mars et le début du mois d'avril. Les maxima de biomasse chlorophyllienne sont atteints entre les mois de mai et de juin avec des concentrations de l'ordre de 10 mg.m⁻³.



L'analyse des données « satellite » permet de déterminer un percentile 90 moyen sur la masse d'eau HC09. Ce percentile s'élève à 6,42 mg.m⁻³ de chlorophylle a et est du même ordre de grandeur que la moyenne des percentiles 90 de chacun des points de suivi (7,12 µg.L⁻¹). Ces valeurs confirment le bon état de la qualité de cette masse d'eau du point de vue de cet indicateur DCE.

HC09	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m ⁻³)	Percentile 90 In situ. 2003/2006 (µg.L ⁻¹)		Moy
		1ère mesure de Mars à Oct		
	6.42	Gougins	7.01	7.12
		St Vaast	7.23	

Données produites par la NASA sur la période de 1997/2006 et traitées au moyen de l'algorithme OC5 Ifremer Dynéco/F.Gohin

7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE)

7.1. La Hougue

Distribution partielle des principaux taxons sur les 78 flores (partielles) réalisées entre 2003 et 2006 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : PSNZ : 30% ; 16% PHAE et RHIZDEL et 12% CHAE et RHIZSTO (*Rhizosolenia stolterfothii*).

Seuil > 1 000 000 cellules/L : PHAE : 44% ; CHAE : 22% et 11% PSNZ, THAL et LEPT (*Leptocylindrus* sp.).

Commentaires : les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.

7.2. Les Gougins

Distribution partielle des principaux taxons sur les 21 flores (partielles) réalisées en 2006 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

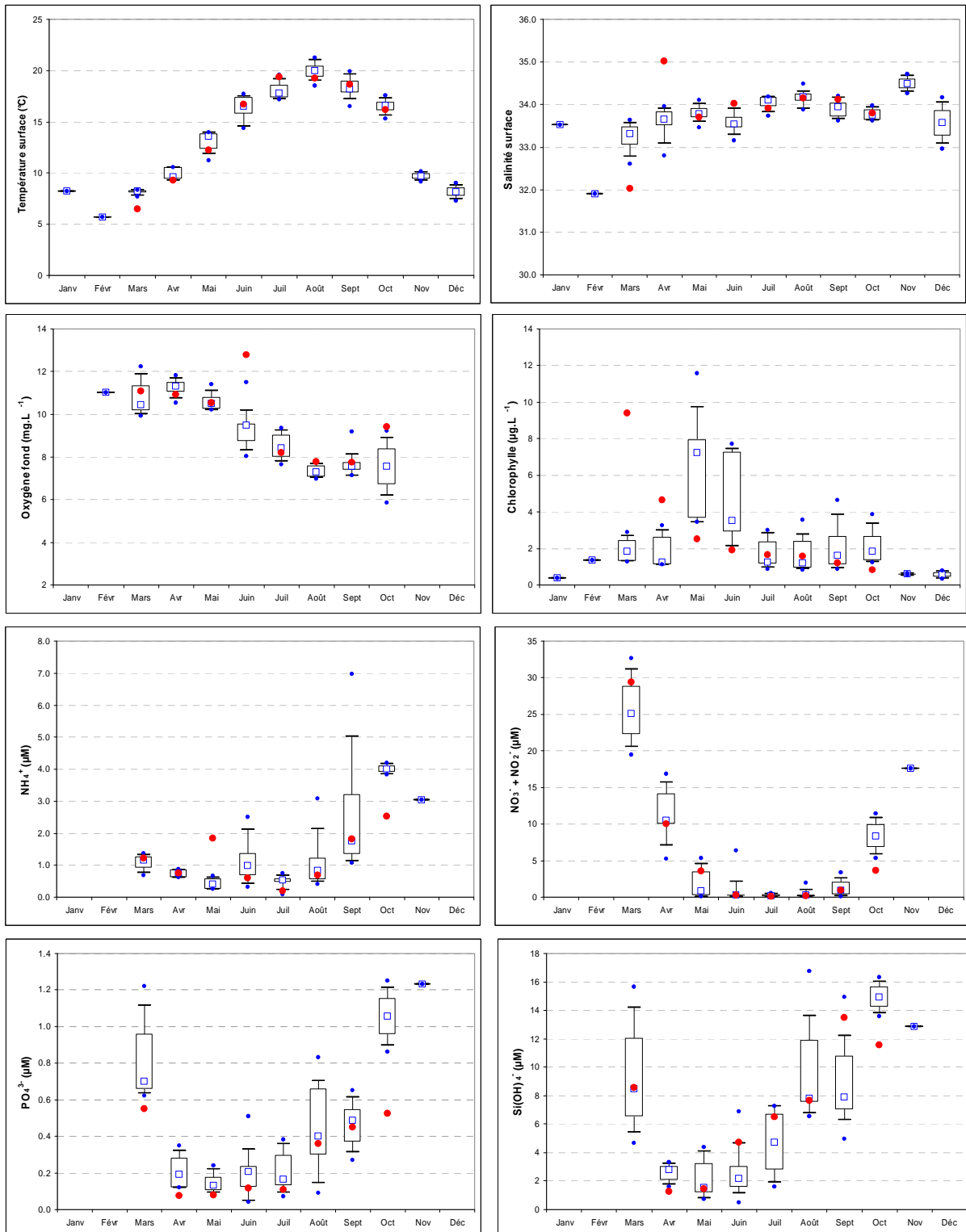
Seuil > 100 000 cellules/L : THAL : 38% et 13% PHAE, PSNZ, RHIZDEL, CHAE, ODONAUR (*Odontella aurita*).

Seuil > 1 000 000 cellules/L : 33% PHAE, CHAE et THAL.

Commentaires : les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques

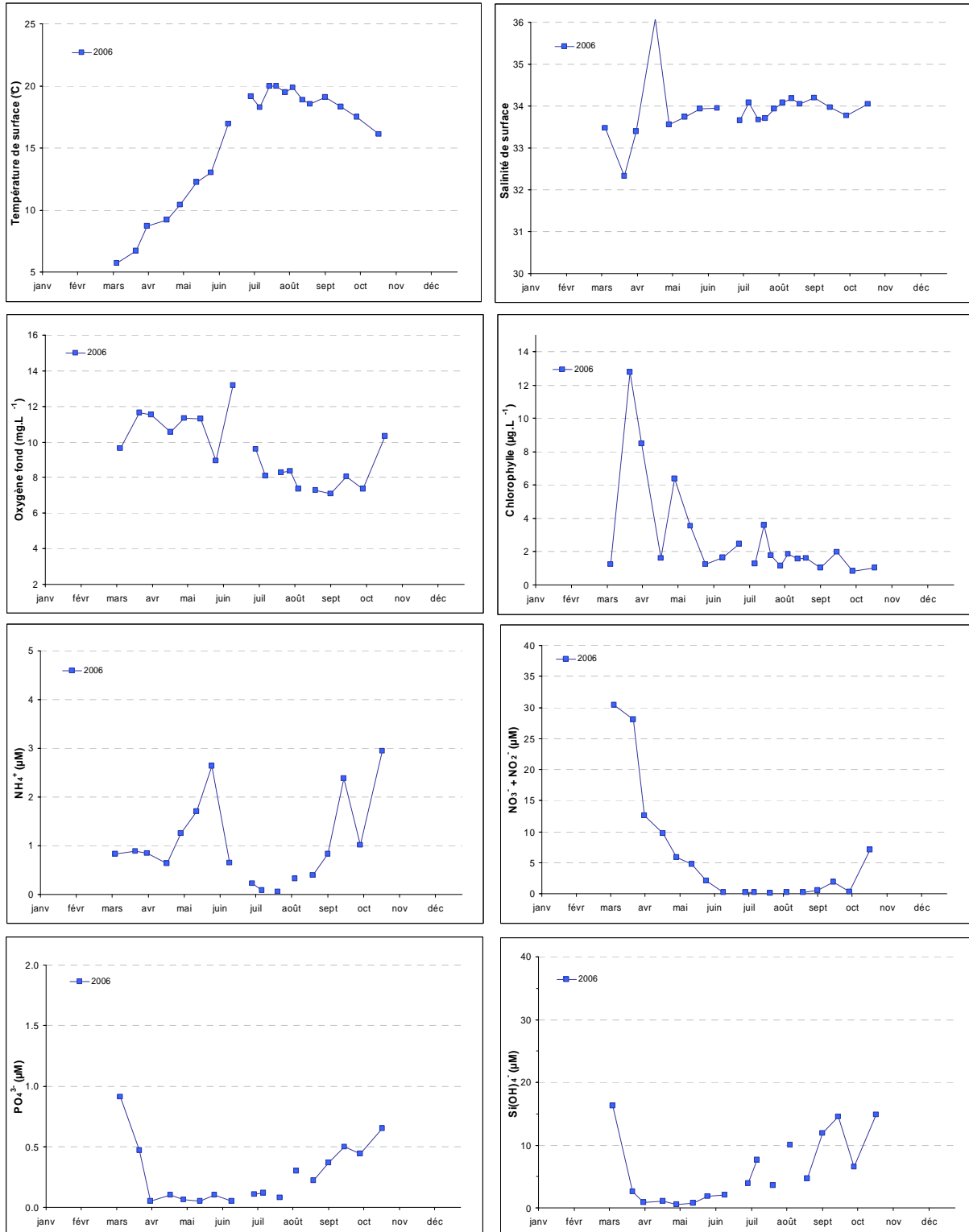
8.1. La Hougue (2003-2006)



La masse d'eau HC09, au niveau du point La Hougue, est soumise aux apports terrigènes de la Saire qui influencent légèrement la salinité de la zone (variations de l'ordre de 2 à 3 pour mille aux mois de février et mars). La période productive débute dès la fin du mois de mars et peut atteindre une production maximale de biomasse chlorophyllienne de l'ordre de 12 µg.L⁻¹.

Les apports terrigènes de la Saire font que les stocks hivernaux sont plus importants que sur le Nord Est du Cotentin (masses d'eau HC07 et HC08) et atteignent 30 μM de nitrate, plus de 16 μM de silicate et plus de 1 μM de phosphate.

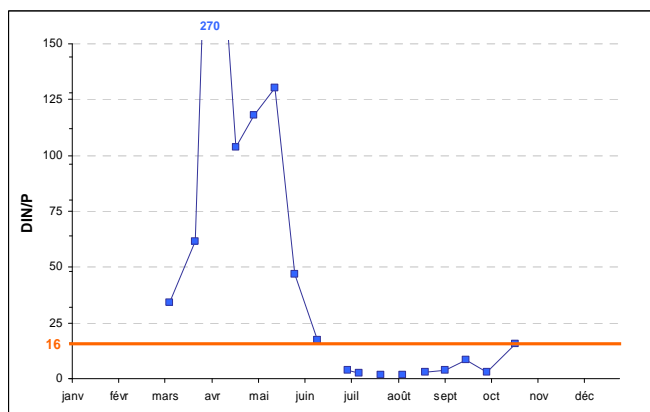
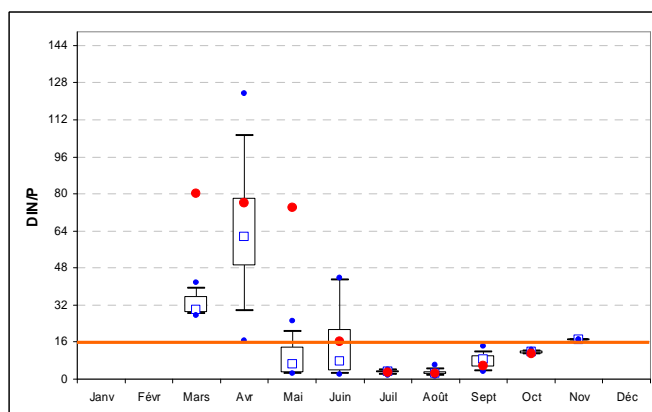
8.2. Les Gougins (2006)



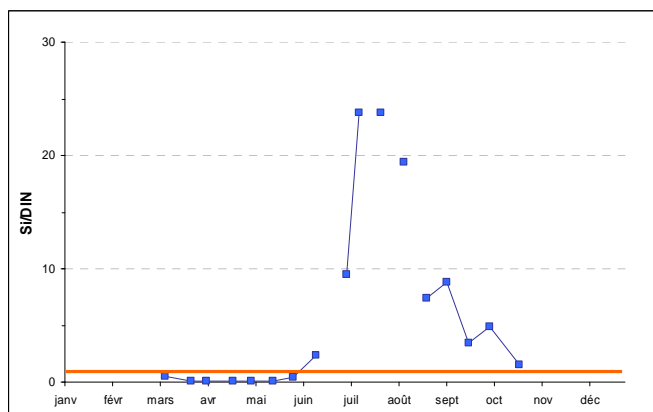
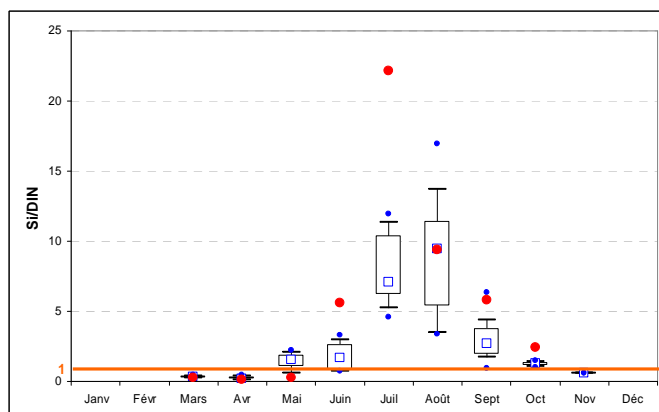
Le cycle hydrobiologique sur le point Gougins semble être tout à fait comparable à celui observé sur le point de La Hougue. Les dessalures ont été modérées en 2006 (de l'ordre de 2 pour mille), et le pic maximum de chlorophylle a atteint 14 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Les stocks hivernaux étaient de 30 μM de nitrate, plus de 15 μM de silicate, et moins de 1 μM de phosphate.

9. Réflexion sur les sels limitants aux points de La Hougue et des Gougins

D'après l'évolution du rapport molaire N/P (selon Redfield et al, 1963), l'azote pourrait être un sel limitant à partir du mois de juin et ceci jusqu'au mois de septembre sur les points de La Hougue (gauche) et Les Gougins (droite). Les rapports DIN/P sont en effet très nettement inférieurs à la valeur seuil de 16, et les teneurs en azote sont quasiment nulles, ainsi que l'indiquent les courbes d'évolution des teneurs (pages précédentes).



L'étude du rapport molaire Si/N montre sur les deux points qu'il n'y a, *a priori*, pas de limitation potentielle de la production phytoplanctonique par le silicate durant l'été (entre juillet et septembre), mais que les niveaux sont très bas de mars à juin (suivi sur 2006 uniquement).



10. Conclusion

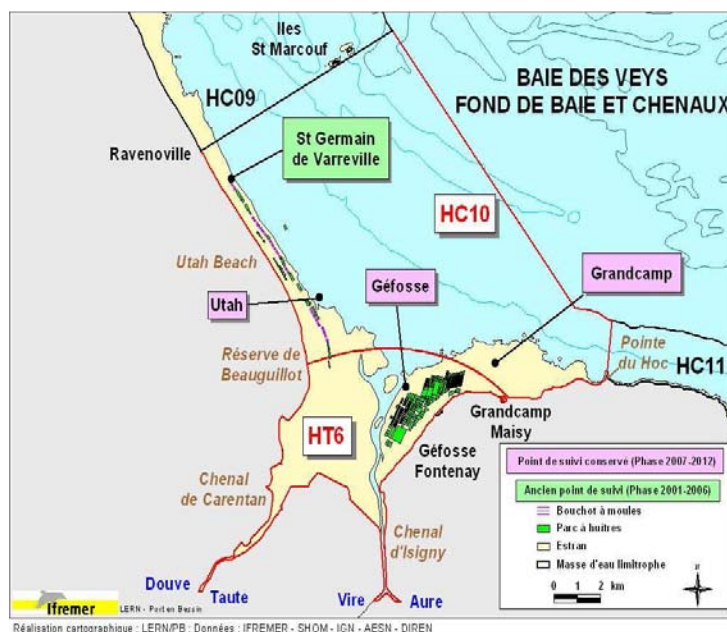
La masse d'eau HC09 présente un cycle biogéochimique classique, avec une période productive débutant fin mars/début avril, un pic de biomasse enregistré fin avril début mai, une production de biomasse moindre durant l'été, et une remontée modérée de cette biomasse en début d'automne. La carence estivale en nitrate pourrait être à l'origine d'une limitation de la production phytoplanctonique. Du point de vue des indicateurs phytoplancton DCE, la qualité de cette masse d'eau sur la période 2003-2006 est « bonne », ce qui confirme son classement en NON RNABE en 2004. Les deux points actuels de suivi seront conservés dans le cadre du plan 2008-2013 : contrôle de surveillance à La Hougue, et rajout d'un suivi complémentaire régional aux Gougins.

Masse d'eau HC10

Baie des Veys

1. Localisation de la zone

La masse d'eau HC10 englobe le linéaire côtier compris entre Ravenoville (côte Est du Cotentin, département de la Manche) et la pointe du Hoc (département du Calvados), et s'étend au large jusqu'aux îles St Marcouf. Elle ne comprend pas la Baie des Veys qui constitue la masse d'eau HT6.



N° de masse d'eau : HC10
Genre : masse d'eau côtière
Type : Ct 7
Classement 2004 : RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Grandcamp	Opérationnel Surveillance, Régional renforcé	49° 23.7200' N	001° 02.8300' W	2001 - en cours
St-Germain de Varreville		49° 27.1600' N	001° 12.5000' W	2001 - 2005
Utah	Suivi compl. Régional	49° 25.3562' N	001° 10.2884 ' W	2006 - en cours

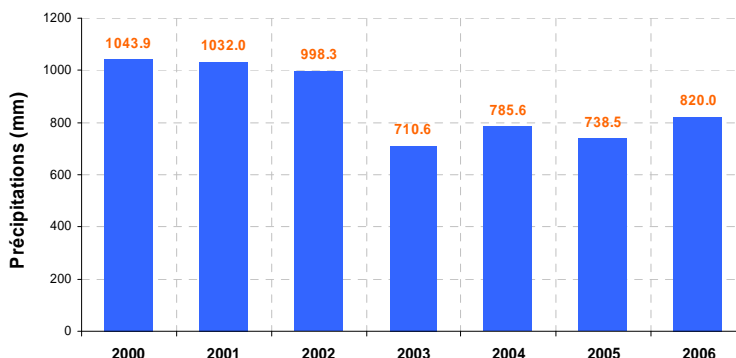
2. Caractéristiques physiques de la zone

Surface : 118,3 km² dont 15,8 km² en zone intertidale, soit 13 % de la superficie totale

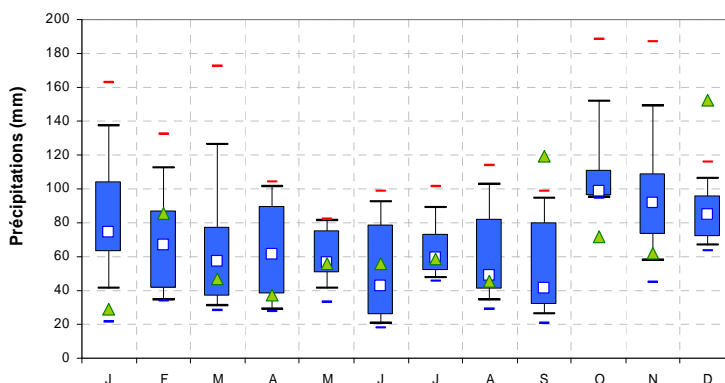
Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	3.25	5.95	6.95	Grandcamp

Précipitations : Les précipitations enregistrées à Englesqueville la percée en 2006 sont caractéristiques d'une année sèche, avec des moyennes aux mois de janvier et octobre comparables ou inférieures aux minima enregistrés sur la période 2000-2005. Néanmoins les précipitations enregistrées aux mois de septembre et décembre dépassent les maxima mesurés sur la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Englesqueville_la_percée



Évolution mensuelle des précipitations à Englesqueville_la_percée



Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

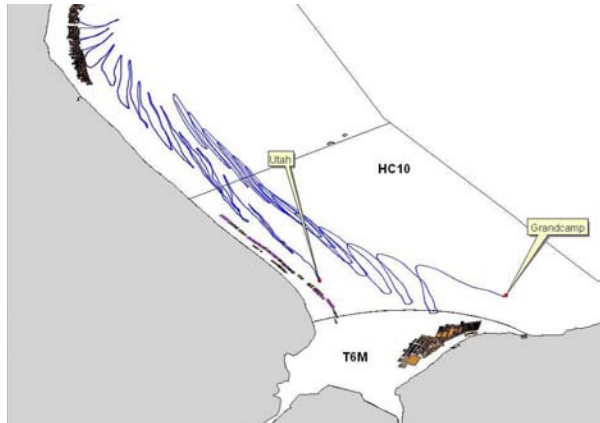
Caractéristiques des principaux bassins versants et des fleuves côtiers : aucun fleuve côtier ne se jette dans cette masse d'eau : le grand bassin versant de la baie des Veys, d'une superficie de 3500Km² est drainé par 4 fleuves principaux qui se jettent tous dans la masse d'eau HT6.

3. Activités et usages sur la zone

Activités : forte activité ostréicole et mytilicole le long de la côte Est du Cotentin, avec des productions en élevage estimées à 3120 tonnes d'huîtres (données du recensement 2000 ; données 2007 en cours d'évaluation) et à 1330 tonnes de moules (recensement 2006-2007). L'importante zone de production ostréicole de Géfosse/Grandcamp se trouve quant à elle dans la masse d'eau HT6.

4. Courantologie

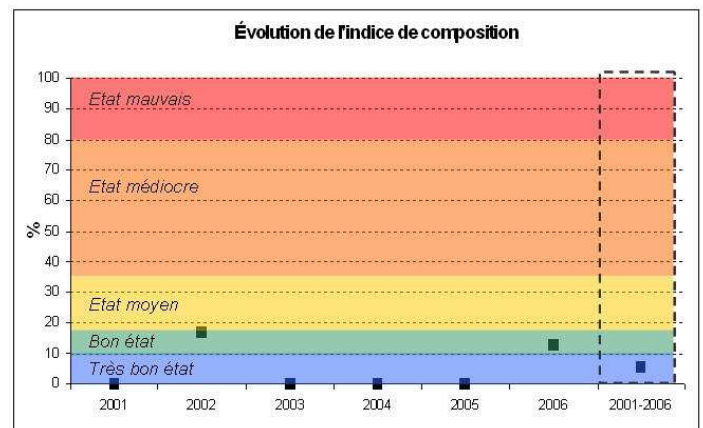
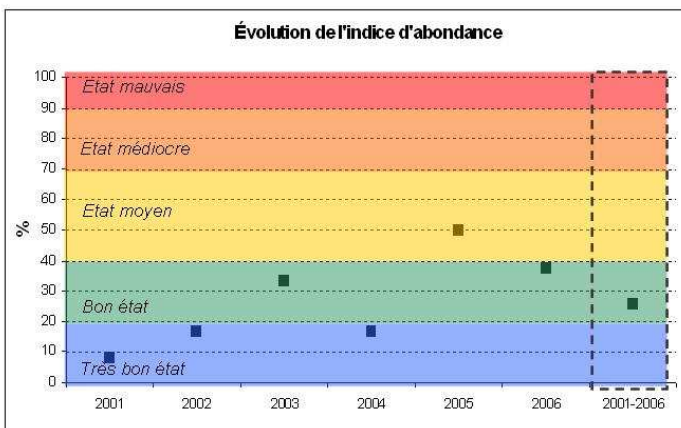
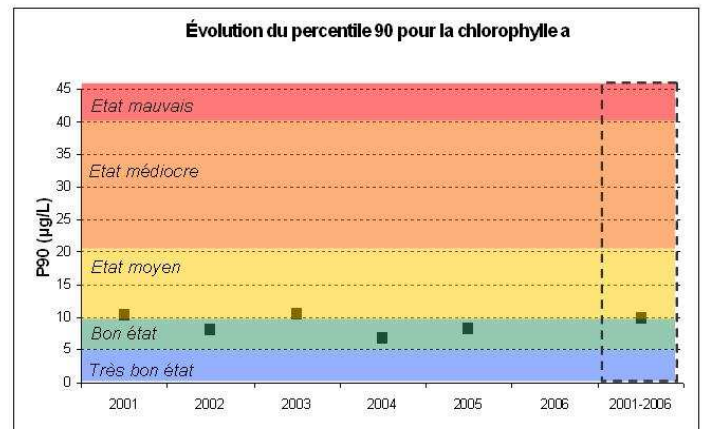
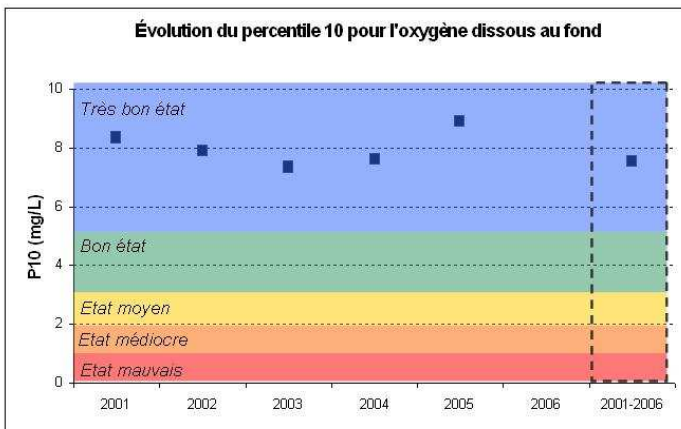
Le courant de flot portant vers l'Est devant Grandcamp-Maisy dure moins longtemps et est moins fort que le courant de jusant portant vers l'Ouest qui peut atteindre des vitesses maximales de 1 nœud (en marée de vives eaux). Au large d'Utah Beach, ce courant suit la côte et est orienté Nord/Nord-Ouest. Les simulations de trajectoires de particules mettent bien en évidence cette résiduelle de marée dirigée vers le Nord Ouest, depuis la baie des Veys vers St Vaast la Hougue en longeant la côte Est du Cotentin.



5. Qualité de la masse d'eau

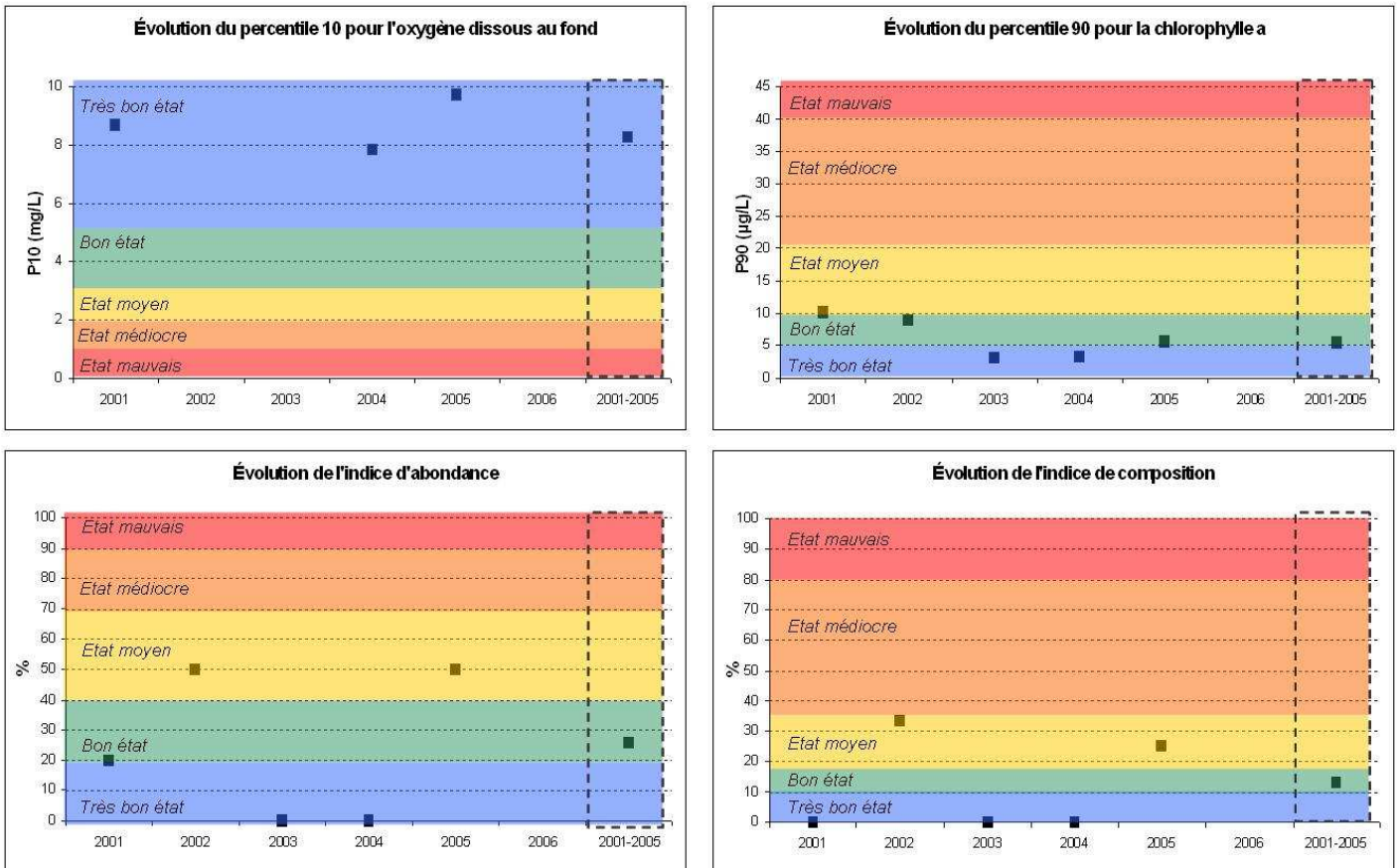
5.1. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton"

5.1.1. Grandcamp-Maisy



Le point Grandcamp, qui est des trois points de suivi celui qui est situé le plus au Sud de la masse d'eau, est également le plus soumis (via la masse d'eau HT6) aux apports terrigènes des 4 fleuves arrivant en Baie des Veys. Ces apports favorisent la croissance du phytoplancton et induisent une production de biomasse importante. De ce fait, le percentile 90 de la chlorophylle a se situe à la limite entre les deux classes d'état « bon » et « moyen » (tout en restant, au final, légèrement inférieur à $10 \mu\text{g.L}^{-1}$ sur l'ensemble de la période 2001-2006).

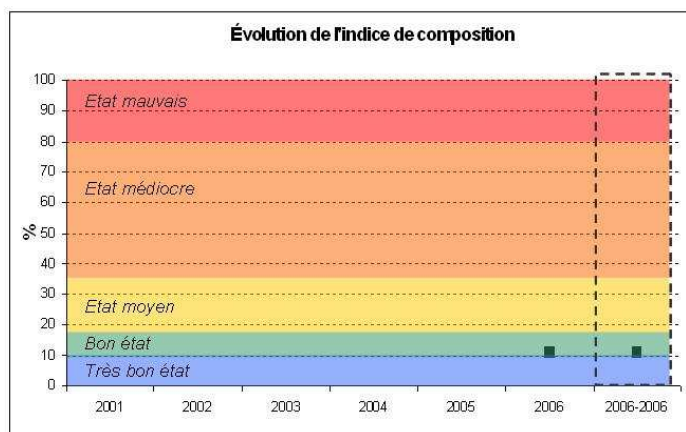
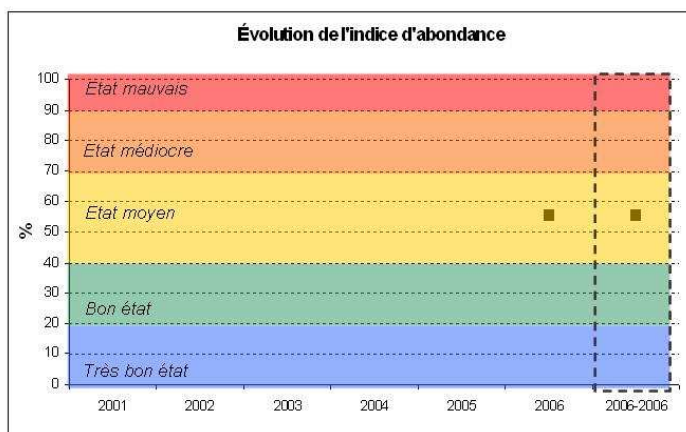
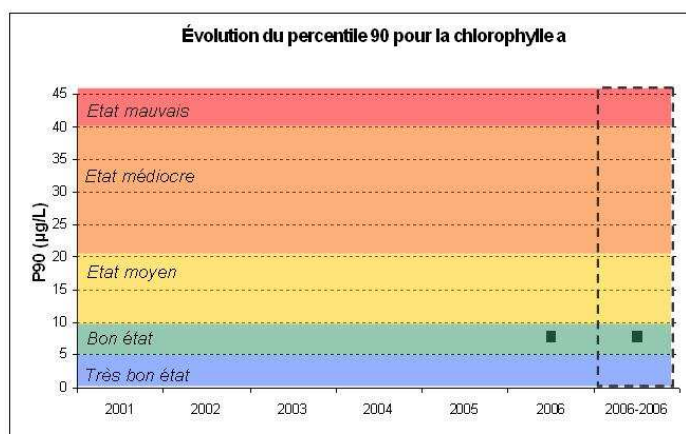
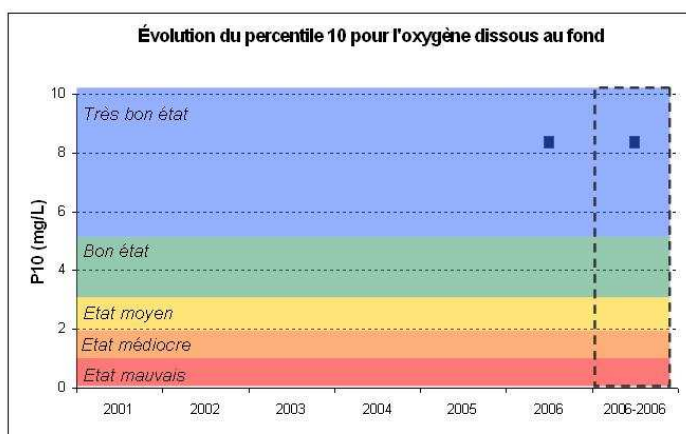
5.1.2. St Germain de Varreville



St Germain de Varreville est le point situé le plus au Nord de cette masse d'eau. En 2002 et 2005, le nombre de flores présentant des abondances cellulaires spécifiques dépassant le seuil DCE de $100\ 000 \text{ cellules.L}^{-1}$ (indice d'abondance) a atteint 50 % sur ce point de suivi RHLN. Ces deux mêmes années, le seuil de $1\ 000\ 000 \text{ cellules.L}^{-1}$ (indice de composition) a également été franchi dans plus de 20% des flores réalisées. Néanmoins, globalement sur la période 2001-2005, ces deux indices permettent de conclure à une « bonne » qualité des eaux sur ce point de suivi, conclusion corroborée par les résultats obtenus au moyen des 2 autres indicateurs DCE que sont le percentile 10 de l'oxygène dissous et le percentile 90 de la chlorophylle a.

5.1.3. Utah Beach

Le point Utah Beach, situé dans la partie centrale de cette masse d'eau HC10, n'est suivi que depuis 2006 et il est encore trop tôt pour pouvoir conclure quant à la qualité des eaux du secteur. Néanmoins, le nombre de flores pour lesquelles au moins une espèce a présenté une concentration cellulaire dépassant le seuil de 100 000 cellules.L⁻¹ et a été supérieur à 50 %. Ce pourcentage générerait un classement en qualité « moyenne ». Cependant, du point de vue des autres indicateurs, la qualité serait globalement « bonne », voire « très bonne » (oxygène dissous au fond). Les suivis prévus dans le cadre du RHLN pérenne permettront, d'ici à 2013, de statuer sur la qualité de cette partie centrale de la masse d'eau HC10.



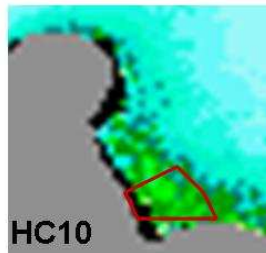
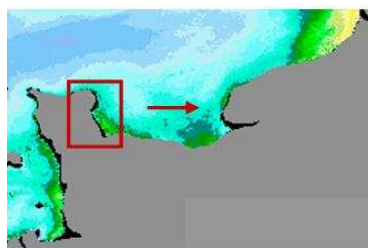
5.2. Synthèse des Indicateurs DCE "Phytoplancton" sur la masse d'eau HC10

HC10	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Grandcamp (2001-2006)	7.56	9.85	25.86	5.17	
St Germain Varr. (2001-2005)	8.28	5.35	25.81	12.90	
Utah Beach (2006)	8.36	7.76	55.56	11.11	
Synthèse Masse d'eau	7.67	9.20	28.57	8.16	

La synthèse globale 2001-2006 de tous les indicateurs et de tous les points de suivi indique que la masse d'eau HC10 est de « bonne » qualité. Il faut néanmoins signaler que l'indicateur "indice d'abondance" sur Utah Beach se situe dans la classe de qualité « état moyen » pour l'année 2006. De même, l'indicateur global 2001-2006 "Chlorophylle a" apparaît comme appartenant à la classe « bon état » alors que la valeur globale du percentile 90 ($9.20 \mu\text{gL}^{-1}$) se situe juste en dessous du seuil d'un « état moyen ». Cette masse d'eau est donc globalement de « bonne » qualité, mais avec des indicateurs (chlorophylle a et indice d'abondance) proches de la classe d'état « moyen ». Cette masse d'eau mérite par conséquent d'être suivie avec attention à l'avenir : seuls deux points de suivi seront conservés, mais le point de Grandcamp fera l'objet d'un suivi régional renforcé.

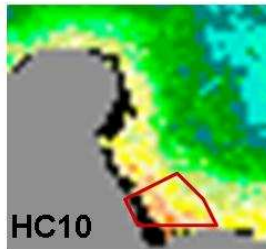
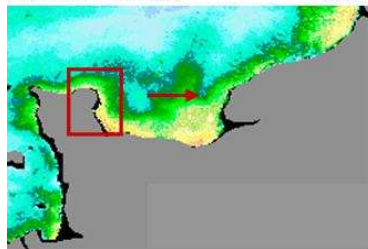
6. Périodes productives et images « satellite »

Semaine 13&14 Mars-Avril

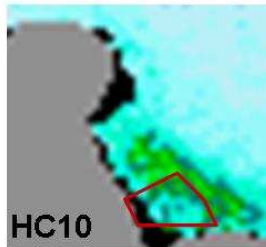
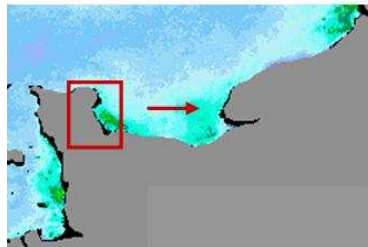


La période productive débute entre la fin du mois de mars et le début du mois d'avril. Les maxima sont atteints entre les mois de mai et juin avec des concentrations de l'ordre de 12 à 14 mg.m^{-3} de chlorophylle a. Ensuite, la biomasse chlorophyllienne diminue progressivement pour revenir à des concentrations hivernales, de l'ordre de $2 \mu\text{gL}^{-1}$, vers la mi-octobre.

Semaine 19&20 Mai



Semaine 41&42 Oct.



Légende In mg.m^{-3}

L'analyse des données « satellite » permet de déterminer un percentile 90 moyen sur la masse d'eau HC10 de $6,85 \mu\text{g/L}$ de chlorophylle a. Ce percentile est légèrement inférieur au percentile 90 calculé à partir des prélèvements du RHLN qui s'élève, en moyenne sur l'ensemble des points suivis, à $7,65 \mu\text{g.L}^{-1}$. Néanmoins, il « appuie » le « bon état » de la masse d'eau HC10 du point de vue de cet indicateur "Chlorophylle".

	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m^{-3})	Percentile 90 In situ. 2001/2006 ($\mu\text{g.L}^{-1}$)		Moy
		1ère mesure de Mars à Oct		
HC10	6.85	Grandcamp	9.85	7.65
		Utah	7.76	
		St Germain	5.35	

7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE)

7.1. Grandcamp-Maisy

Distribution partielle des taxons sur les 71 flores totales et les 77 flores partielles réalisées entre 2001 et 2006, et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : RHIZDEL : 22% ; PSNZ : 19% ; 15% PHAE, CHAE et RHIZSTO.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : PHAE : 64% ; RHIZDEL : 18%.

Commentaires : le point Grandcamp fait partie de la masse d'eau HC10, mais la proximité de la masse d'eau de transition HT6 est évidente à l'examen des flores phytoplanctoniques. Les peuplements rencontrés sont caractéristiques des milieux estuariens ouverts.

Evolution temporelle : voir la fiche de la masse d'eau HT6 : les 71 flores totales réalisées entre 2002 et 2004 sur Grandcamp ont été regroupées avec celles réalisées au point Géfosse, tout proche, mais situé dans la masse d'eau HT6.

7.2. St Germain de Varreville

Distribution partielle des principaux taxons sur les 81 flores (partielles) réalisées entre 2001 et 2005 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : PSNZ : 38% ; 17% : PHAE et RHIZSTO.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : PHAE : 43% ; PSNZ : 29% et RHIZDEL : 14%.

Commentaires : Les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec une influence des milieux estuariens.

7.3. Utah Beach

Distribution partielle des principaux taxons sur les 22 flores (partielles) réalisées en 2006 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : CHAE : 29% ; 14% : PHAE et PSNZ.

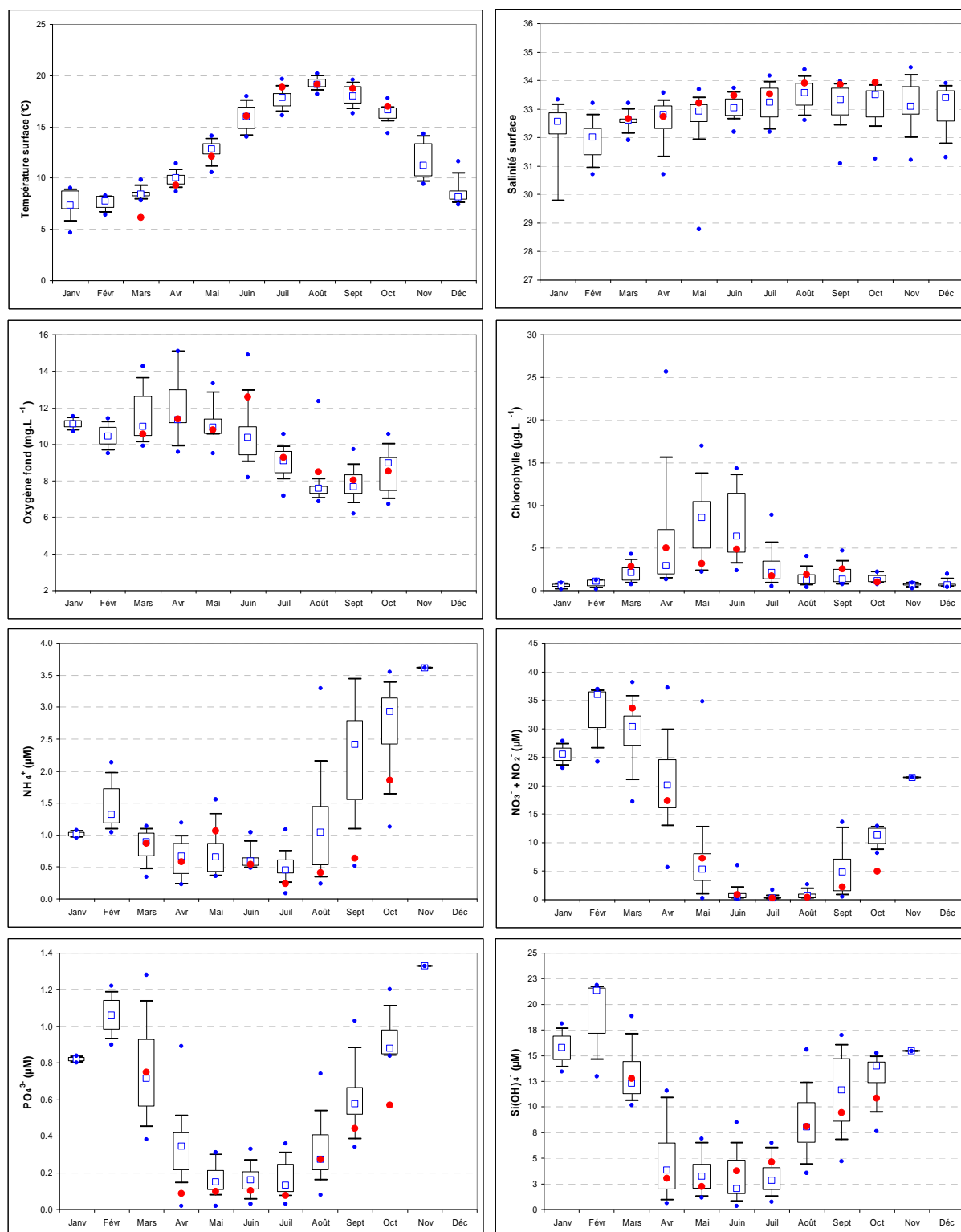
Seuil > 1 000 000 cellules/L : CHAE : 50% ; PHAE : 33% et THAL : 17%.

Commentaires : Les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.



8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques

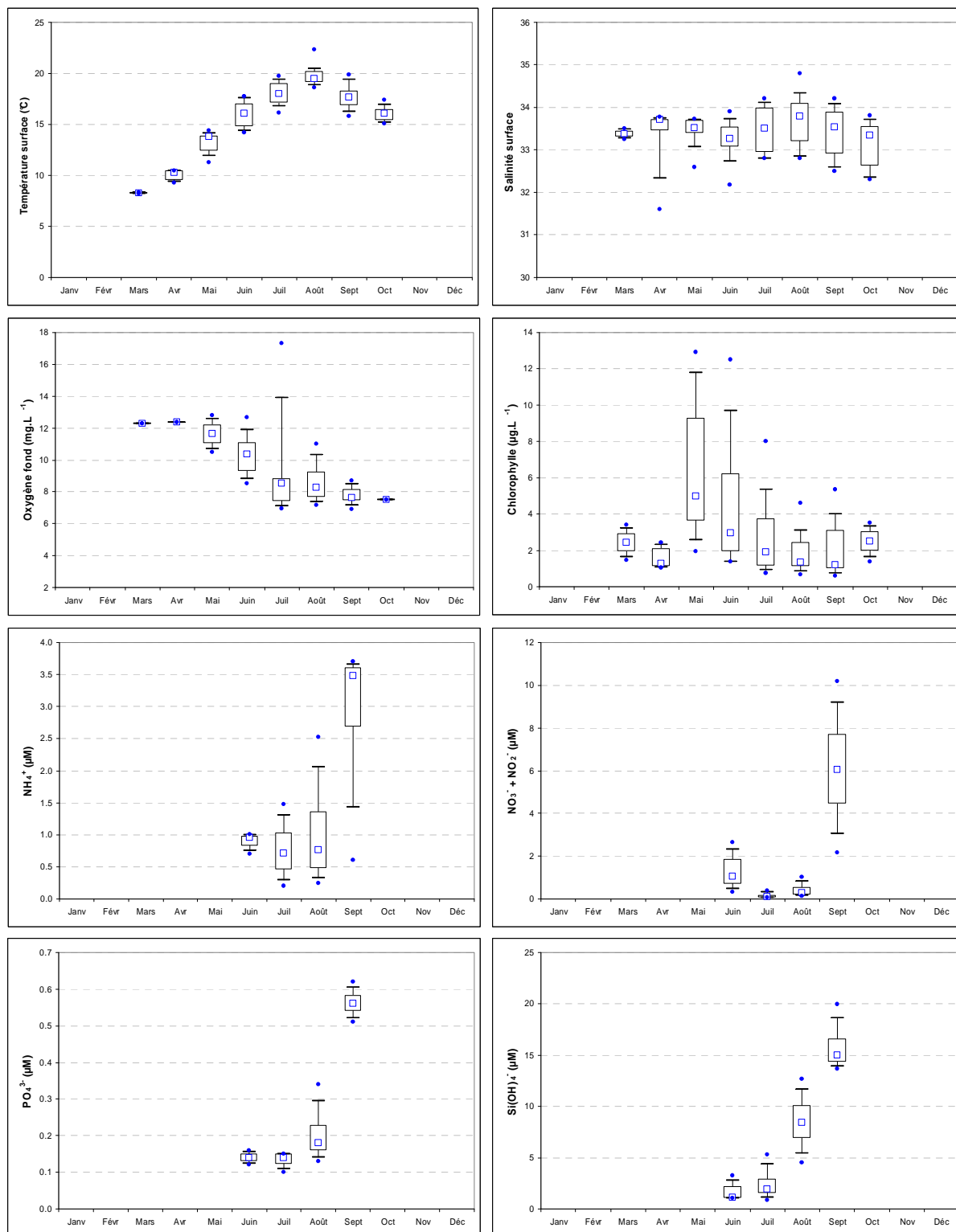
8.1. Grandcamp-Maisy (2001-2006)



La masse d'eau HC10 au niveau du point Grandcamp est soumise aux apports terrigènes de la Taute, la Vire, l'Aure et la Douve (via la masse d'eau HT6). Ceci est perceptible au niveau de la salinité qui montre des variations de l'ordre de 2 à 3 pour mille. La période productive débute dès la fin du mois de mars et atteint un maximum de biomasse chlorophyllienne de l'ordre de 15 µg/L en moyenne (valeur extrême de 25 µg.L⁻¹ mesurée en avril 2003).

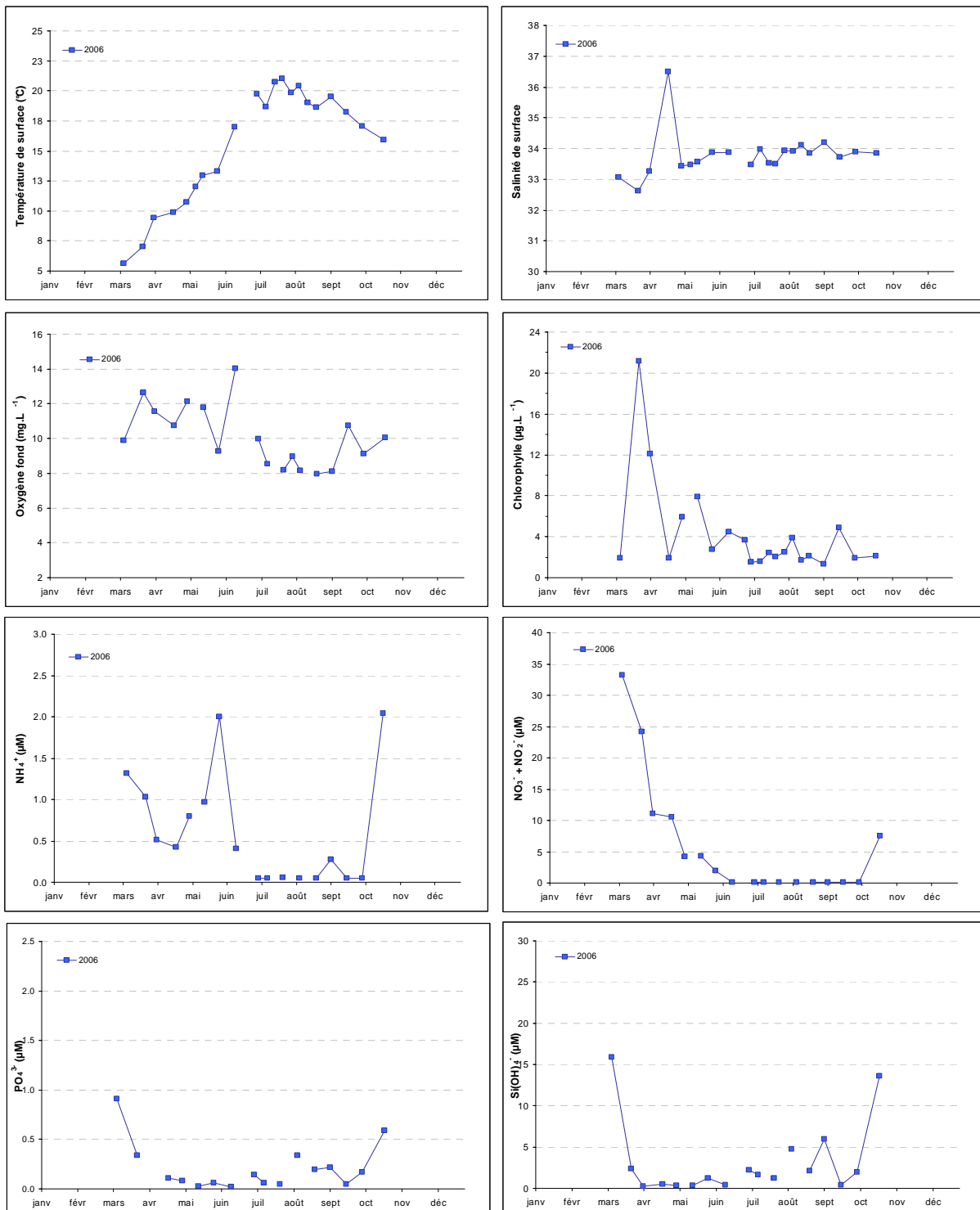
Les apports terrigènes du fond de la baie des Veys sont à l'origine de stocks hivernaux en sels nutritifs assez élevés : de 35-40 μM de nitrate, plus de 20 μM de silicate et plus de 1 μM de phosphate. Les teneurs en ammonium sont également à noter : elles restent peu élevées (< 1 μM) jusqu'en août, mais atteignent ensuite (et jusqu'en novembre) des teneurs comprises entre 2 et 4 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

8.2. Saint Germain de Varreville (2001-2005)



Situé dans le Nord de la masse d'eau HC10, le point St Germain est moins sous l'influence des apports terrigènes du fond de la baie que ne l'est le point de Grandcamp. Par conséquent, les dessalures sont moins marquées et, du fait de la moindre recharge des eaux en sels nutritifs au long de la période productive, la biomasse chlorophyllienne n'est pas aussi importante que sur Grandcamp. Les maxima sont atteints au mois de mai avec des teneurs de l'ordre de $12 \mu\text{g.L}^{-1}$. Le manque de données sur les sels nutritifs ne permet pas d'estimer dès à présent les stocks hivernaux.

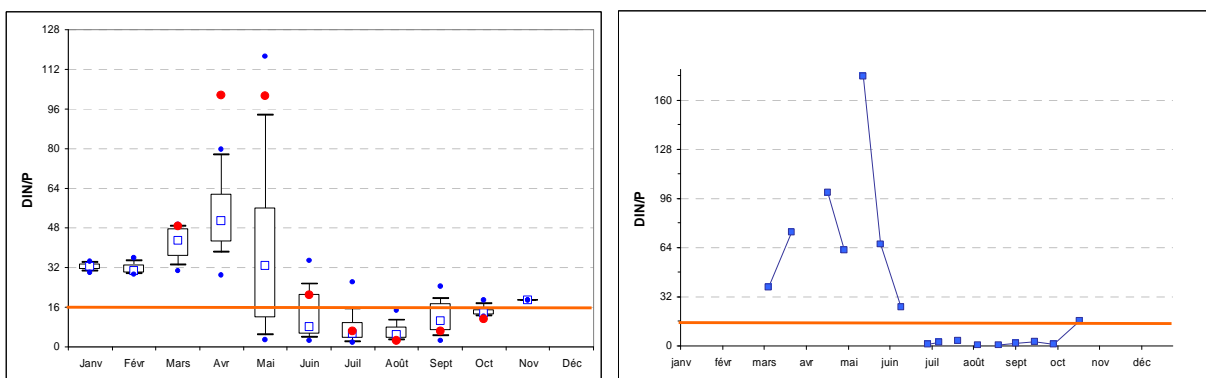
8.3. Utah Beach (2006)



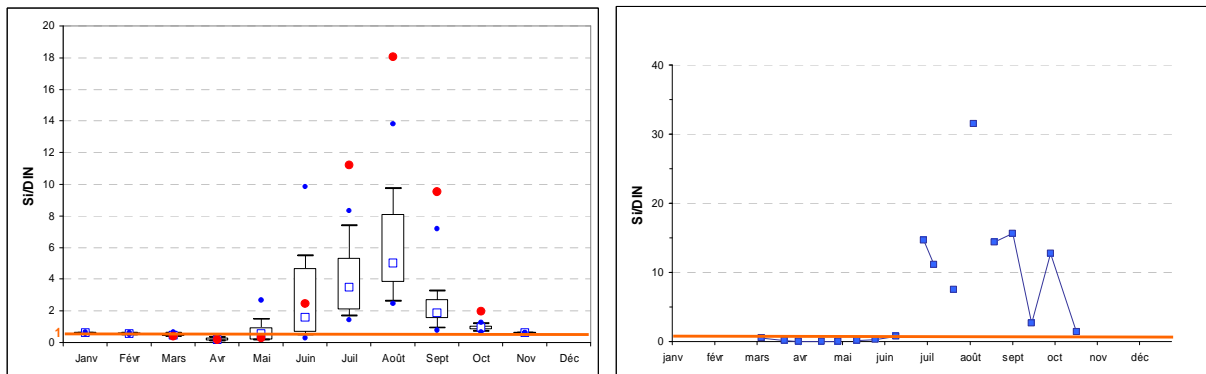
Le point Utah Beach n'a été suivi qu'en 2006, mais il permet de confirmer l'influence des apports terrigènes dans le Sud de la masse d'eau HC10 : les teneurs en chlorophylle *a* (environ 20 µg.L⁻¹) et les stocks hivernaux en sels nutritifs semblent, en effet, être du même ordre de grandeur que sur Grandcamp.

9. Réflexion sur les sels limitants à Grandcamp et Utah

Les graphes présentant l'évolution des concentrations en sels nutritifs pages précédentes, et la figure ci-dessous présentant l'évolution du rapport molaire DIN/P, indiquent une limitation potentielle de la production de biomasse chlorophyllienne par l'azote entre les mois de juin et d'août sur le point de Grandcamp (gauche). Sur Utah Beach (droite) nous ne disposons que d'une seule année de suivi, et il est donc difficile de conclure quant à une limitation franche de la production phytoplanktonique par l'azote.



L'étude du rapport molaire Si/N semble confirmer sur Grandcamp la limitation potentielle de l'azote entre juin et d'août.



10. Conclusion

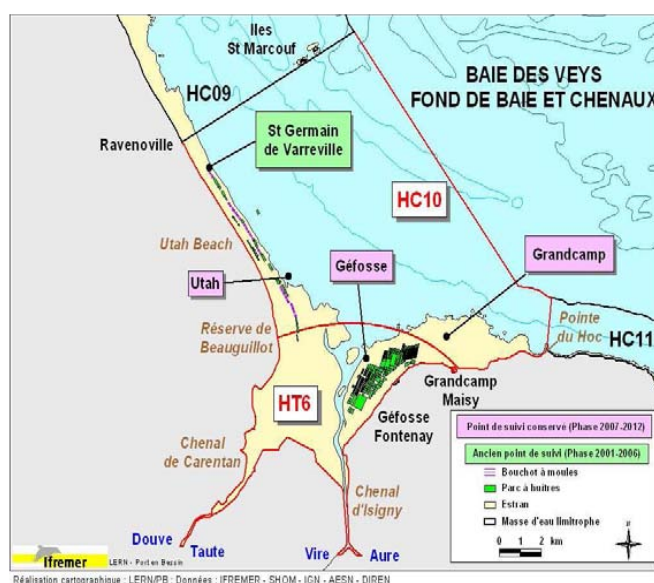
Au regard de l'évolution des indicateurs "Phytoplancton", la masse d'eau HC10 est plus productive (présente de plus fortes biomasses phytoplanctoniques) dans sa partie Sud que dans sa partie Nord. Elle ne présente pas de manifestation de dystrophie marquée et son état peut être qualifié de « bon » sur la période 2001-2006. Il n'en demeure pas moins que 2 des 4 indicateurs « phytoplancton » de la DCE se situent à la limite entre les classes « bon état » et « état moyen », et que du fait de l'importance des apports (via la masse d'eau HT6) des bassins versants de la Vire, de l'Aure, de la Douve et de la Taure, cette masse d'eau nécessite un suivi attentif (elle est d'ailleurs classée RNABE). Les deux points de suivi de Grandcamp et d'Utah seront donc conservés entre 2008 et 2013, Grandcamp faisant l'objet d'un contrôle régional renforcé (20 prélèvements par an, avec renforcement de la fréquence de suivi durant la période productive), et le point d'Utah étant suivi dans le cadre du contrôle régional (car c'est un très important secteur conchylicole).

Masse d'eau HT6

Fond de la Baie des Veys

1. Localisation de la zone

La masse d'eau HT6 est une vaste zone d'estran délimitée au Nord par une courbe allant de la réserve de Beauquillot au port de Grandcamp Maisy, et au Sud par les chenaux de Carentan et d'Isigny.



N° de masse d'eau : HT6
Genre : masse d'eau de transition
Type : Tt 5
Classement 2004 : RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Géfosse	Opérationnel, Surveillance, Régional renforcé	49° 23.4700' N	001° 06.3600' W	2002 - en cours

2. Caractéristiques physiques de la zone

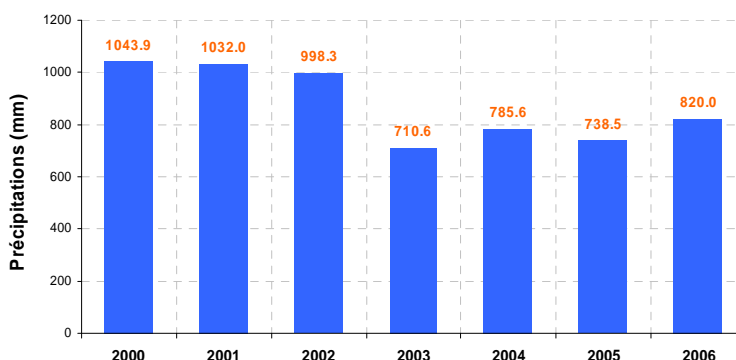
Surface : 31,7 km², dont 27,6 km² en zone intertidale, soit 87 % de la superficie totale.

Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	3.25	5.95	6.95	Grandcamp

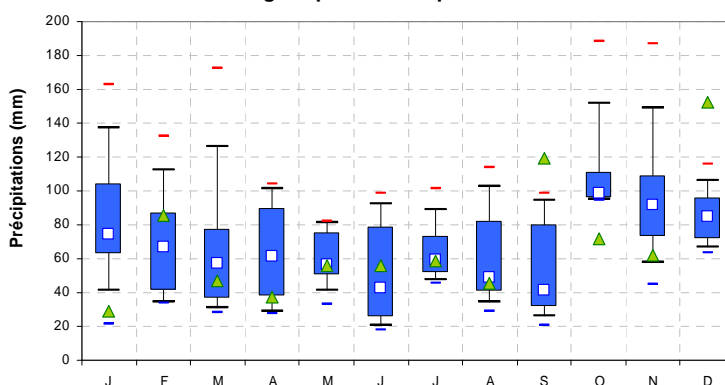
Précipitations : Les précipitations enregistrées à Englesqueville la percée en 2006 sont caractéristiques d'une année sèche, avec des moyennes aux mois de janvier et octobre comparables ou inférieures aux minima enregistrés sur la période 2000-2005.

Néanmoins les précipitations, enregistrées aux mois de septembre et décembre dépassent les maxima mesurés sur la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Englesqueville_la_percée



Évolution mensuelle des précipitations à Englesqueville_la_percée



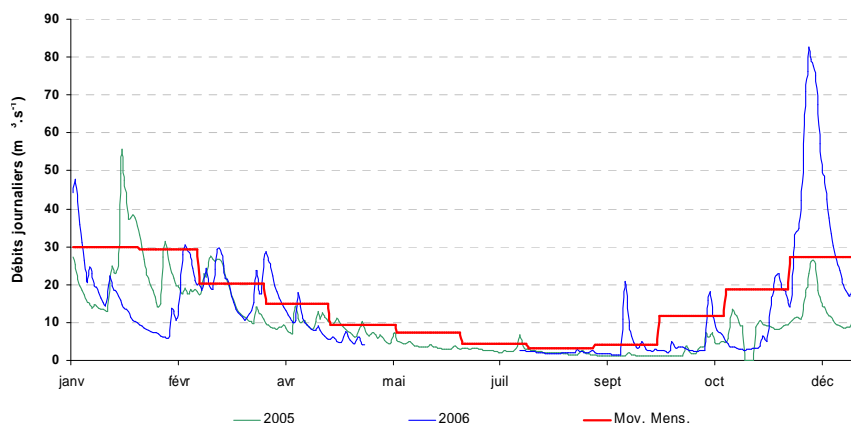
Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

Caractéristiques des principaux bassins versants et des fleuves côtiers :

Quatre fleuves principaux se jettent en baie des Veys : la Vire et l'Aure se rejoignent pour former le chenal d'Isigny dont l'embouchure alimente la partie orientale de la baie des Veys, alors que la Douve et la Taute se rejoignent dans le chenal de Carentan qui se jette dans la partie occidentale de la baie. Ces quatre fleuves drainent un bassin versant de 3500 Km² et leur débit moyen global est de l'ordre de 35 m³/s. Les débits de crue peuvent être très nettement supérieurs, et, à titre d'exemple, la Vire a atteint début décembre 2006 un débit maximal instantané de 83 m³.s⁻¹ (Cf. Figure page suivante).

Nom Station	Période de	Bassin versant	Débit mensuel moyen m ³ .s ⁻¹												Débit annuel moyen m ³ .s ⁻¹	Source
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
La Douve à Carentan [La Barquette]	1996-2000	1018	18.9	17.4	12.9	9.5	6.2	4.2	3.0	2.7	3.2	6.6	11.6	16.2	9.30	Fiche DIREN
La Vire à Montmartin-en-Graignes	1993-2000	1068	30.0	29.4	20.3	15.0	9.3	7.4	4.5	3.2	4.2	11.7	18.8	27.3	15.08	Fiche DIREN
L'Aure à Isigny sur mer	2000	712.9	10.4	10.3	7.2	4.9	2.8	2.1	1.1	0.7	1.0	3.7	6.4	9.8	5.03	Fiche DIREN
La Taute à Carentan	1996-2000	379.2	7.5	6.9	5.1	3.7	2.4	1.6	1.1	1.0	1.2	2.5	4.5	6.4	3.66	Fiche DIREN

Vire / Évolution des débits journaliers



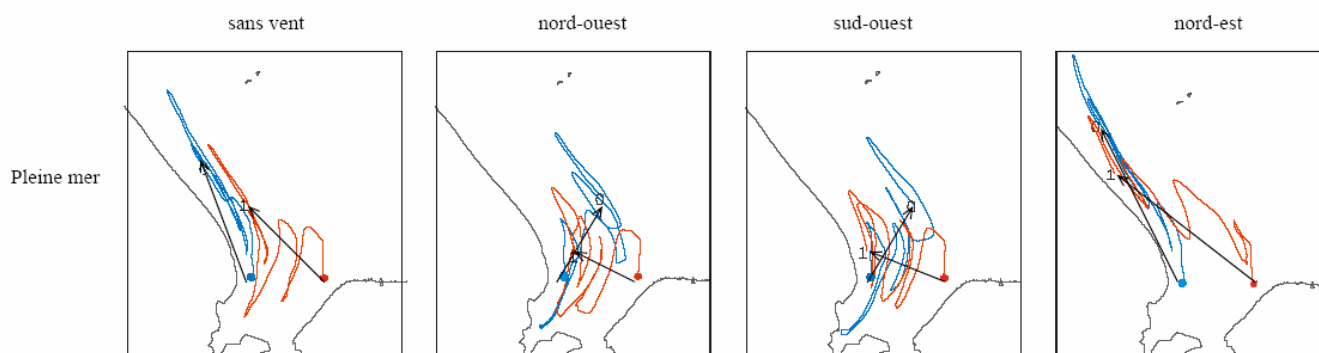
3. Activités et usages sur la zone

Activités : forte activité ostréicole à l'Est de la masse d'eau où se situe le bassin conchylicole de la baie des Veys, qui présentait en 2000 des biomasses d'huîtres en élevage estimées à 10230 tonnes (estimation 2006/2007 en cours). La biomasse de moules a, quant à elle, été estimée en 2006 à 242 tonnes. A signaler également la zone de baignade de Grandcamp Maisy. **A compléter à l'avenir...**

4. Courantologie

Les résiduelles des courants de marée dans la partie occidentale de la baie des Veys sont influencées par l'orientation et la force des vents ainsi que le montrent les simulations de trajectoires ci-dessous (réalisées à l'aide du modèle hydrodynamique "ECOT" 2D, à maille de 75 m par K. Grangeré*).

Différents scénarii de vent sont testés. Quel que soit la direction de vent testée, une particule lâchée sur le flanc Est de la baie (en rouge) fini toujours par traverser la baie pour rejoindre la côte Est Cotentin, alors qu'une particule lâchée dans l'Ouest de la baie (en bleu) peut, en cas de vents de secteur Ouest (les deux Figures centrales), gagner le large.

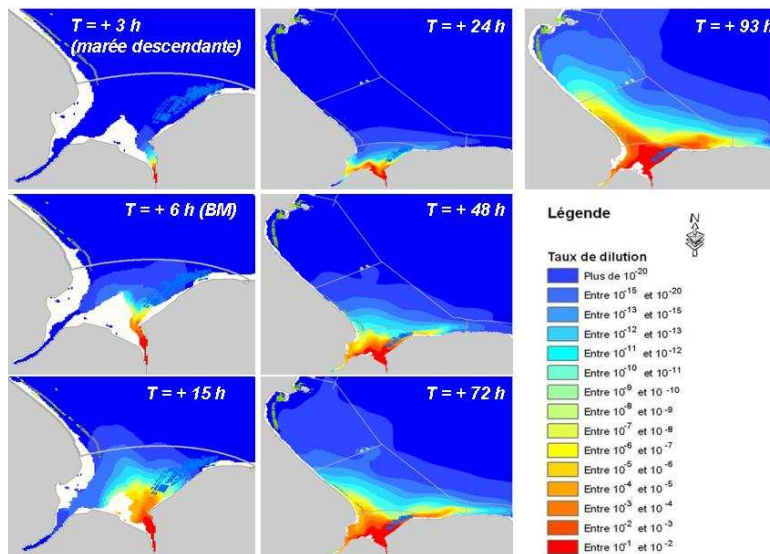


* Grangeré.K, 2004. in « Simulations de l'influence des apports des bassins versants sur les concessions ostréicoles de la Baie des Veys (Baie de Seine occidentale) ». DEA en modélisation de l'environnement marin, Université de Liège, 46p.

Les panaches de dispersion des apports provenant du chenal d'Isigny montrent un relatif confinement pendant les 15 premières heures de simulation dans la partie orientale de la baie. Ensuite, le panache gagne vers l'Ouest, et au bout de 72 heures l'ensemble de la baie est touché par le rejet qui commence alors à gagner peu à peu le long de la côte Est du Cotentin vers le Nord, ainsi que le long des côtes du Calvados vers l'Est.

On peut cependant noter que le flanc Est de la baie (qui abrite la zone de production conchylicole) présente des taux de dilution inférieurs (et donc des concentrations supérieures) à ceux rencontrés le long du flanc Ouest de la baie.

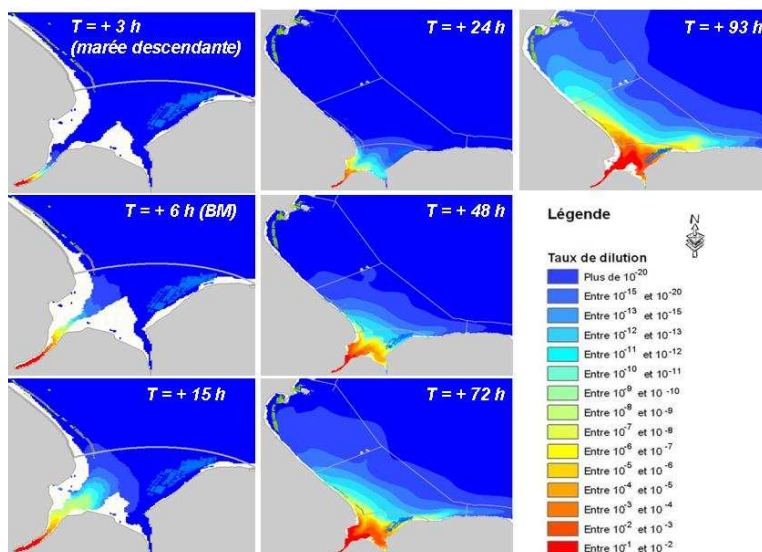
Modélisation du panache de la Vire/Aure
(sans vent, coeff 75, rejet continu, lâché à PM)



La simulation du devenir des apports du canal de Carentan semble, en première approche, indiquer un confinement encore plus marqué que le canal d'Isigny sur les premières heures après le début du rejet. Par la suite, le rejet gagne toute la baie, puis s'étend également de part et d'autre de son ouverture, vers le Nord-Ouest le long de la côte Est du Cotentin, ainsi que le long des côtes du calvados, vers l'Est.

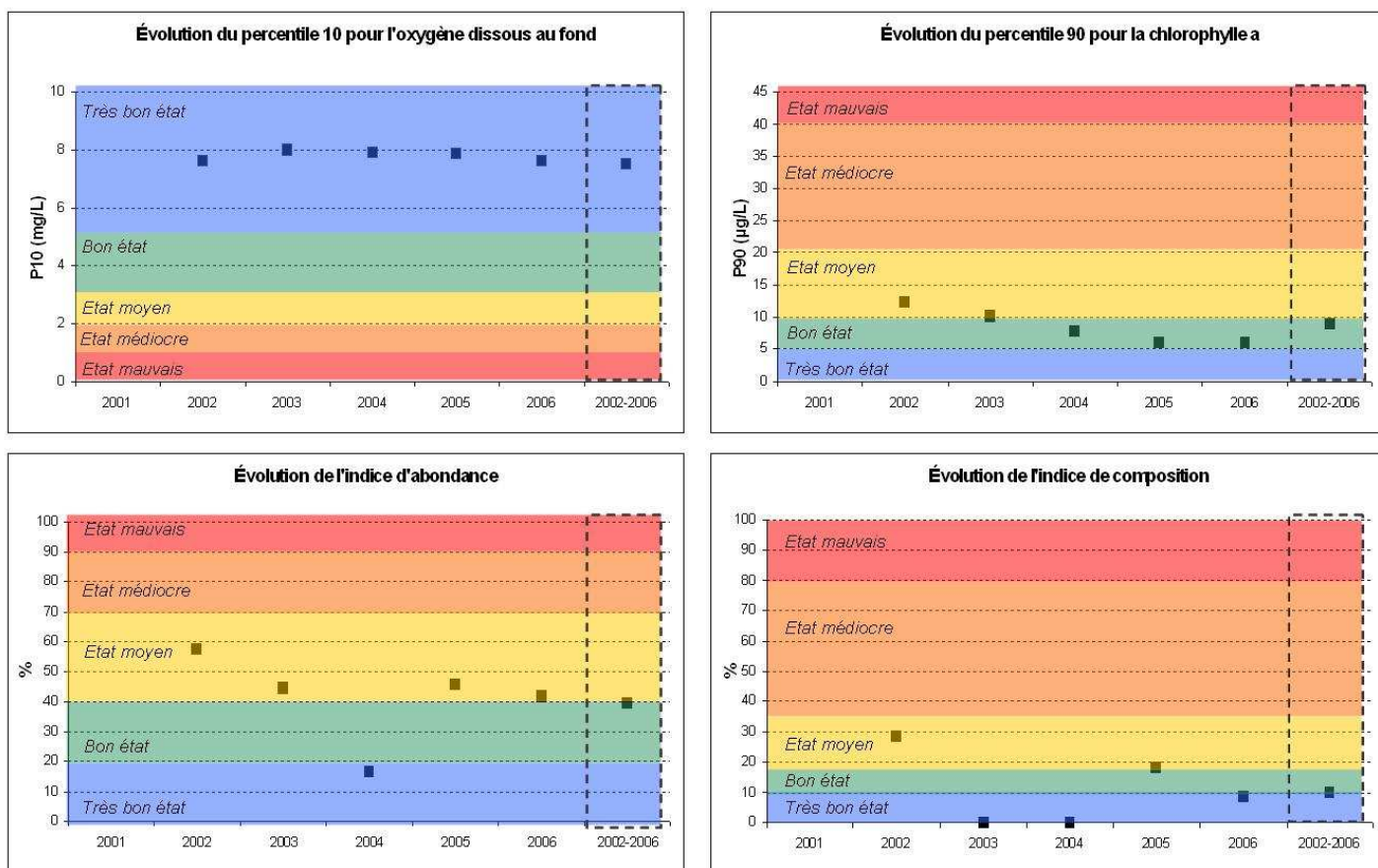
On peut enfin noter que les taux de dilution des apports sont supérieurs dans la partie orientale de la baie, et donc que l'impact potentiel des apports du canal de Carentan sur la zone des parcs de Grandcamp-Maisy/Géfosse est inférieur à celui que pourrait avoir le canal d'Isigny.

Modélisation du panache de la Douve/Taute
(sans vent, coeff 75, rejet continu, lâché à PM)



5. Qualité de la masse d'eau

5.1. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton" sur Géfosse (2002-2006).



Plus encore que le point Grandcamp, le point Géfosse est soumis aux apports terrigènes des 4 fleuves arrivant en Baie des Veys. Ces apports favorisent la croissance du phytoplancton et le développement de blooms. De ce fait, les indices d'abondance annuels se situent le plus souvent dans la classe d'état « moyen ». Néanmoins, le « très bon état » obtenu en 2004 permet d'obtenir un classement global sur la période 2002-2006 au moyen de l'indice d'abondance en « bon état » (à la limite avec l'état « moyen »).

Les autres indicateurs permettent également de conclure, globalement sur la période 2000-2006, à un « bon état », voire même à un « très bon état » (oxygène).

5.2. Synthèse des Indicateurs DCE "Phytoplancton" sur la masse d'eau HC10

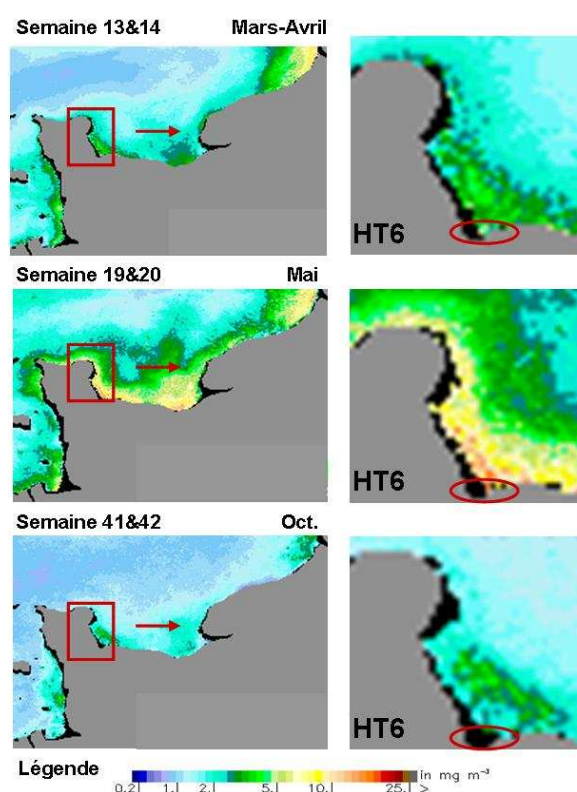
HT6	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2002-2006	Global 2002-2006	Global 2002-2006	Global 2002-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Géfosse (2002-2006)	7.50	8.78	39.22	9.80	
Synthèse Masse d'eau	7.50	8.78	39.22	9.80	

Au final, au regard de l'ensemble des indicateurs "Phytoplancton", la synthèse globale 2002-2006 indique donc que la masse d'eau HT6 est de bonne qualité.

Néanmoins, les indicateurs “Chlorophylle” et “indice d’abondance” se situent juste en dessous des seuils d’état « moyen ». Par conséquent, le classement en RNABE de cette masse d’eau reste justifié, et, comme pour le point Grandcamp, il conviendra à l’avenir de maintenir sur ce point un « suivi régional renforcé » (20 échantillonnages par an sur la période 2008-2013).

6. Périodes productives et images «satellite»

La masse d’eau de transition HT6 est située trop près du littoral pour permettre une analyse de sa production de biomasse chlorophyllienne au moyen des données «satellite» actuellement disponibles : ainsi que le montrent les images ci-dessous, la baie est « couverte » de pixels noirs, ininterprétables.



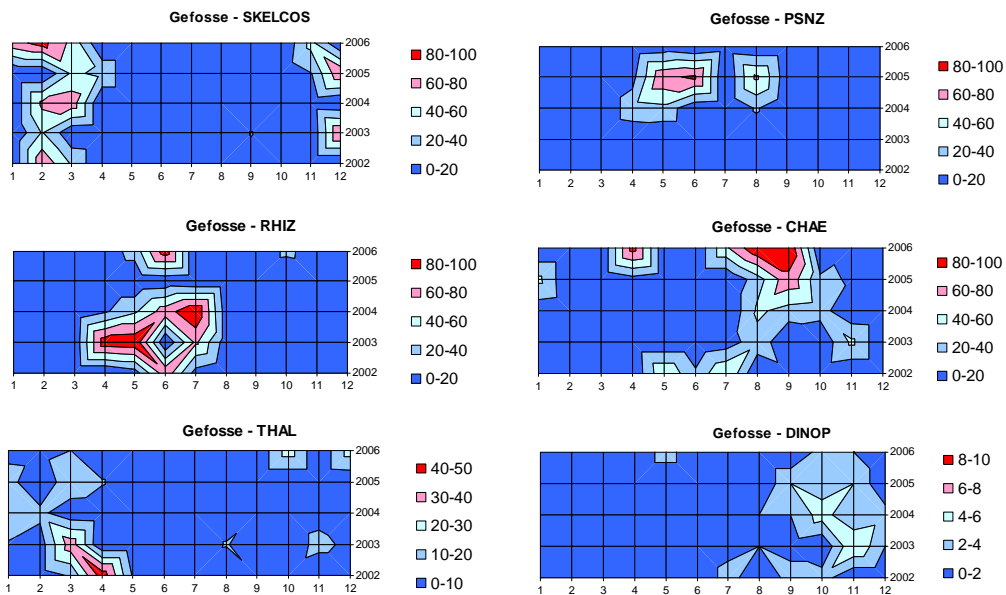
7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE) au point Géfosse.

Distribution partielle des taxons sur les 84 flores totales et 38 flores partielles réalisées entre 2002 et 2006, et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : PSNZ : 20% ; 15% RHIZDEL et CHAE ; RHIZSTO : 12%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : PHAE : 36% ; PSNZ : 21% ; 14% RHIZDEL, CHAE et LEPT.

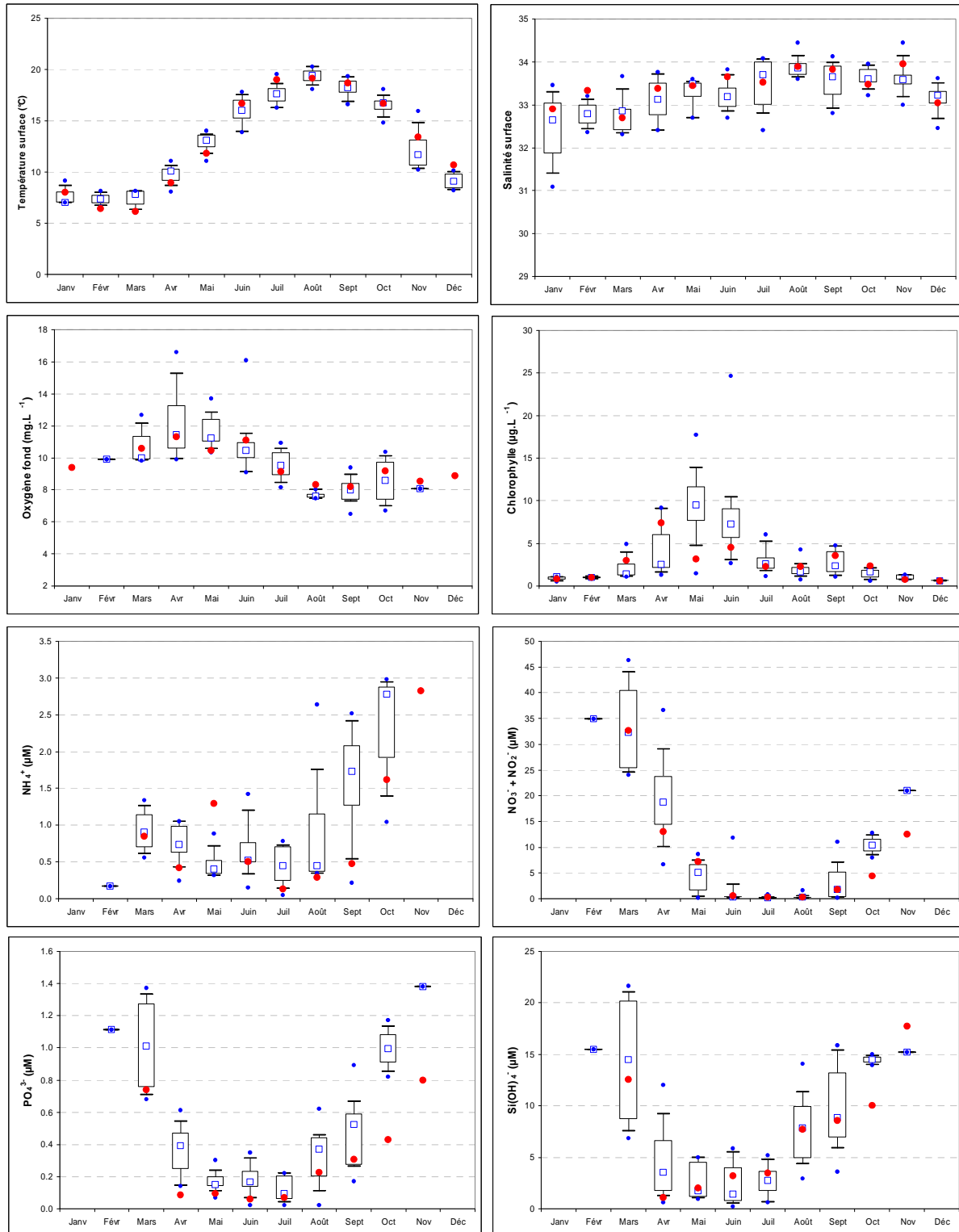
Évolution temporelle : les 155 flores totales réalisées sur les points de Grandcamp et de Géfosse permettent de suivre l’évolution des principaux taxons dans le temps.



Évolution temporelle des dominances (%) des principaux taxons, par mois et par année

Commentaires : Cette succession d'espèces et de peuplements est caractéristique des milieux estuariens et des baies. Néanmoins, l'influence des dinoflagellés n'est pas très marquée.

8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques (Géfosse 2002-2006)

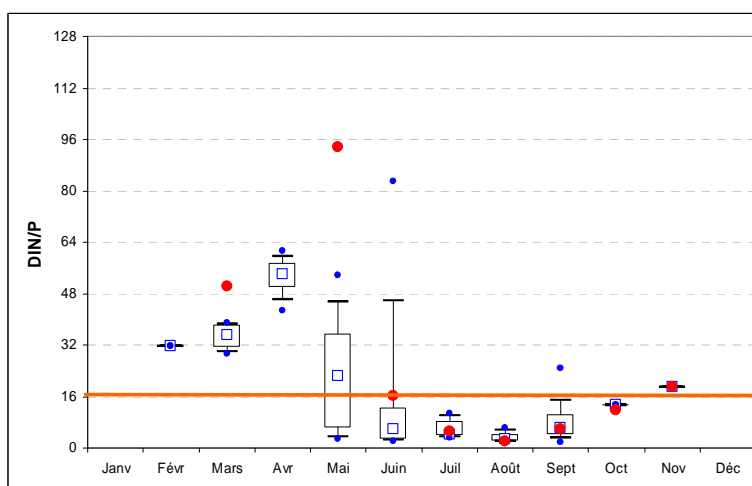


La masse d'eau HT6 est directement soumise aux apports de la Vire, de l'Aure, de la Taute, et de la Douve. Ceci est mis en évidence par le graphe présentant la salinité de la masse d'eau qui connaît des variations de l'ordre de 3,5 pour mille d'amplitude. La période productive débute dès la fin du mois de mars et la production de biomasse chlorophyllienne atteint son maximum en mai-juin (valeur maximale de 25 µg.L⁻¹ mesurée en juin 2002). Les apports terrigènes du fond de la baie sont à l'origine de la constitution de stocks hivernaux en sels nutritifs assez élevés : 40-50 µM de nitrate, plus de 20 µM de silicate et plus de 1 µM de phosphate.

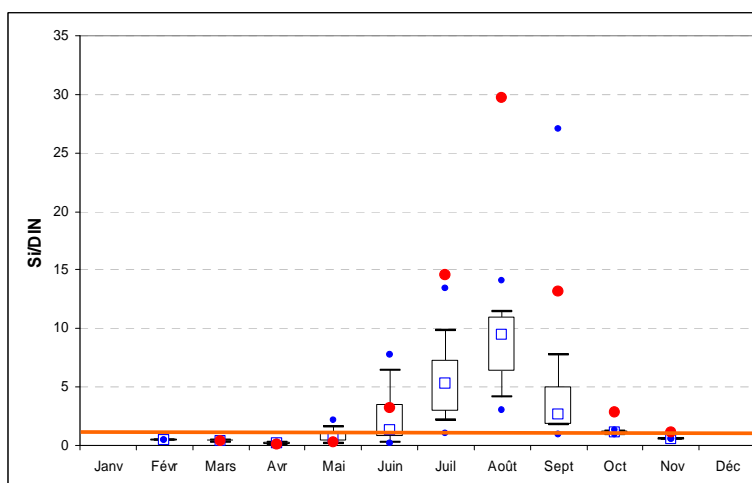
Les teneurs en ammonium restent peu élevées ($< 1 \mu\text{M}$) jusqu'en août, mais elles augmentent en automne pour atteindre communément des valeurs comprises entre 2 et $3 \mu\text{g.L}^{-1}$.

9. Réflexion sur les sels limitants à Géfosse.

D'après l'évolution du rapport molaire N/P (selon Redfield *et al*, 1963) ci-dessous, ainsi que les courbes de concentration en nitrate page précédente, l'azote est susceptible d'être le sel limitant de la production primaire entre fin juin et août au sein de la masse d'eau HT6.



L'étude du rapport molaire Si/N confirme cette limitation potentielle de l'azote entre fin juin et août sur le point Géfosse.



10. Conclusion

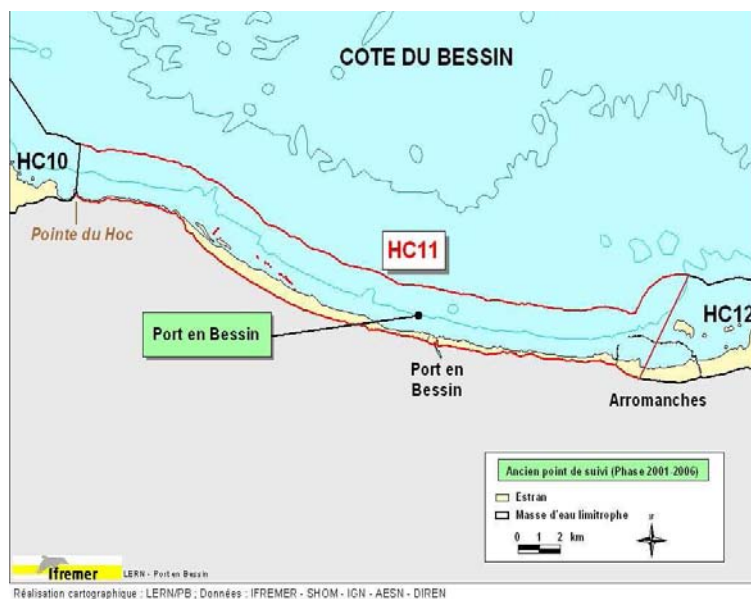
Au regard des indicateurs "Phytoplancton" de la DCE, la masse d'eau HT6 peut donc être considérée comme de « bonne » qualité sur la période 2002-2006. Néanmoins, deux indicateurs (indice d'abondance et percentile 90 de la chlorophylle *a*) se situent juste en dessous de la qualité « moyenne ». Le classement en RNABE de cette masse d'eau HT6 semble donc fondé, et le suivi qui y sera mené entre 2008 et 2013 dans le cadre du RHLN sera par conséquent de type « contrôle régional renforcé ».

Masse d'eau HC11

Côte du Bessin

1. Localisation de la zone

La masse d'eau HC11 s'étend de la pointe du Hoc jusqu'au port d'Arromanches. Elle couvre ainsi environ 20 milles d'Ouest en Est.



N° de masse d'eau : HC11
Genre : masse d'eau côtière
Type : Ct 11
Classement 2004 : Non RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Port-en-Bessin		49° 21.5900' N	000° 46.0300' W	2004 - 2 006

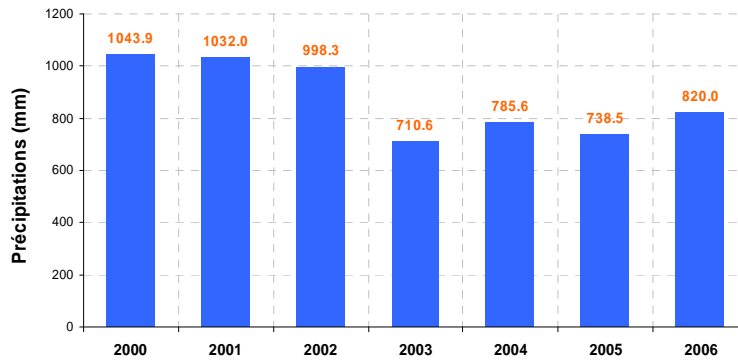
2. Caractéristiques physiques de la zone

Surface : 65,1 km², dont 8,6 km² en zone intertidale, soit 13 % de la superficie totale.

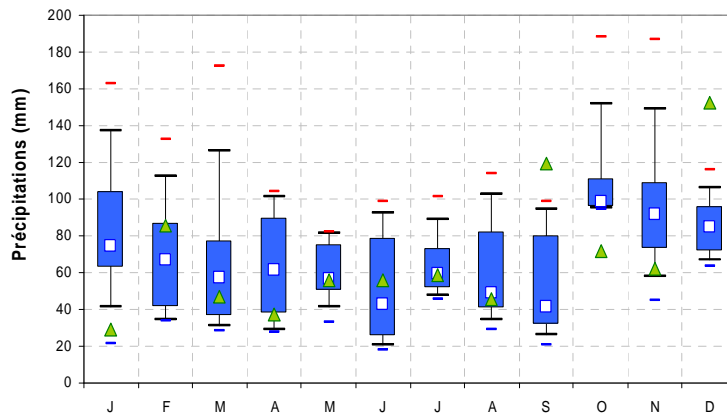
Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	3.35	6.15	7.55	Port en Bessin

Précipitations : Les précipitations enregistrées à Englesqueville la percée en 2006 sont à nouveau caractéristiques d'une année sèche, avec des moyennes aux mois de janvier et octobre comparables ou inférieures aux minima enregistrés sur la période 2000-2005. Les précipitations enregistrées aux mois de septembre et de décembre ont cependant été supérieures aux maxima enregistrés sur la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Englesqueville_la_percée



Évolution mensuelle des précipitations à Englesqueville_la_percée



Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

Caractéristiques des principaux bassins versants et des fleuves côtiers : zone d'importantes résurgences de l'Aure dont les débits ne sont pas évalués aujourd'hui.

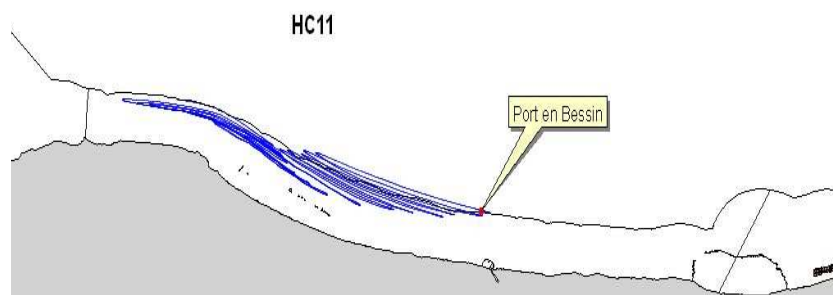
A compléter à l'avenir...

3. Activités et usages sur la zone

Quelques zones de baignades ; pas d'élevage conchylicole, mais des gisements naturels de moules sur estran (pointe de la percée, st Honorine, Port en Bessin Ouest et Est...), exploités professionnellement en fonction de l'abondance de la ressource ; tonnages très variables selon les années : **A compléter à l'avenir...**

4. Courantologie

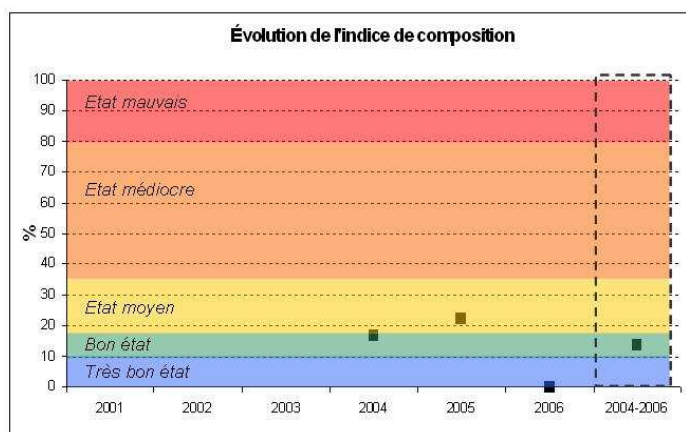
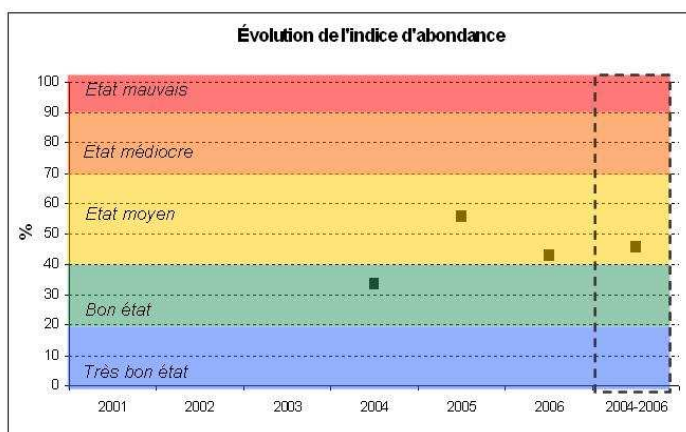
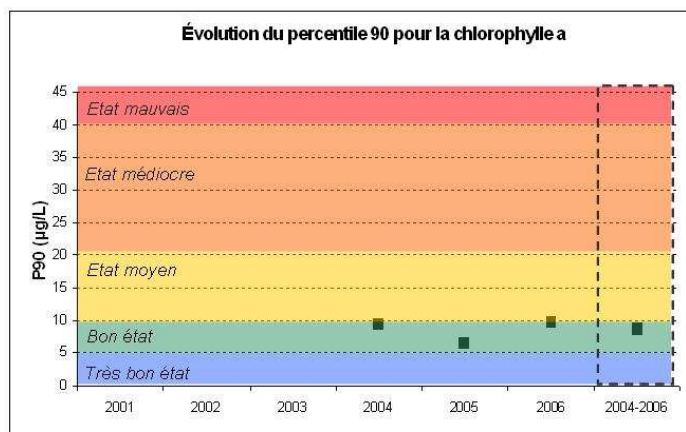
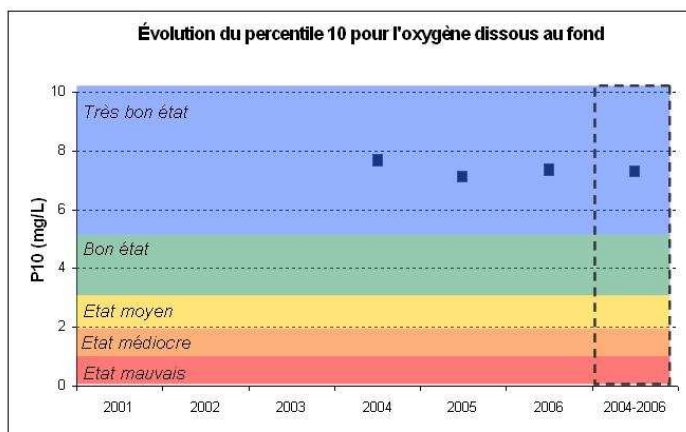
De manière générale, les courants sont à peu près alternatifs et sont parallèles à la côte jusqu'à 2 ou 3 milles du rivage. Le courant de flot porte à l'Est, avec une renverse 5 heures avant la pleine mer au Havre. Le courant de jusant porte à l'Ouest. La vitesse maximale ne dépasse pas 2 nœuds dans les deux sens.



Comme sur la majeure partie du littoral du Calvados (entre la baie des Veys et l'embouchure de la Seine à Villerville), la résiduelle des courants de marée est orientée vers l'Ouest.

5. Qualité de la masse d'eau

5.1. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton" sur le point Port en Bessin



Sur les deux dernières années de suivi (2005 et 2006), plus de 40% des flores réalisées ont présenté au moins un taxon dont la concentration cellulaire a dépassé le seuil DCE de 100 000 cellules.L⁻¹. Ces indices d'abondance élevés amènent à un classement en qualité « moyenne » pour cet indicateur sur la période 2004-2006. Les autres indicateurs indiquent quant à eux une qualité « bonne », voire « très bonne » (oxygène dissous au fond).

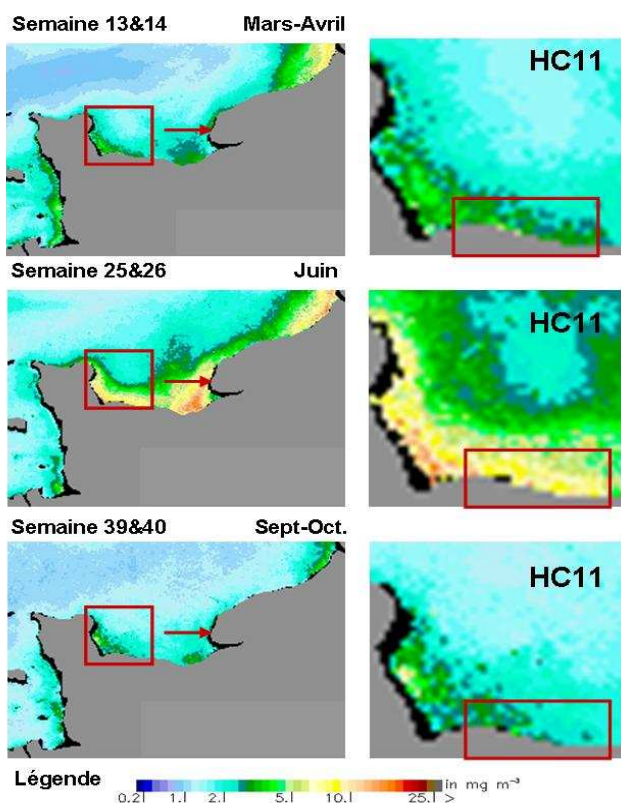
5.2. Synthèse des Indicateurs DCE “Phytoplancton” sur la masse d’eau HC11

HC11	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2004-2006	Global 2004-2006	Global 2004-2006	Global 2004-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Port en Bessin (2004-2006)	7.31	8.63	45.45	13.64	
Synthèse Masse d'eau	7.31	8.63	45.45	13.64	

La synthèse globale sur la période retenant l'indicateur le plus déclassant, la qualité de cette masse d'eau HC11 est donc « moyenne ». Notons également que l'indice “Chlorophylle” qui se situe juste en dessous du seuil « état moyen » vient appuyer ce classement.

6. Périodes productives et images « satellite »

La période productive débute entre la fin du mois de mars et le début du mois d'avril. Les maxima sont atteints entre les mois de mai et juin avec des concentrations de l'ordre de 10 à 12 mg.m⁻³. Ensuite, la concentration en chlorophylle baisse jusqu'à atteindre des « valeurs hivernales » proches de 2 µg/L vers le début du mois d'octobre.



L'analyse des données « satellite » permet de déterminer un percentile 90 moyen de la chlorophylle a sur la masse d'eau HC11 qui s'élève à 6,47 mg.m⁻³. Il est légèrement inférieur au percentile 90 calculé à partir des mesures *in situ* (8,63 µg.L⁻¹), mais confirme la productivité de cette masse d'eau qui, pourtant, ne reçoit pas directement les apports de grands fleuves.

HC11	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m ⁻³)	Percentile 90 In situ. 2004/2006 (µg.L ⁻¹)
		1ère mesure de Mars à Oct
	6.47	Port en bessin 8.63

Données produites par la NASA sur la période de 1997/2006 et traitées au moyen de l'algorithme OC5 Ifremer Dynéco/F.Gohin

7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE) au point Port en Bessin.

Distribution partielle des principaux taxons sur les 55 flores (partielles) réalisées entre 2004 et 2006 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

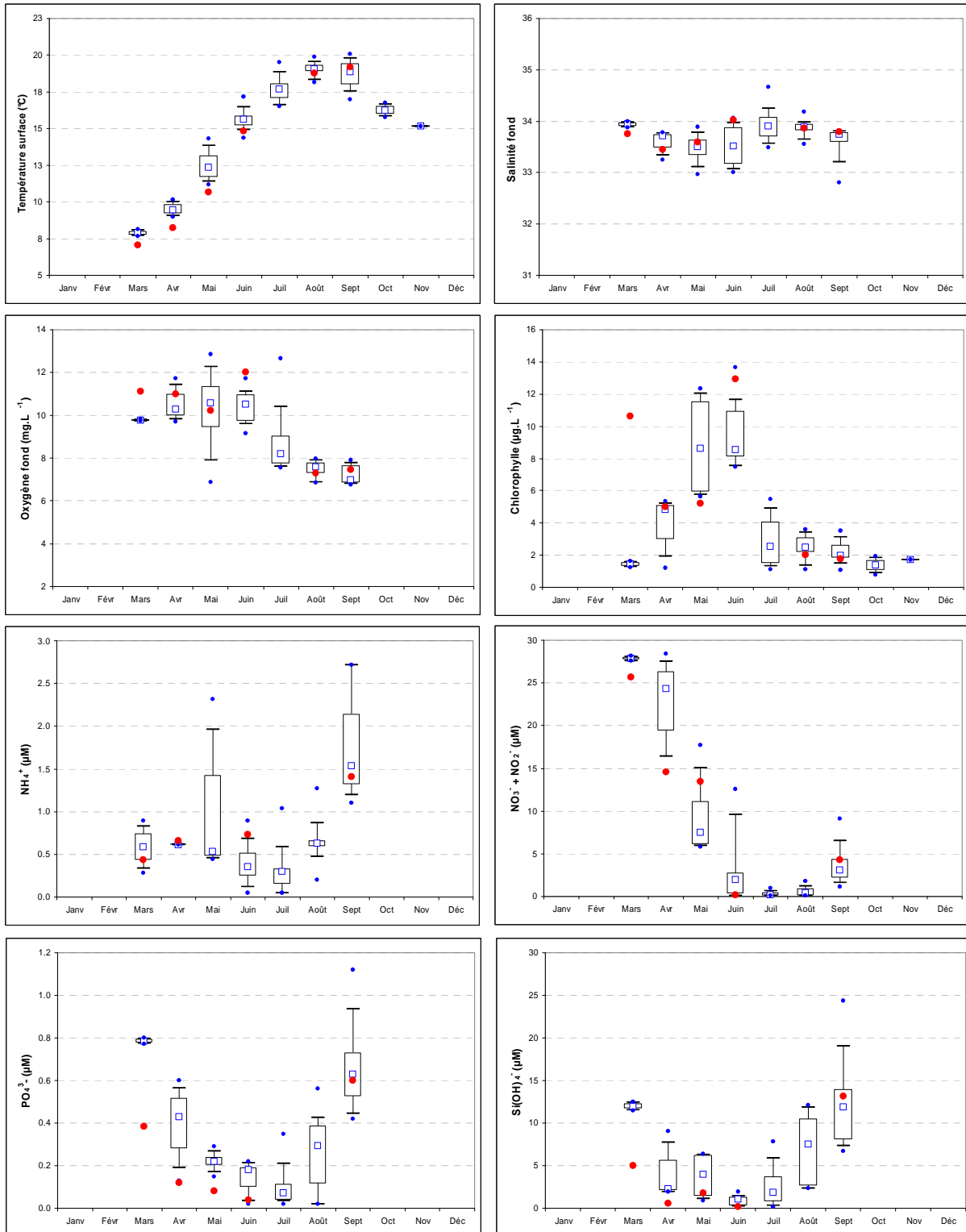
Seuil > 100 000 cellules/L : PSNZ : 40% ; 11% RHIZDEL, LEPT.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : LEPT : 36% ; 18% PHAE et PSNZ.

Commentaires : les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens. L'absence d'estuaire sur le secteur permet de s'interroger sur l'influence que pourraient avoir les résurgences de l'Aure, nombreuses de part et d'autre du port de Port en Bessin.



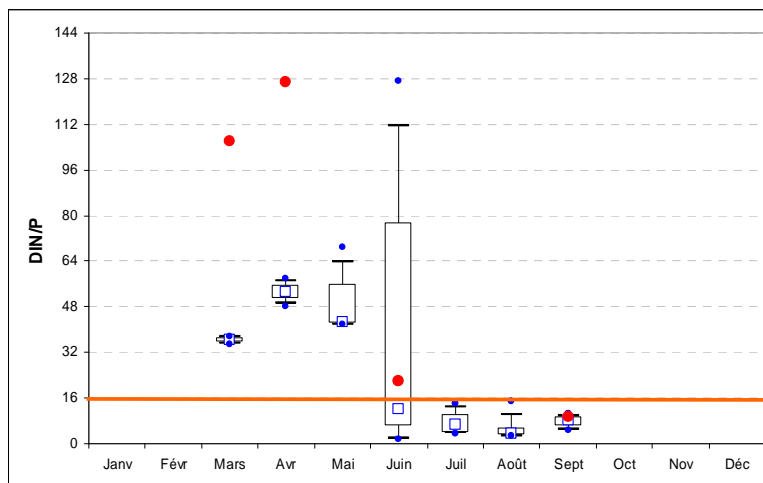
8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques (entre 2004 et 2006).



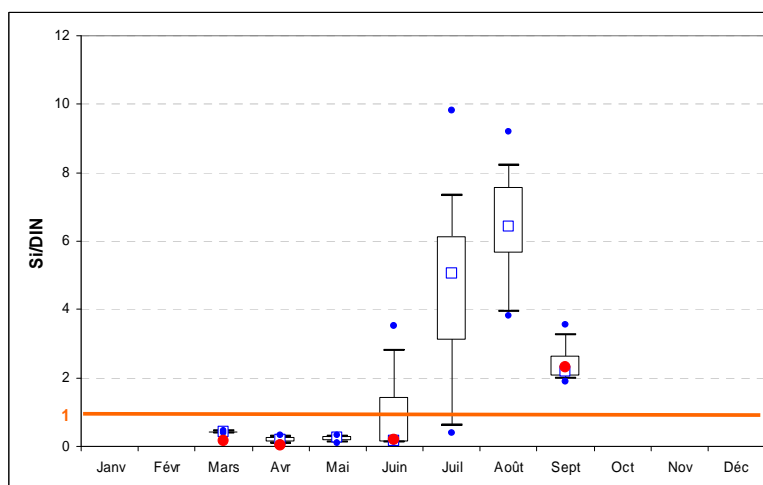
La masse d'eau HC11 ne reçoit pas d'apports directs importants en provenance des bassins versants, ce qui explique les faibles fluctuations de salinité (de l'ordre de un pour mille) et des stocks hivernaux du même ordre de grandeur que sur le point La Hougue (HC09), soit entre 25 et 30 μM de nitrate, 15 à 20 μM de silicate et moins de 1 μM de phosphate. La période productive débute entre la fin mars et le début du mois d'avril et les teneurs maximales en chlorophylle a sont comprises entre 12 à 14 $\mu\text{g.L}^{-1}$ entre mai et juin.

9. Réflexion sur les sels limitants à Port en Bessin (période 2004-2006).

D'après l'évolution du rapport molaire N/P (selon Redfield et al, 1963), ainsi que les graphes de concentrations en sels nutritifs page précédente, l'azote pourrait être le sel limitant de la production de biomasse en juillet et août.



L'étude du rapport molaire Si/N confirme cette limitation potentielle par l'azote en juillet et août.



10. Conclusion

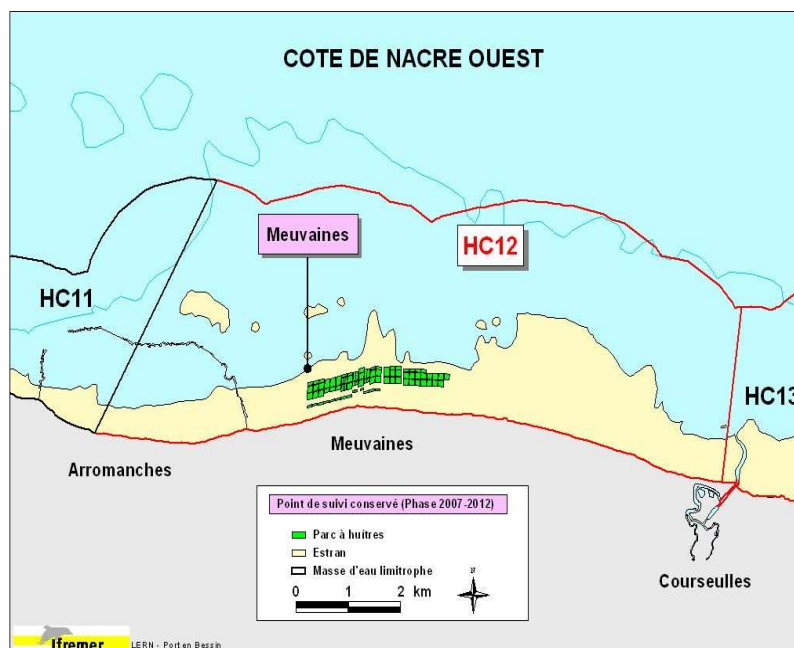
Les résultats obtenus sur la masse d'eau HC11 au point de suivi de Port en Bessin entre 2004 et 2006, années « sèches », amènerait à un classement de cette masse d'eau en « état moyen ». Pour des raisons pratiques et logistiques, cette masse d'eau HC11 ne sera plus suivie à l'avenir.

Masse d'eau HC12

Côte de Nacre - Ouest

1. Localisation de la zone

La masse d'eau HC12 s'étend du port d'Arromanches jusqu'à la limite Ouest de l'estuaire de la Seulles, sur la commune de Courseulles.



N° de masse d'eau : HC12
Genre : masse d'eau côtière
Type : Ct 11
Classement 2004 :
 Non RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Meuvaines	Suivi compl. Régional	49° 21.0800' N	000° 34 .2100' W	2004 - en cours

2. Caractéristiques physiques de la zone

Surface : 40,2 km² (dont 12,5 km² en zone intertidale, soit 31 % de la superficie totale)

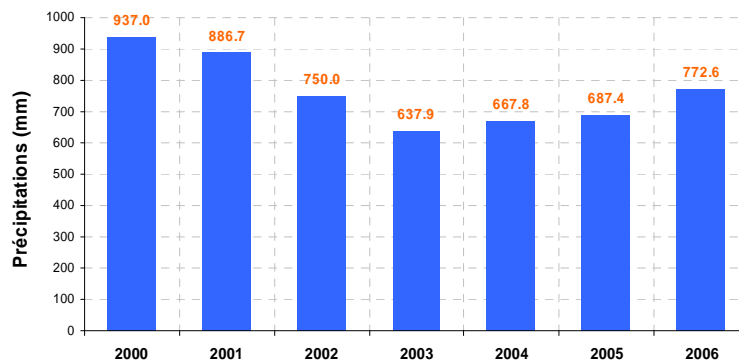
Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	3.4	6.25	7.6	Arromanches

Caractéristiques des principaux bassins versants et des fleuves côtiers : existence de quelques petits ruisseaux et d'écoulements en provenance des marais littoraux dans le secteur de Meuvaines/Asnelles. Le fleuve principal est la Seulles qui marque la limite Est de la masse d'eau, et dont le débit moyen est proche de 2.5 m³/s.

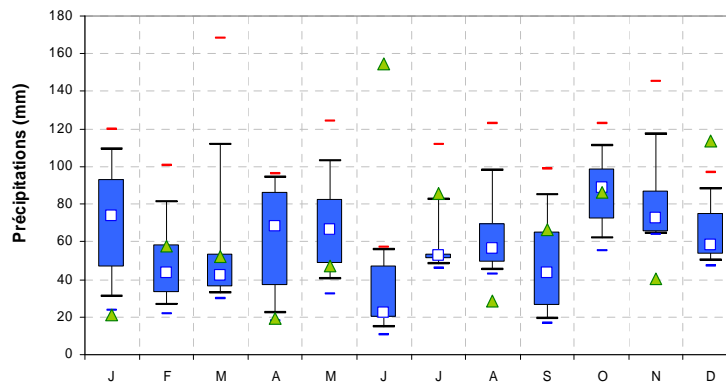
Nom Station	Période de	Bassin versant	Débit mensuel moyen m ³ .s ⁻¹												Débit annuel moyen m ³ .s ⁻¹	Source
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
La Seulles à Tierceville	1971-2007	254	4.9	4.5	3.7	2.9	1.9	1.4	1.0	0.8	0.7	1.5	2.6	4.1	2.49	Banque HYDRO

Précipitations : Les précipitations enregistrées à Ouistreham en 2006 sont à nouveau caractéristiques d'une année sèche, avec des moyennes aux mois de janvier et de novembre comparables ou inférieures aux minima enregistrés sur la période 2000-2005. Les précipitations enregistrées en juin et décembre 2006 dépassent néanmoins les valeurs maximales enregistrées depuis 2000.

Évolution annuelle des précipitations à Ouistreham



Évolution mensuelle des précipitations à Ouistreham



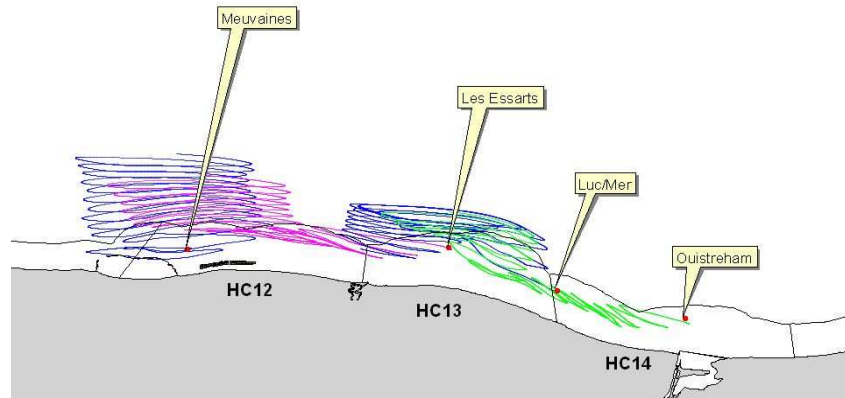
Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

3. Activités et usages sur la zone.

Importante zone de production ostréicole sur Asnelles/Meuvaines (1450 tonnes d'huîtres en élevage en 2000 ; évaluation des stocks 2007 en cours) ; nombreuses zones de baignade, avec une importante fréquentation touristique estivale ; **à compléter à l'avenir...**

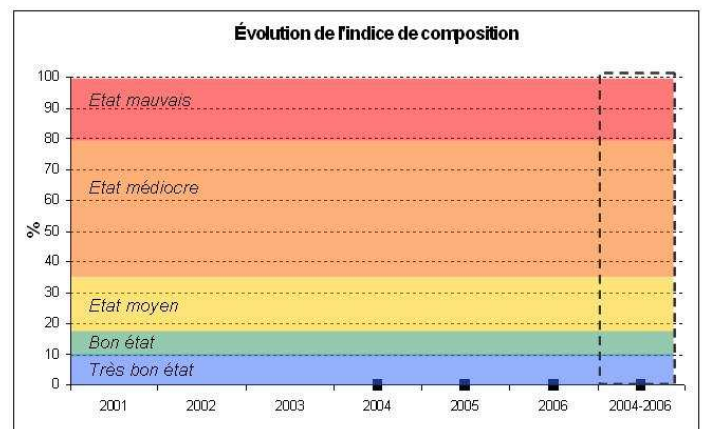
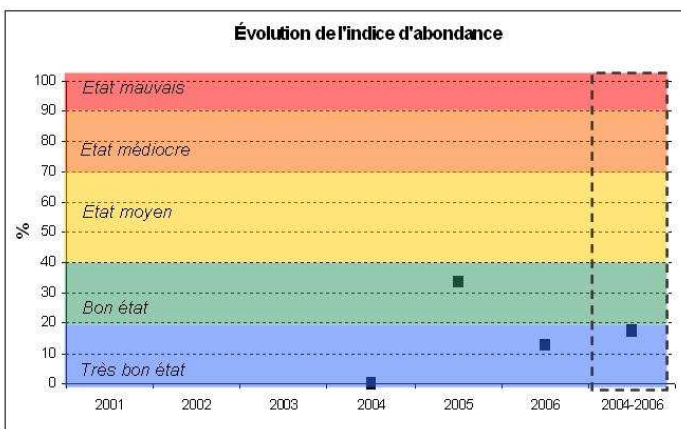
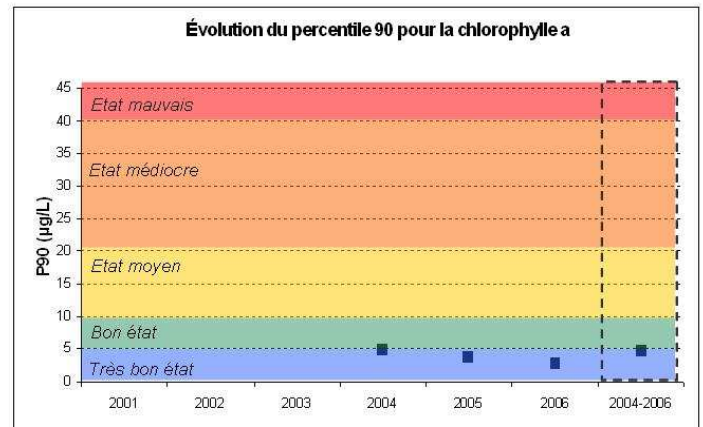
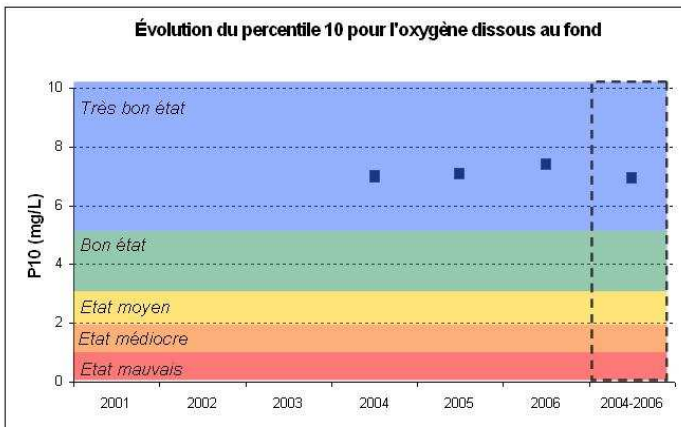
4. Courantologie

Les courants sont à peu près alternatifs et parallèles à la côte jusqu'à 2 ou 3 milles du rivage. Le courant de flot porte à l'Est et le courant de jusant à l'Ouest. La vitesse maximale ne dépasse pas 2 nœuds dans les deux sens. La résiduelle de marée porte vers l'Ouest dans la partie orientale de cette masse d'eau HC12, et vers le Nord dans la partie occidentale, à partir des premiers pontons de l'Est du port artificiel d'Arromanches.



5. Qualité de la masse d'eau

5.1. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton"



Mis à part l'indice d'abondance en 2005, les indicateurs « phytoplancton » DCE permettent de conclure au « très bon état » de la masse d'eau HC12 quelle que soit l'année de suivi.

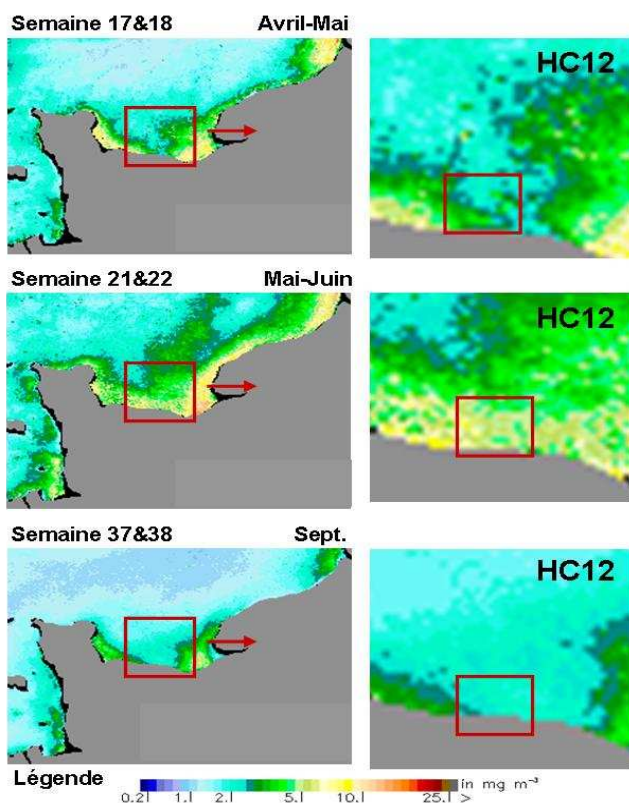
5.2. Synthèse des Indicateurs DCE “Phytoplancton” sur la masse d’eau HC12

HC12	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2004-2006	Global 2004-2006	Global 2004-2006	Global 2004-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Meuvaines (2004-2006)	6.93	4.74	17.39	0.00	
Synthèse Masse d'eau	6.93	4.74	17.39	0.00	

La synthèse globale 2004-2006 permet de conclure que la masse d’eau HC12 est de très bonne qualité.

6. Périodes productives et images «satellite»

La période productive débute entre la fin du mois d’avril et le début du mois de mai (ce qui est tardif par rapport aux masses d’eau situées dans son Ouest). Les maxima de chlorophylle a sont atteints entre les mois de mai et de juin, avec des concentrations de l’ordre de 6 µg/L. Mi-septembre, les concentrations sont revenues à leurs valeurs hivernales, de l’ordre de 2 µg/L.



L’analyse des données «satellite» permet de déterminer un percentile 90 moyen de la chlorophylle a qui s’élève à 3,59 µg/L. Ce percentile est inférieur au percentile 90 calculé à partir des mesures *in situ* (4,74 µg.L⁻¹). Il confirme le très bon état de la masse d’eau HC12 au regard de cet indicateur DCE.

HC12	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m ⁻³)	Percentile 90 In situ. 2004/2006 (µg.L ⁻¹)
		1ère mesure de Mars à Oct
	3.59	Meuvaines 4.74

Données produites par la NASA sur la période de 1997/2006 et traitées au moyen de l’algorithme OC5 Ifremer Dynéco/F.Gohin

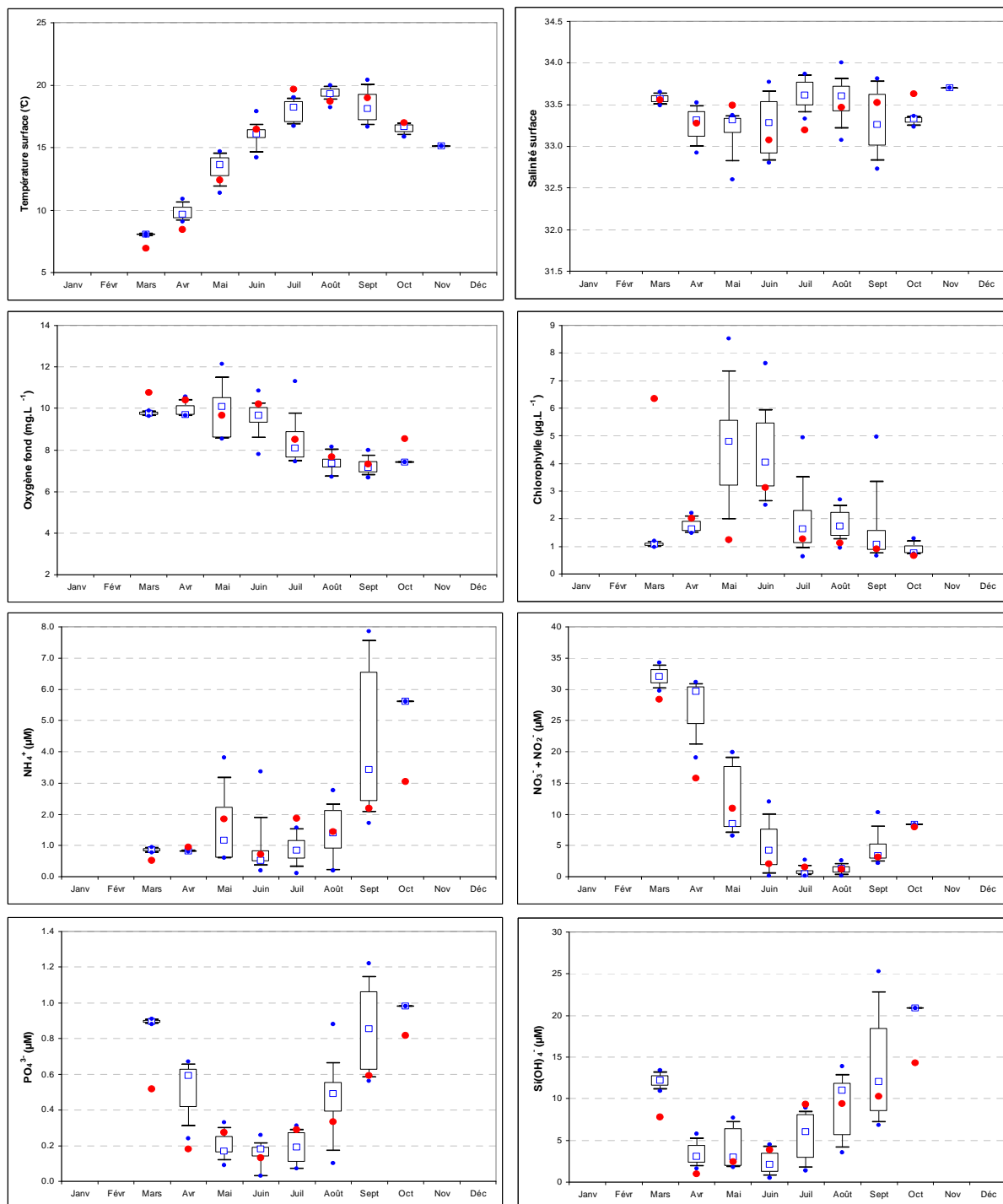
7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE)

Distribution partielle des principaux taxons sur les 70 flores (partielles) réalisées entre 2004 et 2006 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :
Seuil > 100 000 cellules/L : PSNZ : 44% ; LEPT : 25% et RHIZDEL 13%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : LEPT : 100%.

Commentaires : Les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec une faible influence des eaux estuariennes.

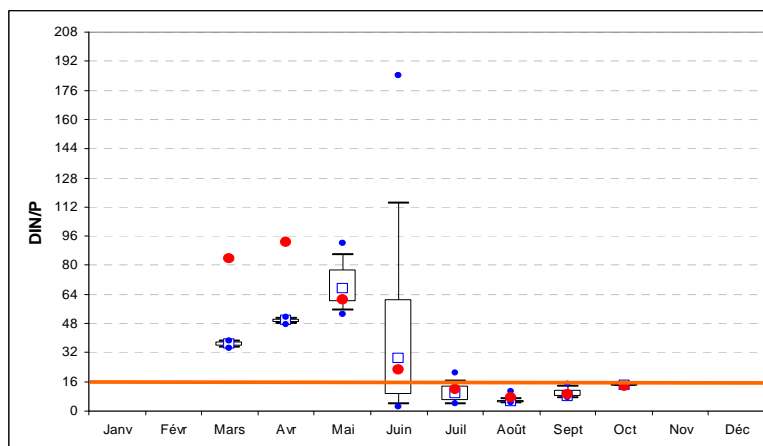
8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques (2004-2006)



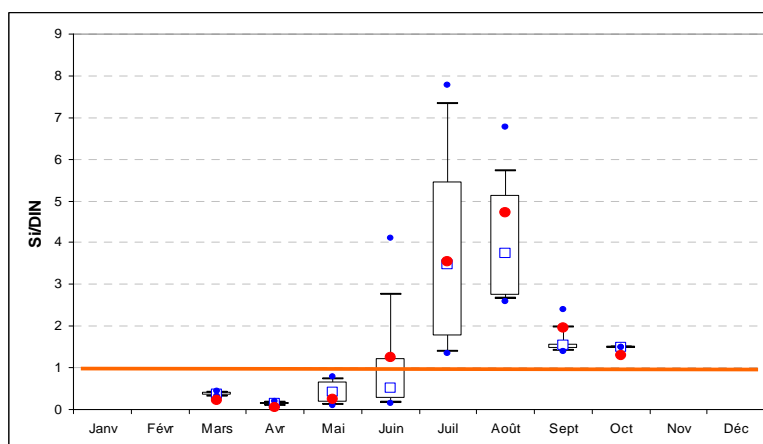
Les fluctuations de salinité sont faibles (de l'ordre d'un pour mille) et les stocks hivernaux sont du même ordre de grandeur que sur le point Port en Bessin, soit entre 30 et 35 µM de nitrate, 20 et 25 µM de silicate et moins de 1,5 µM de phosphate. La période productive débute un peu plus tard que sur la masse d'eau HC11, soit entre la fin avril et le début du mois de mai et les teneurs maximales en chlorophylle a, de l'ordre de 6 à 8 µg.L⁻¹, sont atteintes entre mai et juin.

9. Réflexion sur les sels limitants

D'après l'évolution du rapport molaire N/P (selon Redfield et al, 1963) donnée par le graphe ci-dessous, ainsi que les évolutions des concentrations en sels nutritifs présentées par la figure page précédente, l'azote pourrait jouer le rôle de sel limitant de la production primaire au cours des mois de juillet et août (teneurs en chlorophylle a de l'ordre de 1 à 2 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, et concentrations en nitrate pouvant devenir inférieures à $1\mu\text{M}$).



L'étude du rapport molaire Si/N semble confirmer cette limitation potentielle par l'azote.



10. Conclusion

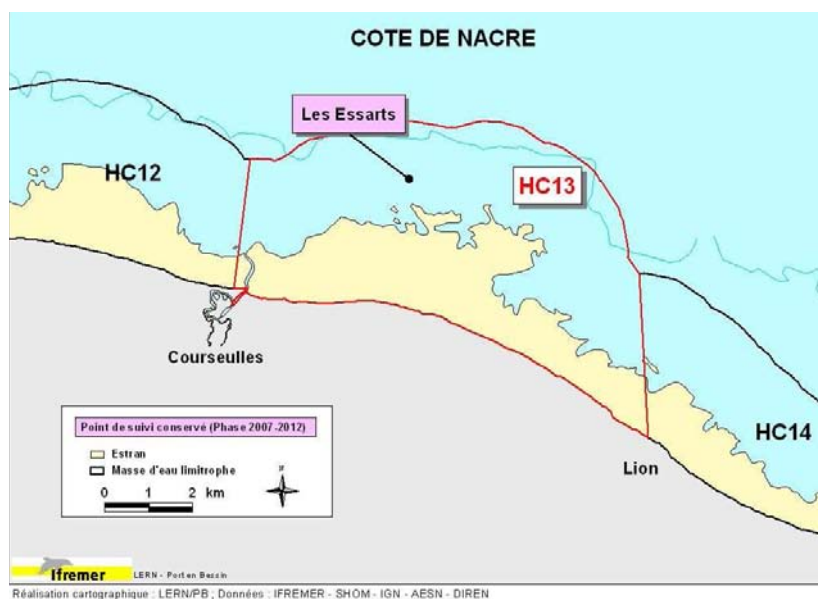
Au regard de l'évolution des indicateurs "Phytoplancton", la masse d'eau HC12 est relativement peu productive. Elle ne présente pas de fortes biomasses phytoplanctoniques, et sa saison productive est une des plus courtes des côtes normandes (avec celles des masses d'eau du Nord Cotentin). Elle est, *a priori* sans manifestation de dystrophie. Son état peut être qualifié de « très bon » sur la période 2004-2006. Elle sera suivie dans le cadre du RHLN 2008-2013, et fera l'objet d'un contrôle complémentaire régional du fait des importantes productions ostréicoles sur la zone de parcs d'élevage d'Asnelles/Meuvaines. Les résultats obtenus permettront de vérifier sa bonne qualité et sa relativement faible productivité.

Masse d'eau HC13

Côte de Nacre - Est

1. Localisation de la zone

La masse d'eau HC13 s'étend de la rive gauche de la Seules (sur la commune de Courseulles) jusqu'à la commune de Lion-sur-mer.



N° de masse d'eau : HC13
Genre : masse d'eau côtière
Type : Ct 11
Classement 2004 :
 Non RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Les Essarts	Surveillance	49°21.9100' N	000°23.2600' W	2004 - en cours

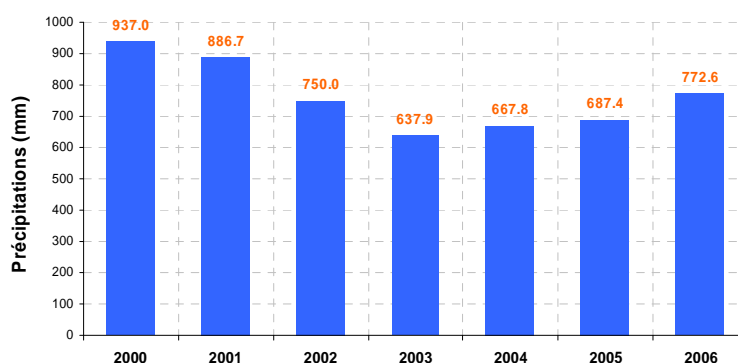
2. Caractéristiques physiques de la zone

Surface : 38,4 km², dont 14,9 km² en zone intertidale, soit 39 % de la superficie totale.

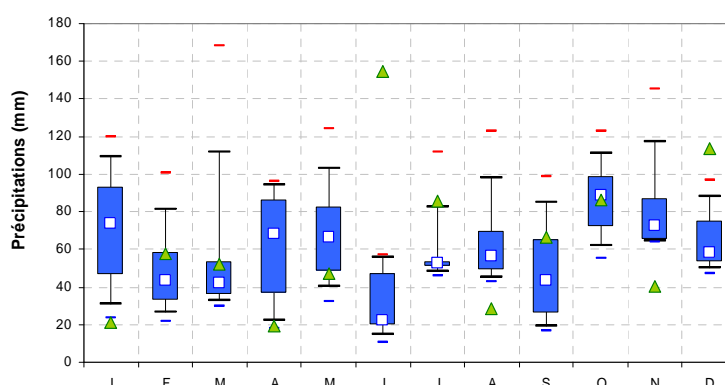
	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
Marnage (en m) :	3.45	6.3	7.65	Courseulles s/mer

Précipitations : Les précipitations enregistrées à Ouistreham en 2006 sont à nouveau caractéristiques d'une année sèche, avec des moyennes aux mois de janvier et novembre comparables ou inférieures aux minima enregistrés sur la période 2000-2005. Les précipitations des mois de juin et décembre dépassent cependant les maxima enregistrés sur la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Ouireham



Évolution mensuelle des précipitations à Ouireham



Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

Caractéristiques des principaux bassins versants et des fleuves côtiers :

Le fleuve le plus important sur cette masse d'eau est la Seulles dont le débit moyen avoisine 2.5m³/s. Il faut cependant noter que les apports de ce fleuve ont tendance à migrer vers l'Ouest (Cf. § 4. sur la courantologie) et qu'ils n'ont donc qu'une influence très minime sur la qualité de cette masse d'eau HC12 et sur sa productivité.

Nom Station	Période de	Bassin versant	Débit mensuel moyen m ³ .s ⁻¹												Débit annuel moyen m ³ .s ⁻¹	Source
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
La Seulles à Tierceville	1971-2007	254	4.9	4.5	3.7	2.9	1.9	1.4	1.0	0.8	0.7	1.5	2.6	4.1	2.49	Banque HYDRO

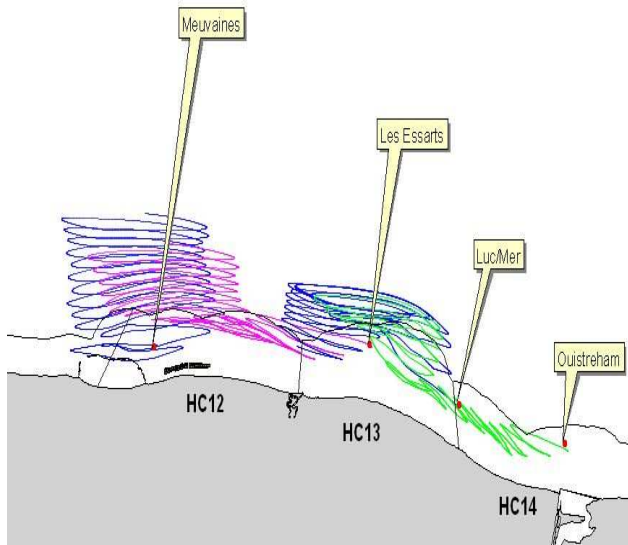
L'existence de quelques petits ruisseaux est également à signaler, ainsi et surtout que la présence de rejets pluviaux provenant des nombreux secteurs littoraux urbanisés qui bordent cette masse d'eau. Cette rubrique sera donc à compléter à l'avenir...

3. Activités et usages sur la zone.

Existence de nombreuses zones de baignade, et de quelques petits gisements de coques exploités professionnellement en fonction des abondances annuelles. **A compléter à l'avenir...**

4. Courantologie

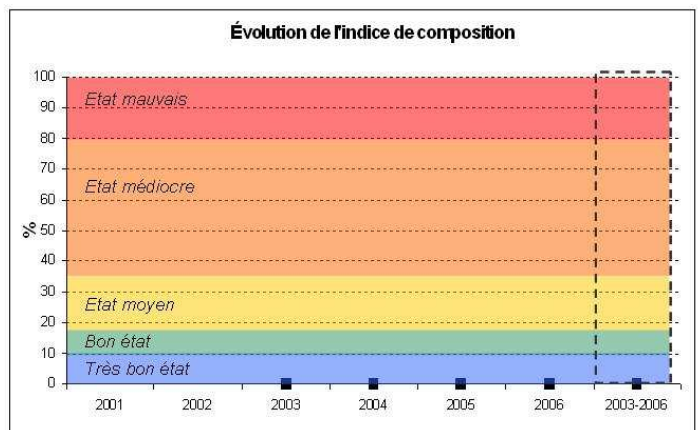
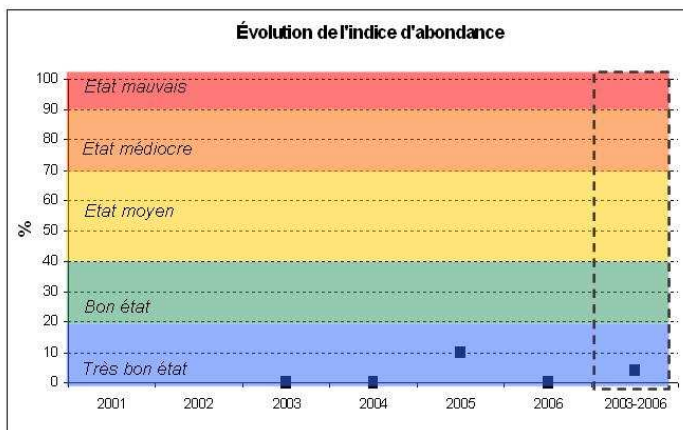
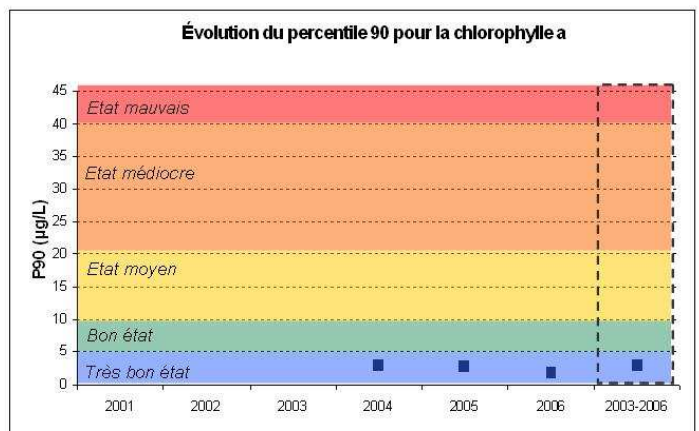
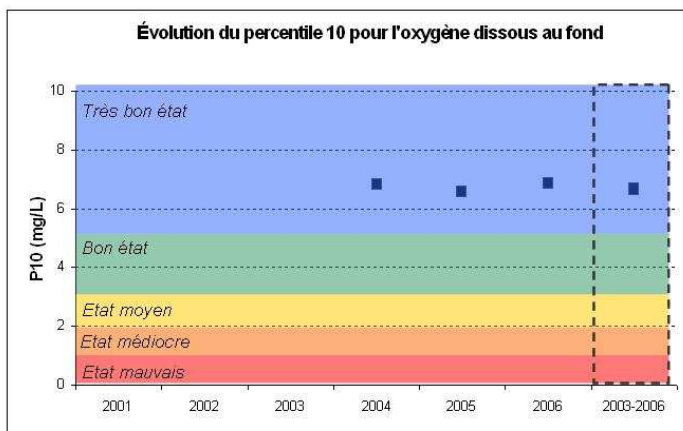
Les courants sont à peu près alternatifs et parallèles à la côte jusqu'à 2 ou 3 milles du rivage. Le courant de flot porte à l'Est et le courant de jusant à l'Ouest. La vitesse maximale ne dépasse pas 2 nœuds dans les deux sens.



Les courants de marée génèrent un déplacement rapide des eaux de l'Est de la masse d'eau (et même depuis l'embouchure de l'Orne à Ouistreham qui se situe dans la masse d'eau voisine HC14) vers la partie Ouest, jusqu'à atteindre le secteur des rochers du calvados (où se situe le point de suivi des Essarts). Ensuite, les résiduelles prennent une direction Nord.

5. Qualité de la masse d'eau

5.1. Évolution des indicateurs DCE «Phytoplancton» au point « Les Essarts »



Au regard de l'ensemble des indicateurs « Phytoplancton », la qualité de la masse d'eau HC13 peut être qualifiée de « très bonne » sur la période 2003-2006.

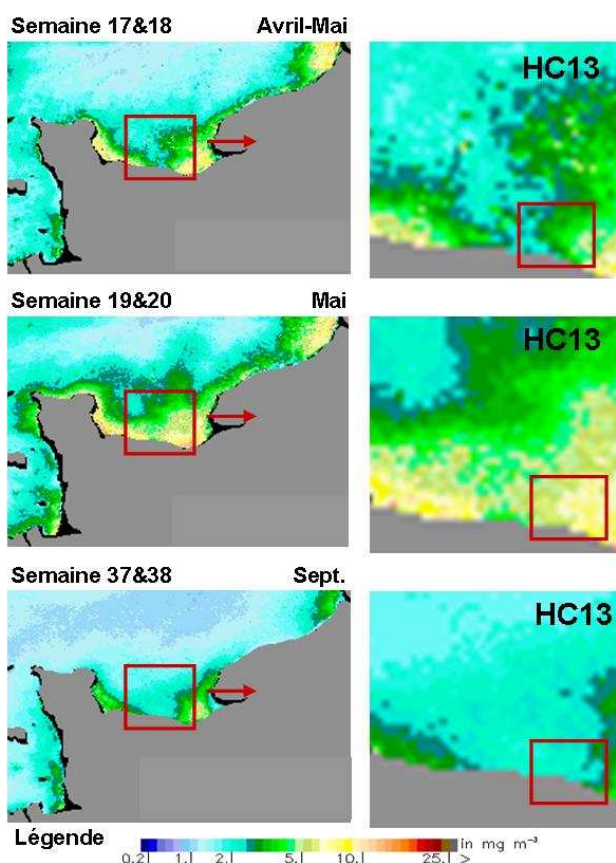
5.2. Synthèse des Indicateurs DCE “Phytoplancton” sur la masse d’eau HC13

HC13	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2003-2006	Global 2003-2006	Global 2003-2006	Global 2003-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Les Essarts (2003-2006)	6.67	2.82	3.85	0.00	
Synthèse Masse d'eau	6.67	2.82	3.85	0.00	

Au regard de l'ensemble des indicateurs “Phytoplancton”, la synthèse globale 2003-2006 indique que la masse d’eau HC13 est de « très bonne » qualité.

6. Périodes productives et images «satellite»

La période productive débute entre la fin du mois d'avril et le début du mois de mai. Les maxima sont atteints mi-mai avec des concentrations de l'ordre de 7 mg.m⁻³. Ensuite, le bloom s'atténue progressivement jusqu'à disparaître vers la mi-septembre.



L'analyse des données «satellite» permet de déterminer le percentile 90 moyen en chlorophylle a sur la masse d’eau HC13. Ce percentile s'élève à 4,61 mg par m³. Il est supérieur au percentile 90 calculé à partir des prélèvements du RHLN (2,82 µg.L⁻¹), mais confirme néanmoins le très bon état de la masse d’eau du point de vue de cet indicateur.

HC13	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m ⁻³)	Percentile 90 In situ. 2003/2006 (µg.L ⁻¹)	
		1ère mesure de Mars à Oct	
	4.61	Les Essarts	2.82

Données produites par la NASA sur la période de 1997/2006 et traitées au moyen de l'algorithme OC5 Ifremer Dynéco/F.Gohin

7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE) aux Essarts (2003-2006)

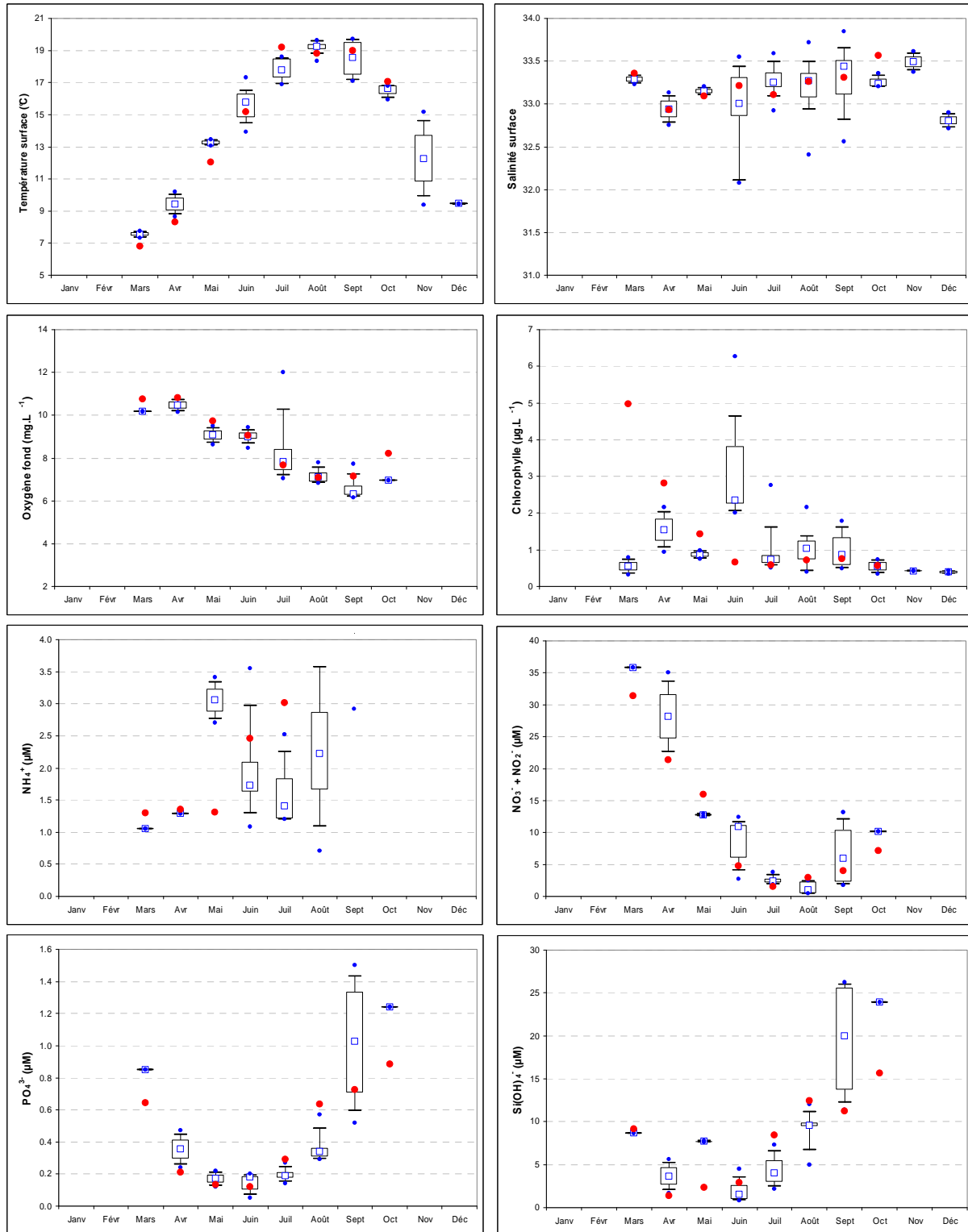
Distribution partielle des principaux taxons sur 80 flores (partielles) réalisées entre 2003 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : PSNZ : 55%

Seuil > 1 000 000 cellules/L : PHAE : 100%

Commentaires : les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques (2003-2006)

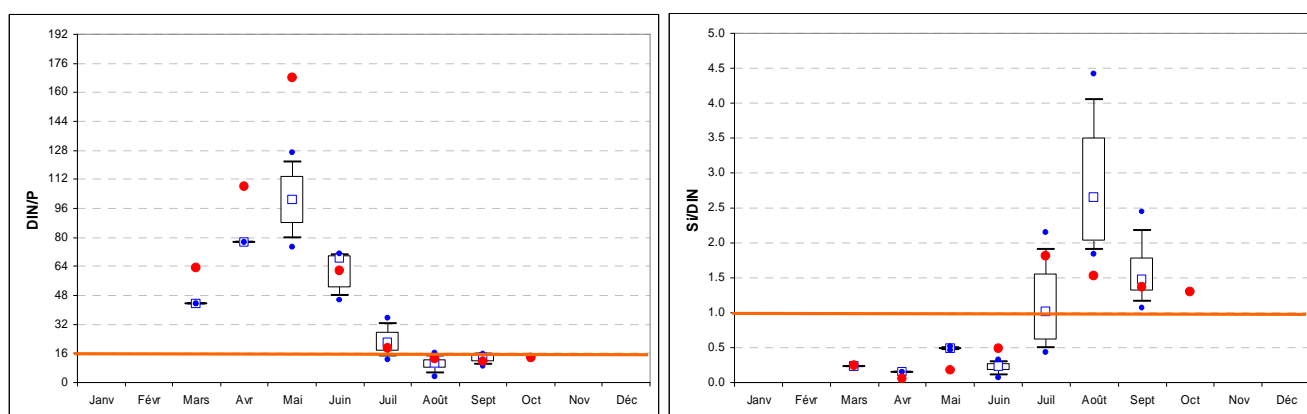


La masse d'eau HC13 ne reçoit pas d'apports directs importants en provenance des bassins versants, ce qui explique les faibles fluctuations de salinité constatées (de l'ordre de un pour mille). Les stocks hivernaux en sels nutritifs sont du même ordre de grandeur que sur le point Meuvaines, soit entre 30 et 35 μM de nitrate, 20 et 25 μM de silicate et moins de 1,5 μM de phosphate.

La période productive débute généralement un peu plus tard que sur la masse d'eau HC11, soit entre la fin avril et le début du mois de mai (bien qu'un pic de $5 \mu\text{g.L}^{-1}$ ait été observé dès le mois de mars en 2006). Les teneurs maximales en chlorophylle a sont de l'ordre de 5 à $6 \mu\text{g.L}^{-1}$ et s'observent généralement en juin.

9. Réflexion sur les sels limitants aux essarts.

D'après les graphes de la page précédente, il ne semble pas y avoir de limitation de la production phytoplanctonique sur cette masse d'eau HC13 par les sels nutritifs : en effet, aucun stock n'apparaît comme étant totalement épuisé durant la saison productive, et les concentrations mesurées depuis le début du suivi du RHLN ne permettent pas de conclure à l'existence de phases de carence prononcées pour l'un ou l'autre sel.



10. Conclusion

Au regard de l'évolution des indicateurs "Phytoplancton", la masse d'eau HC13 est peu productive (faibles biomasses phytoplanctoniques) et *a priori* sans manifestation de dystrophie. Son état peut être qualifié de « très bon » sur la période 2003-2006.

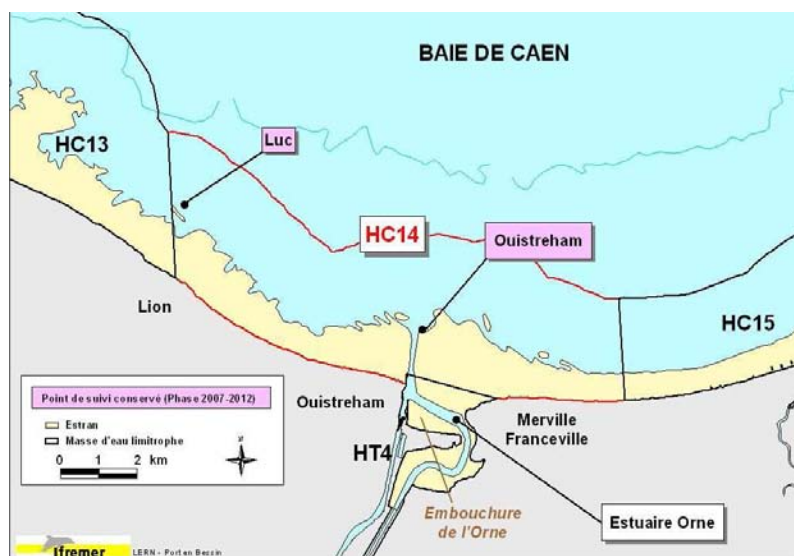
Elle sera suivie au point « Les Essarts » dans le cadre du contrôle de surveillance.

Masse d'eau HC14

Baie de Caen

1. Localisation de la masse d'eau

La masse d'eau HC14 s'étend de la commune de Lion-sur-mer jusqu'à la limite entre les communes de Merville Franceville et Varaville à l'Est de l'embouchure de l'Orne.



N° de masse d'eau : HC14
Genre : masse d'eau côtière
Type : Ct 11
Classement 2004 : RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Luc s/mer	Opérationnel, Régional renforcé	49° 19.6100' N	000° 19.6700' W	2001 - en cours
Ouistreham	Opérationnel, Surveillance, Régional renforcé	49° 18.7100' N	000° 14.4900' W	2001 - en cours

2. Caractéristiques physiques de la zone

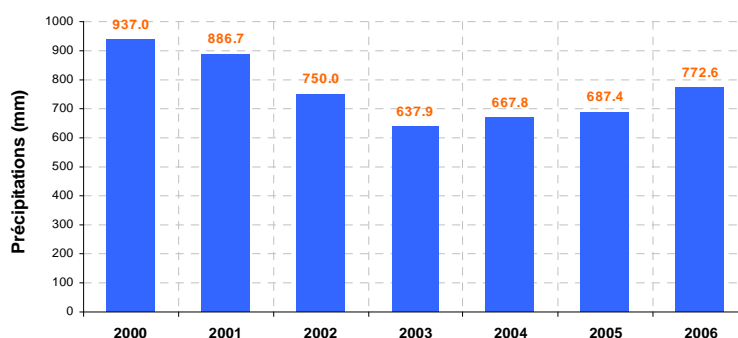
Surface : 39,9 km² (dont 13,5 km² en zone intertidale, soit 34 % de la superficie totale)

Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	3.7	6.65	8	Ouistreham

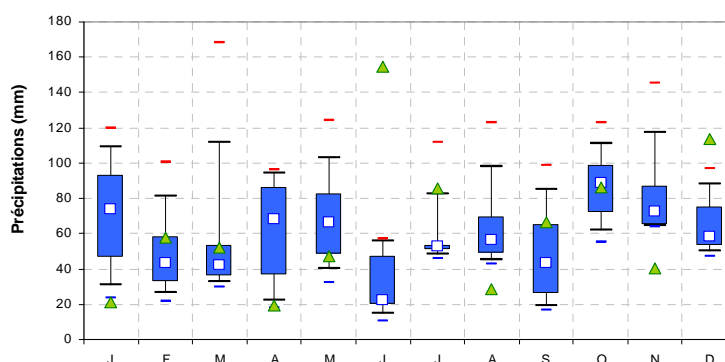
Précipitations : Les précipitations enregistrées à Ouistreham en 2006 sont à nouveau caractéristiques d'une année sèche, avec des moyennes aux mois de janvier et novembre comparables ou inférieures aux minima enregistrés sur la période 2000-2005.

Néanmoins les précipitations de juin et de décembre dépassent les maxima enregistrés sur la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Ouistreham



Évolution mensuelle des précipitations à Ouistreham



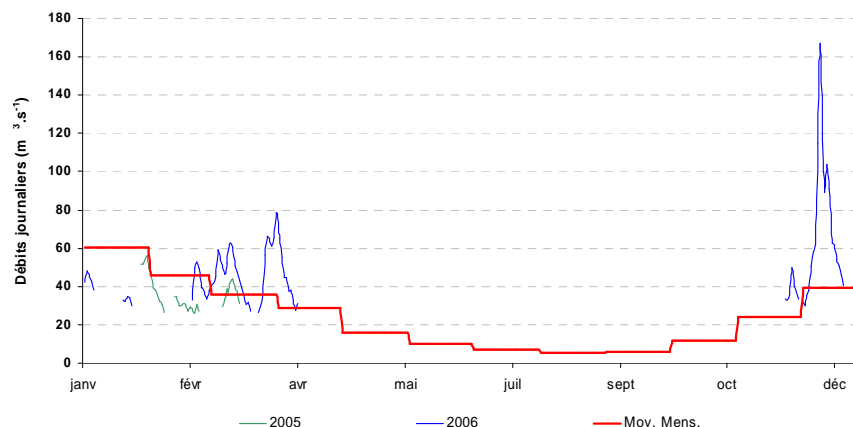
Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

Caractéristiques des principaux bassins versants et des fleuves côtiers :

Le fleuve principal jetant dans cette masse d'eau HC14 est l'Orne. Son débit moyen est de 25 m³/s, et son débit de pointe a atteint 167 m³.s⁻¹ lors de la crue du mois de décembre 2006.

Nom Station	Période de	Bassin versant	Débit mensuel moyen m ³ .s ⁻¹												Débit annuel moyen m ³ .s ⁻¹	Source
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
L'Orne à May-sur-Orne	1983-2007	2500	60.1	46.0	35.6	28.7	15.9	9.7	7.2	5.1	5.9	11.9	24.3	39.3	24.10	Banque HYDRO

Orne / Évolution des débits journaliers



3. Activités et usages sur la zone

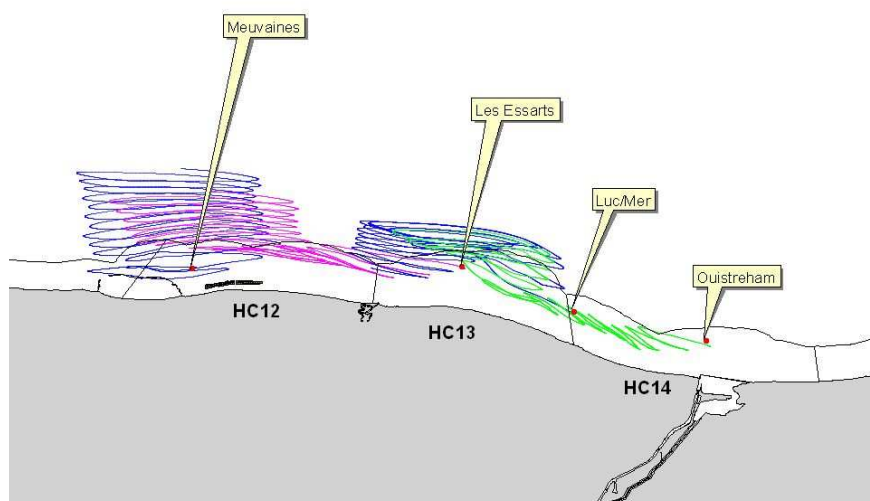
Cette masse d'eau n'héberge pas de zone d'élevage de coquillages. Par contre, plusieurs de ses gisements naturels de moules (pointe du Siège à l'embouchure de l'Orne) ou de coques (banc des Oiseaux entre l'embouchure de l'Orne et Merville-Franceville), situés de part et d'autre de l'estuaire de l'Orne, sont exploités professionnellement par des pêcheurs à pied. Les tonnages sont forts variables, selon les abondances annuelles de ces gisements.

Cette zone est également le réceptacle de nombreux rejets domestiques, la partie Ouest du littoral de cette masse d'eau (à l'Ouest de l'embouchure de l'Orne) étant urbanisée de façon quasi ininterrompue. Enfin, c'est le long des rives de l'Orne que s'est développée l'agglomération caennaise, générant de nombreux apports. **A compléter à l'avenir...**

4. Courantologie

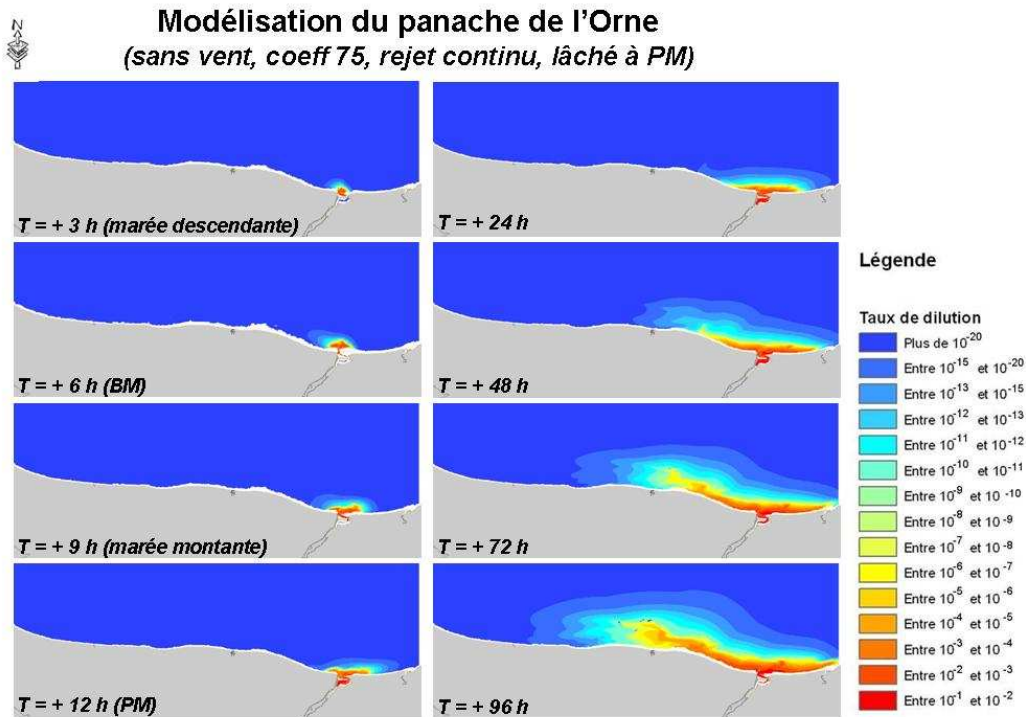
Les courants sont à peu près alternatifs et parallèles à la côte jusqu'à 2 ou 3 milles au large. Le courant de flot porte à l'Est, et le courant de jusant à l'Ouest.

Des particules lâchées sur Luc sur mer et même Ouistreham gagnent rapidement vers l'Ouest jusqu'à atteindre le plateau des rochers du Calvados dans le secteur des Essarts (masse d'eau HC14) et leur résiduelle de déplacement prend alors une direction Nord, vers le large.



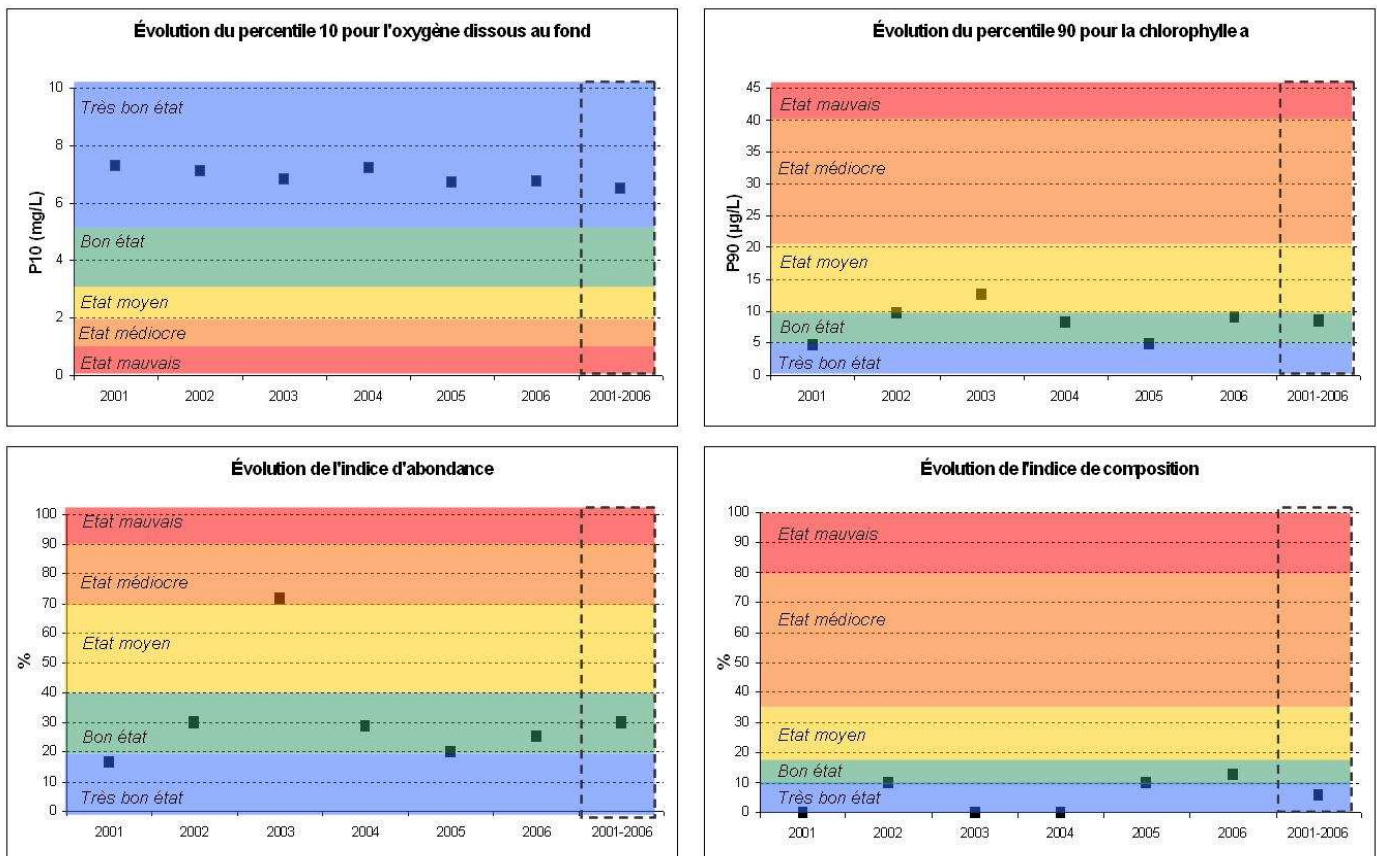
Le panache de dilution théorique simulé à la sortie de l'estuaire de l'Orne (figure ci après) confirme l'existence d'une résiduelle des courants de marée orientée Est/Ouest, même si le panache tend à s'étendre de part et d'autre de l'estuaire.

Il montre également que les apports en provenance des bassins versants de l'Orne gagnent la masse d'eau HC13, et que les taux de dilution des apports sont compris entre 10^{-6} et 10^{-15} au niveau du plateau des Essarts 48h après le début de la simulation.



5. Qualité de la masse d'eau

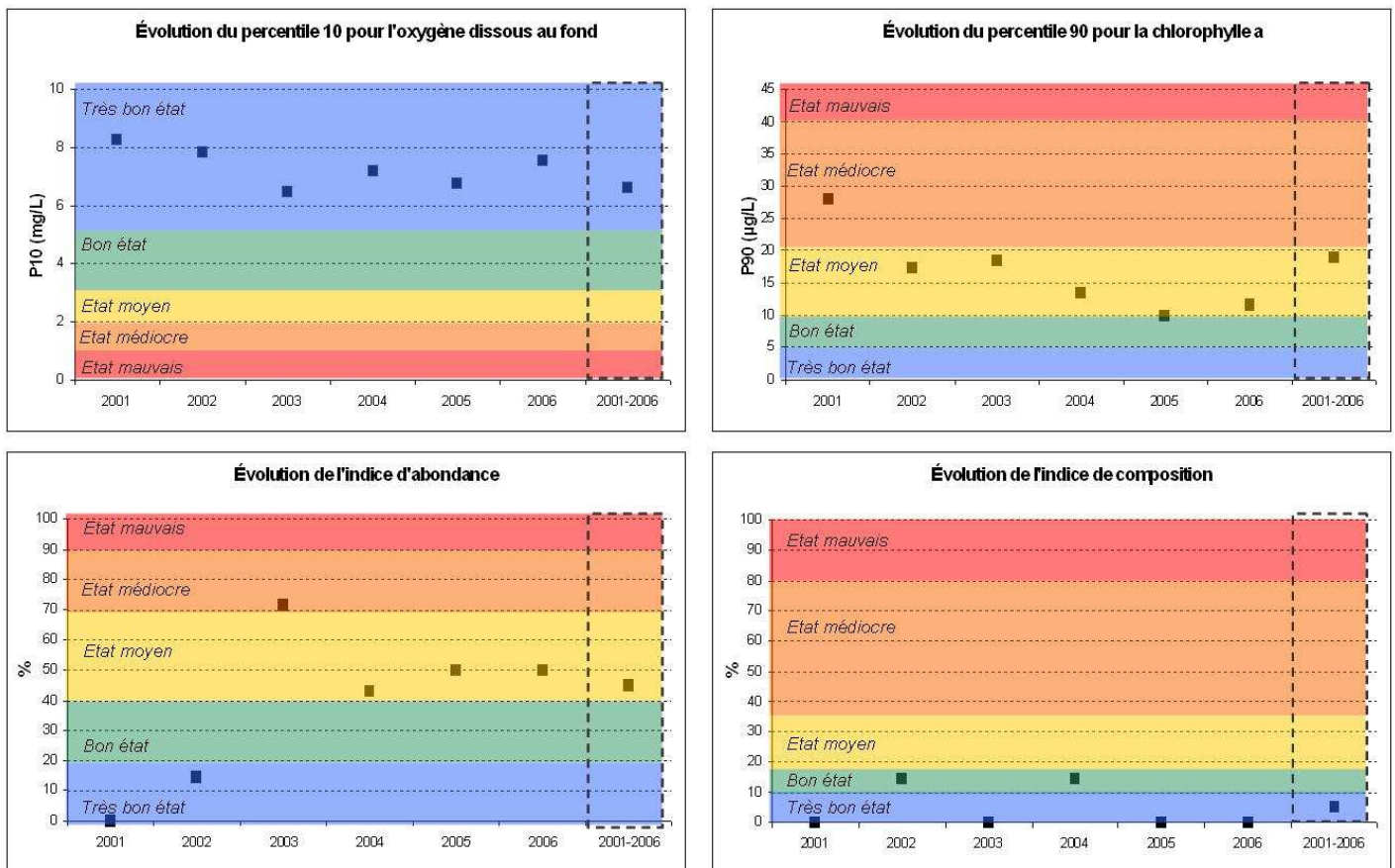
5.1. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton" au point Luc sur Mer



En 2003, 70% des flores phytoplanctoniques réalisées sur le point de Luc-sur-Mer ont présenté au moins un taxon dépassant le seuil des 100 000 cellules/L. Ces dépassements ont généré un classement annuel de cette masse d'eau HC14 en état « médiocre ».

Néanmoins, au regard de l'ensemble des indicateurs « Phytoplancton » sur la période 2001-2006, la qualité de la masse d'eau HC14 peut être qualifiée de « bonne ». Notons tout de même que l'indicateur chlorophylle a statue sur une « bonne » qualité de la masse d'eau mais qu'il se situe à la frontière du seuil « état moyen ».

5.2. Évolution des indicateurs DCE «Phytoplancton» au point Ouistreham



Situé dans l'axe de l'embouchure de l'Orne, le point Ouistreham est directement soumis à l'influence des apports terrigènes qui favorisent la recharge du milieu en éléments nutritifs nécessaires à la croissance du phytoplancton.

Entre 2003 et 2006, plus de 40 % des flores phytoplanctoniques réalisées ont présenté au moins un taxon dont la concentration cellulaire a dépassé le seuil des 100 000 cellules/L. Ceci amène à statuer sur une qualité « moyenne » de la masse d'eau HC14.

Les conclusions sont les mêmes quand on utilise l'indicateur « Chlorophylle a », mais elles diffèrent pour les deux derniers indicateurs (oxygène et indice de composition) qui concluent sur une très bonne qualité de la masse d'eau HC14.

Si l'on retient l'indicateur le plus déclassant, le point Ouistreham est donc d'une qualité « moyenne » sur la période 2003-2006.

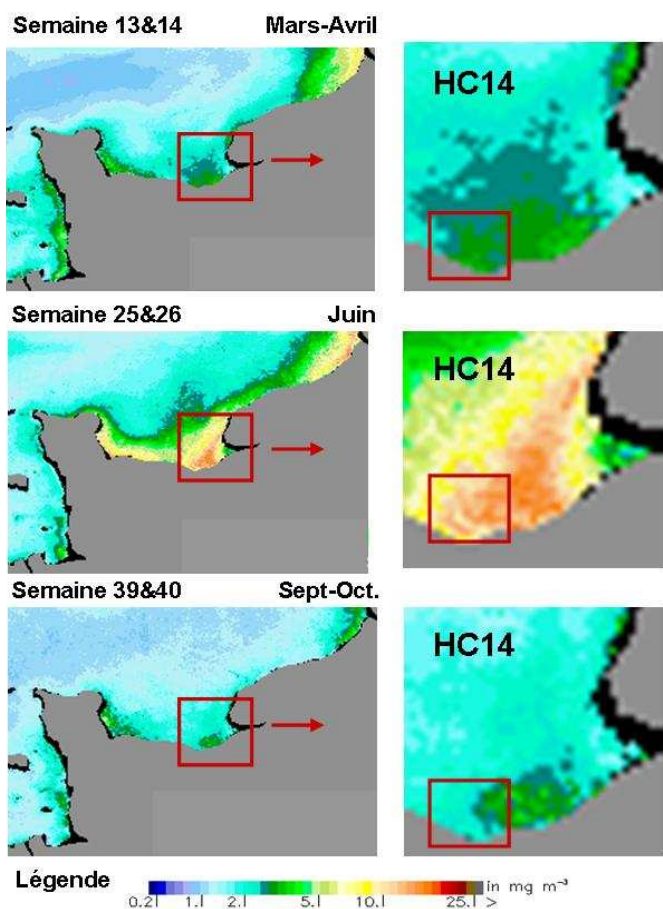
5.3. Synthèse des Indicateurs DCE “Phytoplancton” sur la masse d’eau HC14

HC14	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Luc sur mer (2001-2006)	6.51	8.50	29.63	5.56	
Ouistreham (2001-2006)	6.64	19.05	45.00	5.00	
Synthèse Masse d'eau	6.45	16.01	36.17	5.32	

La synthèse globale 2001-2006 (cumul des données acquises sur les deux points) fait également état d’une qualité « moyenne » pour la masse d’eau HC14. Les indicateurs les plus déclassants sont, sur les deux points de suivi, la chlorophylle et l’indice d’abondance. Notons que sur le point Ouistreham, l’indicateur “Chlorophylle” se situe juste en dessous le seuil de l’état « médiocre ».

6. Périodes productives et images «satellite».

La période productive débute entre la fin du mois de mars et le début du mois d’avril. Les maxima sont atteints en juin avec des concentrations de l’ordre de 13 mg.m⁻³.



L’analyse des données satellitaires permet de déterminer le percentile 90 moyen de la chlorophylle a sur la masse d’eau HC14 qui s’élève à 9,05 mg.m⁻³. Ce percentile est inférieur au percentile 90 calculé à partir des mesures *in situ* qui s’élève, en prenant en compte l’ensemble des résultats obtenus sur les deux points de suivi, à 13,78 µg.L⁻¹.

Cette différence s’explique par l’hétérogénéité de la masse d’eau, avec une partie Est plus productive que la partie Ouest, et confirme l’intérêt de maintenir les deux points de suivi dans le cadre du RHLN pérenne (2008-2013).

HC14	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m ⁻³)	Percentile 90 In situ. 2001/2006 (µg.L ⁻¹)		Moy
		1ère mesure de Mars à Oct		
	9.05	Luc sur mer	8.50	13.78
		Ouistreham	19.05	

7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE)

7.1. Luc-sur-mer

Distribution partielle des taxons sur les 60 flores totales et les 106 flores partielles réalisées entre 2001 et 2006 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : CHAE : 31% ; RHIZDEL : 22% ; PSNZ : 13%. Puis, une multitude de taxons de dinoflagellés qui représentent au total 8%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : PHAE : 31% ; RHIZDEL : 25% ; CHAE : 19% ; PSNZ : 13%.

Commentaires : Une vraie coupure dans la distribution phytoplanctonique apparaît par rapport au point situé plus à l'Ouest (Les Essarts). Le point Luc-sur-Mer présente clairement des distributions caractéristiques des estuaires et baies, où les dinoflagellés deviennent plus présents et les espèces telles que *Skeletonema costatum* sont plus fréquentes et plus abondantes.

7.2. Ouistreham

Distribution partielle des principaux taxons sur les 127 flores (partielles) réalisées entre 2001 et 2006 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : CHAE : 29% ; PSNZ : 19% ; RHIZDEL : 11%. Puis, une multitude de taxons de dinoflagellés qui représentent dans l'ensemble 7%.

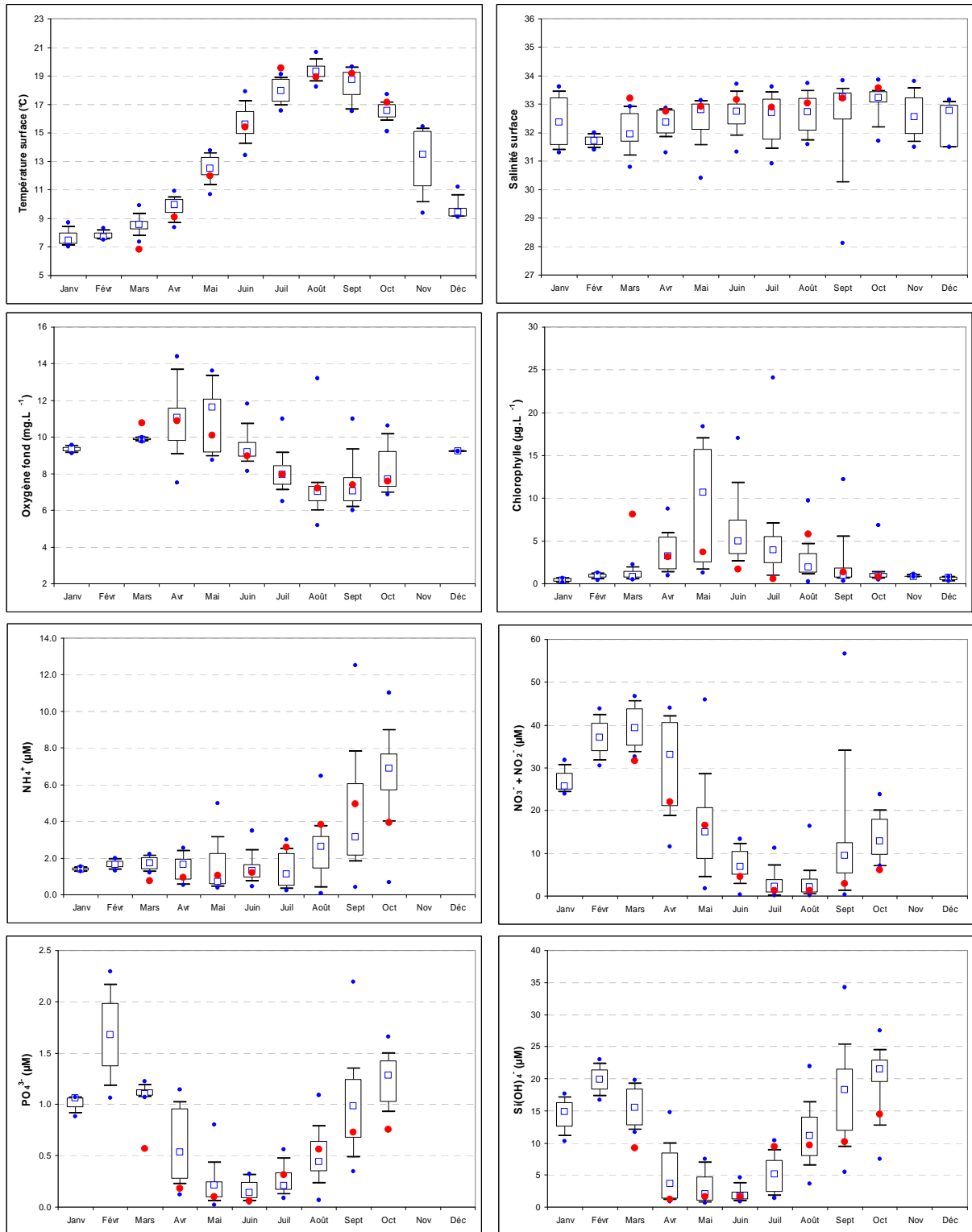
Seuil > 1 000 000 cellules/L : CHAE : 51% et 11% PHAE et RHIZDEL.

Commentaires : Ce point présente le même type de caractéristiques estuariennes que le point Luc-sur-Mer.



8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques

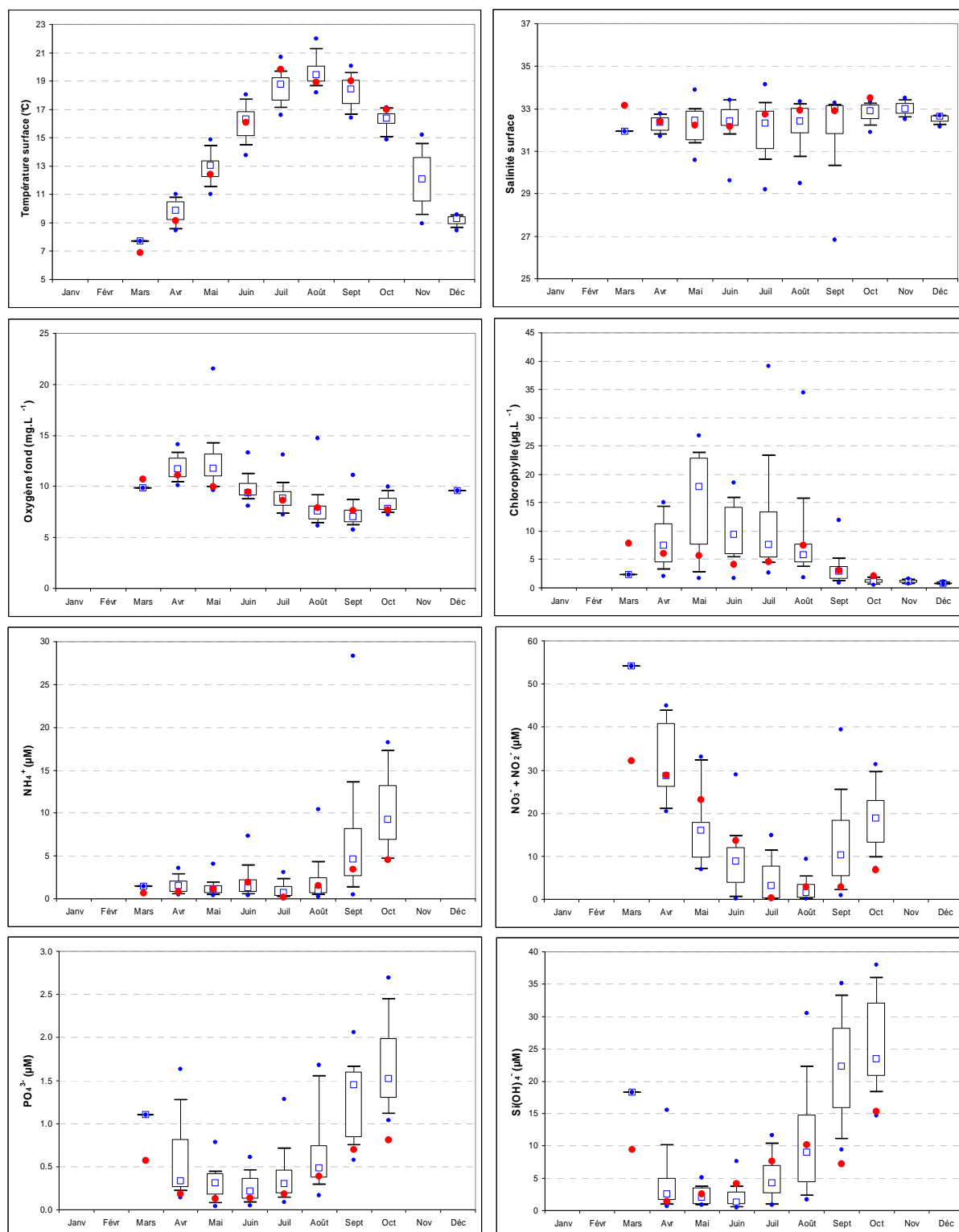
8.1. Luc-sur-mer (2001-2006)



La masse d'eau HC14 est directement soumise à l'influence des apports terrigènes de l'Orne, et se trouve également à proximité de l'estuaire de la Seine. 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 pour mille. Ces dessalures génèrent des recharges de la masse d'eau en sels nutritifs durant les mois d'août et septembre, ce qui permet une relance de la production phytoplanctonique et favorise l'apparition d'une succession de

blooms durant la période productive. Les niveaux de biomasses peuvent alors dépasser les $20 \mu\text{g.L}^{-1}$ et génèrent des sur-oxygénations de la colonne d'eau. Du fait de ces recharges en sels nutritifs, les stocks hivernaux sont plus élevés que sur les côtes Ouest et Est du Cotentin, de l'ordre de $50 \mu\text{M}$ de nitrate, $30 \mu\text{M}$ de silicate et plus de $2 \mu\text{M}$ de phosphate. Enfin, du fait de l'intensité de l'activité biologique (phytoplancton, zooplancton, bactéries...), et sans doute également des apports de l'Orne, les valeurs maximales en ammonium dépassent fréquemment les $10 \mu\text{M}$ en fin de saison (septembre-octobre).

8.2. Ouistreham (2001-2006)

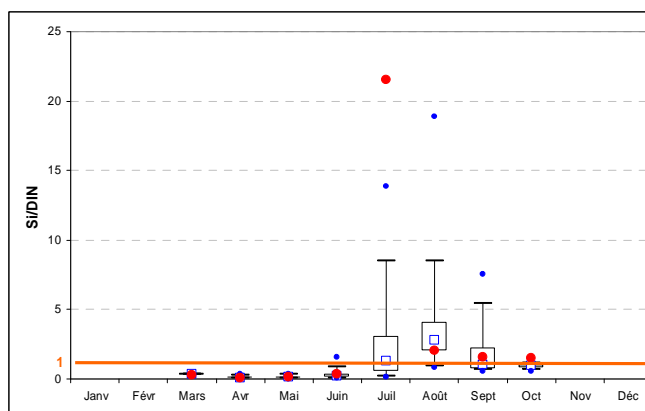
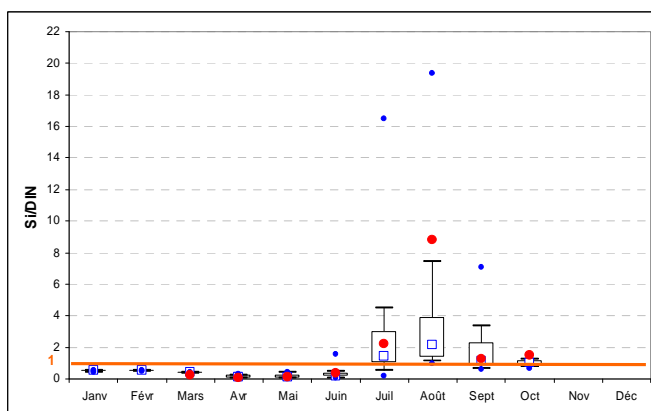
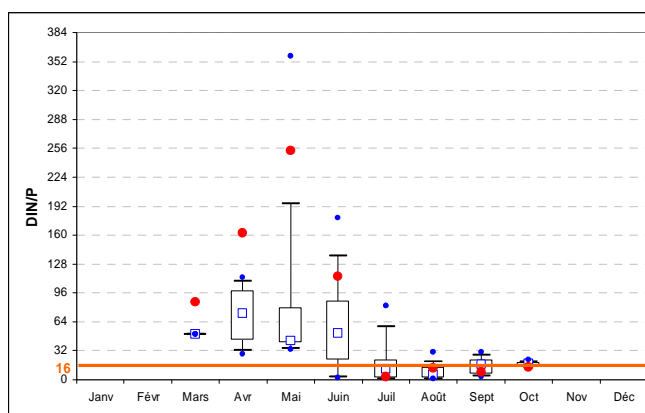
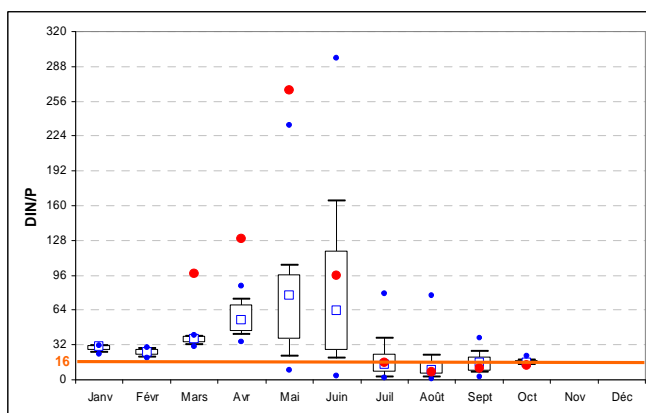


A Ouistreham, comme à Luc-sur-Mer, les apports terrigènes de l'Orne et la proximité de l'estuaire de la Seine entraînent au cours de la période productive une recharge du milieu en sels nutritifs, ce qui permet de relancer la croissance du phytoplancton qui présente des pics de plus forte intensité à la fin de l'été qu'au printemps. Les maxima en chlorophylle a atteignent alors $40 \mu\text{g.L}^{-1}$. Cette importante productivité est à l'origine d'un classement en état « moyen », voir « médiocre » de cette masse d'eau du point de vue de l'indicateur DCE Chlorophylle a. Les stocks hivernaux en sels nutritifs sont du même ordre de grandeur que sur Luc-sur-Mer, soit environ $50 \mu\text{M}$ de nitrate, $35 \mu\text{M}$ de silicate et plus de $2 \mu\text{M}$ de phosphate. De même, l'ammonium présente des teneurs très élevées, dépassant les $15 \mu\text{M}$, en fin de saison, aux mois de septembre et octobre.

9. Réflexion sur les sels limitants aux points de Luc sur Mer et de Ouistreham

Les recharges en sels nutritifs ont également pour conséquence d'entraîner de fortes variations des rapports de sels entre eux et surtout de minimiser les périodes potentielles de carence, la biomasse n'étant qu'exceptionnellement inférieure à $5 \mu\text{g.L}^{-1}$ (ce qui à titre d'exemple, correspond aux valeurs maximales atteintes sur l'ensemble des points de suivi de la côte Ouest Cotentin).

Les graphes présentant les concentrations en sels nutritifs pages précédentes mettent en effet en évidence qu'aucun sel n'est épuisé de manière durable dans le milieu, et que si des carences peuvent avoir lieu, elles sont alors furtives, et toucheraient l'azote plutôt que le silicium ou le phosphore. Ceci est confirmé par les deux graphes ci-dessous (à gauche Luc sur Mer et à droite Ouistreham).



10. Conclusion

L'analyse des cycles biogéochimiques sur les points Luc-sur-Mer et Ouistreham permet de considérer la masse d'eau HC14 comme une zone de transition entre les masses d'eau de l'Ouest de la baie de Seine, certes productives, mais non eutrophisées car présentant un cycle biogéochimique « classique », et les masses d'eau situées de part et d'autre de l'estuaire de la Seine qui présentent des signes manifestes d'eutrophisation du fait de l'importance des apports nutritifs qu'elles reçoivent.

La masse d'eau HC14 est en effet, au regard de l'ensemble des indicateurs DCE "Phytoplancton", une masse d'eau de qualité « moyenne ». Cette évaluation justifie pleinement son classement RNABE en 2004.

Cette masse d'eau est, en outre, hétérogène, et notamment plus productive dans sa partie Est que dans sa partie Ouest. Les deux points de suivi actuels de Luc sur Mer et de Ouistreham seront donc maintenus dans le cadre du RHLN 2008-2013 et feront tous deux l'objet d'un « suivi régional renforcé » (20 prélèvements par an, avec renforcement des fréquences de suivi durant la période productive).

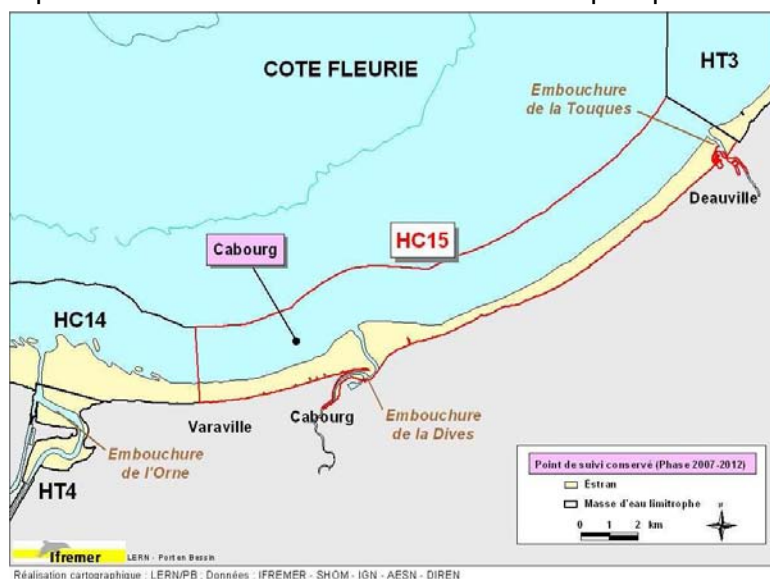


Masse d'eau HC15

Côte Fleurie

1. Localisation de la zone

La masse d'eau HC15 s'étend entre la limite des communes de Merville Franceville et de Varaville dans l'Ouest jusqu'à l'Est de l'embouchure de la Touques (Deauville). Elle représente la zone du littoral du Calvados la plus proche de l'estuaire de Seine.



N° de masse d'eau : HC15
Genre : masse d'eau côtière
Type : Ct 3
Classement 2004 : RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Cabourg	Opérationnel, Surveillance, Régional renforcé	49° 17.9600' N	000° 06.9400' W	2001 - en cours

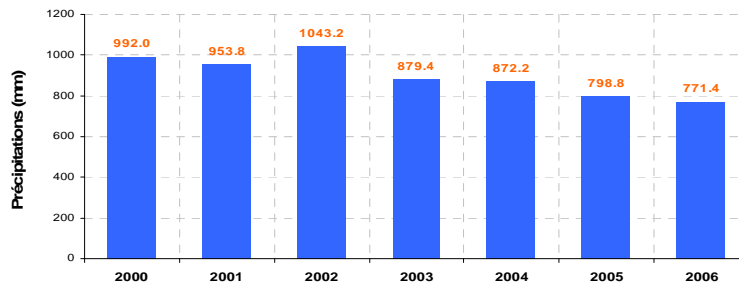
2. Caractéristiques physiques de la zone

Surface : 50,7 km² dont 14,2 km² en zone intertidale, soit 28 % de la superficie totale.

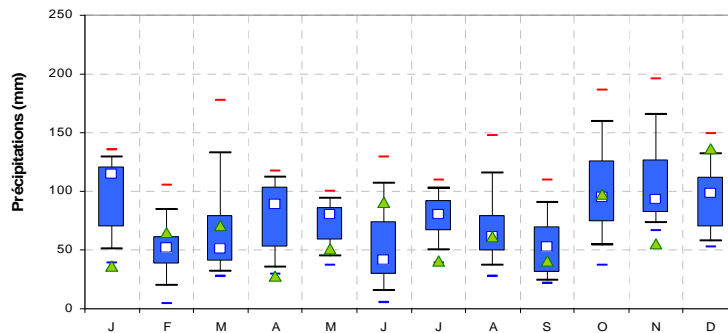
Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	3.75	6.9	8.45	Dives (embouchure)

Précipitations : Les précipitations enregistrées au Cap de la Hève en 2006 sont à nouveau caractéristiques d'une année sèche (la plus sèche des 7 dernières années), avec des moyennes aux mois de janvier, avril, juillet et novembre comparables ou inférieures aux minima enregistrés sur la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Cap_de_la_Heve



Évolution mensuelle des précipitations à Cap_de_la_Heve



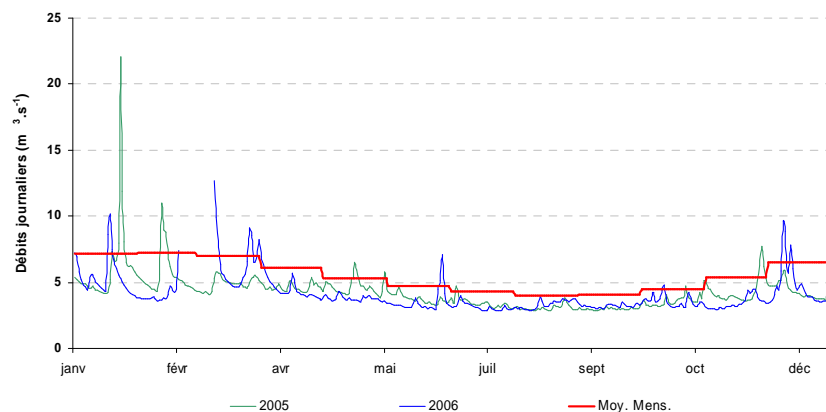
Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

Caractéristiques des principaux bassins versants et des fleuves côtiers :

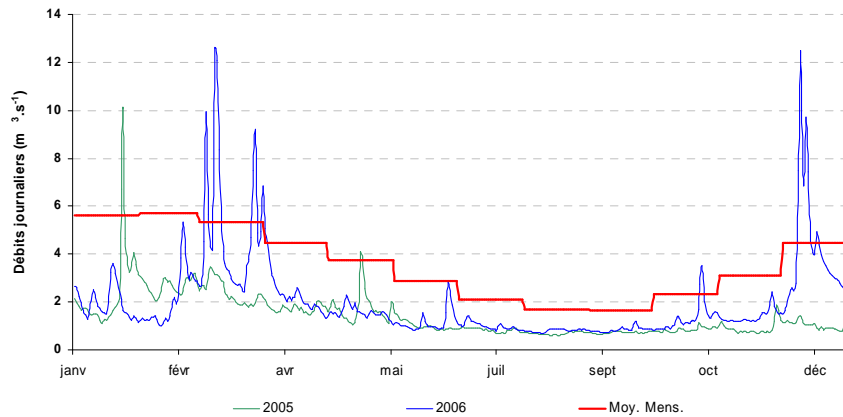
Les deux fleuves principaux jetant dans cette masse d'eau sont la Touques (à l'extrémité Est de la masse d'eau) et la Dives. Leurs débits moyens cumulés sont de l'ordre d'une dizaine de m³/s.

Nom Station	Période de mesure	Bassin versant (km ²)	Débit mensuel moyen m ³ .s ⁻¹												Débit annuel moyen m ³ .s ⁻¹	Source
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
La Touques à Lisieux	1982-2007	632	7.2	7.2	7.0	6.1	5.3	4.7	4.3	4.0	4.0	4.5	5.4	6.5	5.51	Banque HYDRO
La Dives au Mesnil-Mauger	1972-2007	638	5.6	5.7	5.3	4.5	3.8	2.9	2.1	1.7	1.6	2.3	3.1	4.5	3.58	Banque HYDRO

Touques / Évolution des débits journaliers



Dives / Évolution des débits journaliers

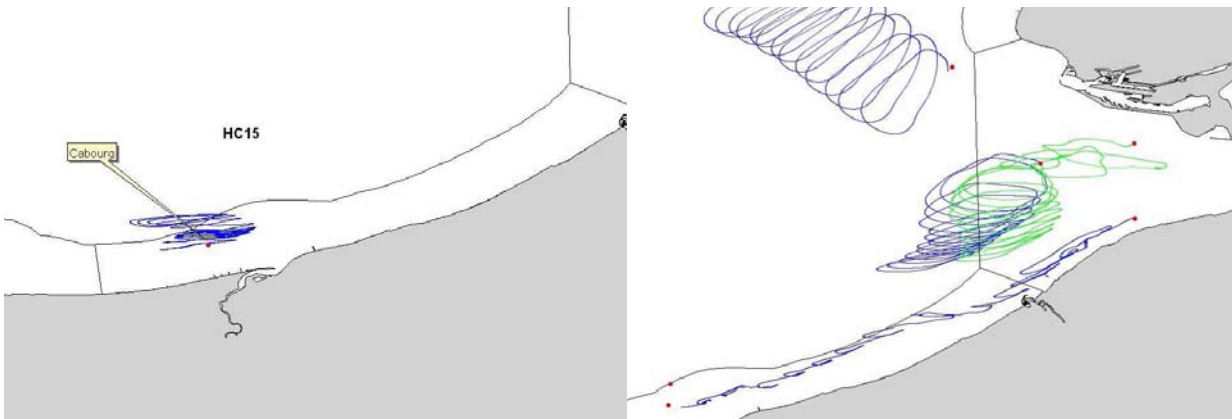


3. Activités et usages sur la zone.

Il n'y a pas d'élevage de coquillage au sein de cette masse d'eau, et les gisements naturels de coques n'y sont plus exploités professionnellement depuis de très nombreuses années. Les apports urbains y sont nombreux, le littoral étant très construit. Les zones de baignade y sont également très nombreuses. Cette rubrique sera par conséquent à compléter à l'avenir...

4. Courantologie

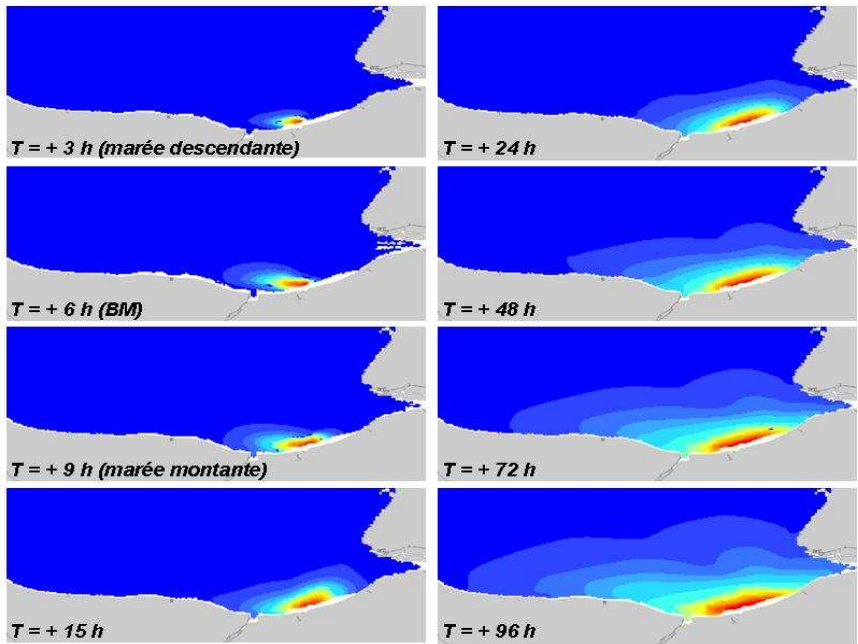
De manière générale, les courants sont alternatifs et parallèles à la côte jusqu'à 2 milles du rivage. Le courant de flot porte à l'Est et le courant de jusant à l'Ouest, avec des vitesses maximales n'excédant pas 2 nœuds.



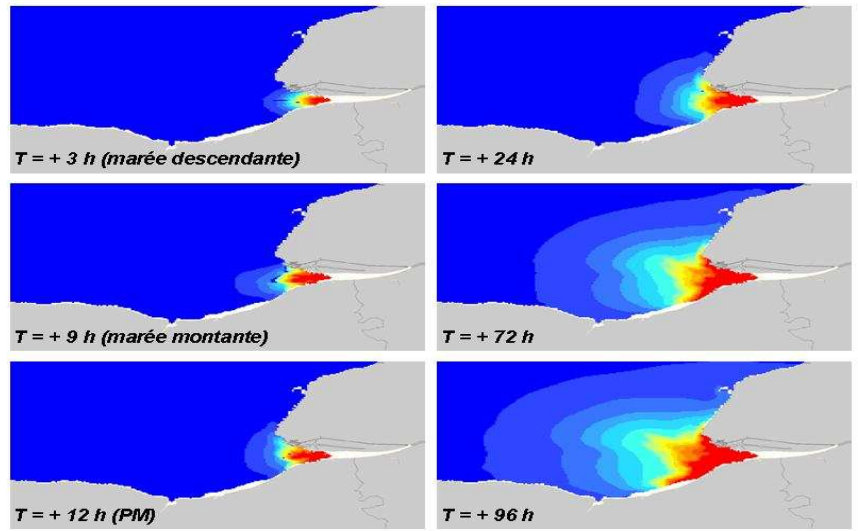
D'un point de vue courantologique, les simulations réalisées montrent bien que l'estuaire de la Dive (dans le secteur du point Cabourg) constitue une zone de rupture dans la circulation résiduelle de marée. En effet, les trajectoires des particules lâchées dans l'Est de ce secteur connaissent une migration rapide vers l'Ouest jusqu'à atteindre cet estuaire où leur trajectoire résiduelle se ralentit et s'incurve vers le Nord : comme le montre le graphe de gauche, en face de Cabourg les excursions de marée sont de plus faible ampleur et leur résiduelle mène au Nord/Nord-Ouest.



Modélisation du panache de la Dives (sans vent, coeff 75, rejet continu, lâché à PM)



Modélisation du panache de la Seine (sans vent, coeff 75, rejet continu, lâché à PM)

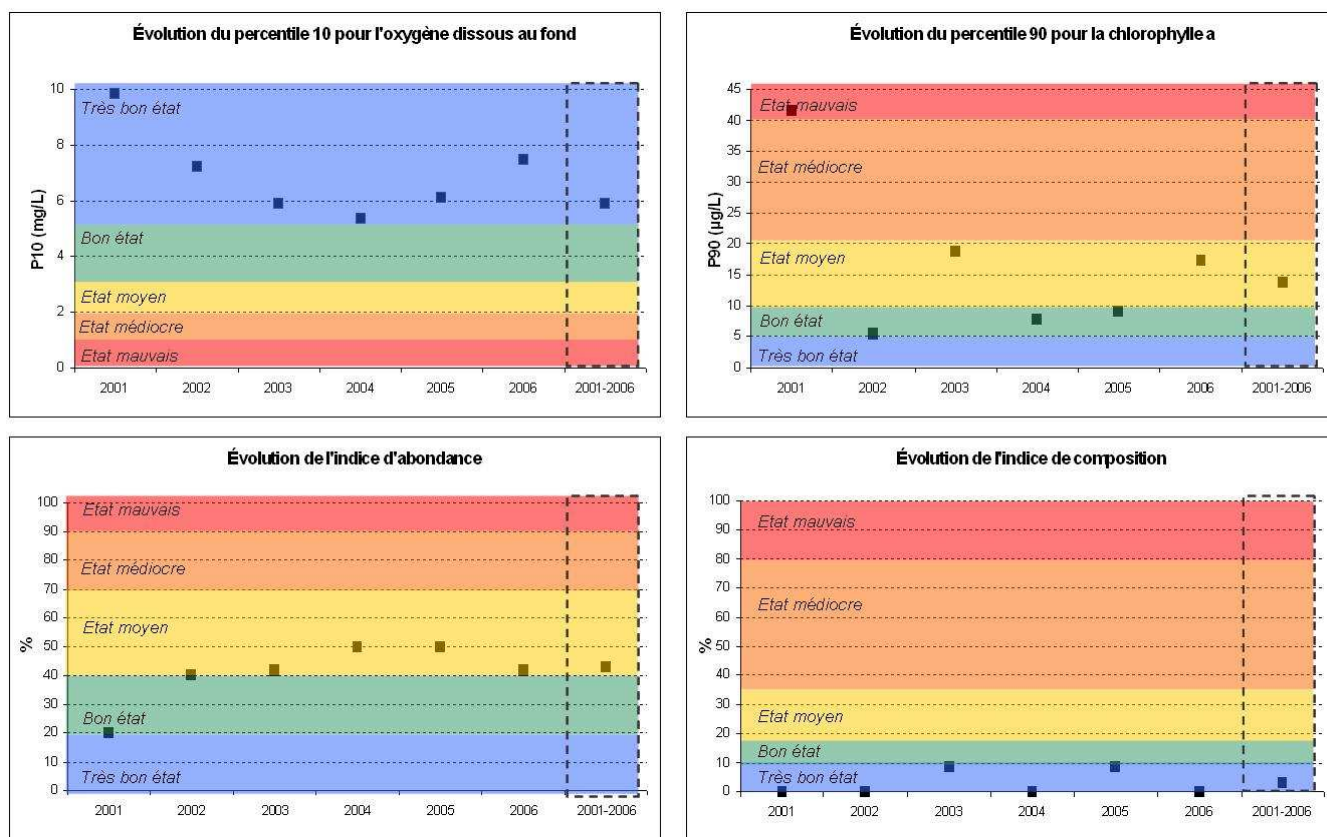


Les simulations des panaches de dilution des apports de la Dives et de la Seine montrent des expansions plutôt orientées vers l'Ouest, mais un maintien de concentrations élevées (c'est-à-dire des taux de dilution faibles) dans les secteurs proches des rejets, et donc dans toute la partie orientale de la baie de Seine.



5. Qualité de la masse d'eau

5.1. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton" au point Cabourg



Situé près de l'embouchure de la Dives, le point Cabourg est directement soumis à l'influence de ses apports, mais aussi de ceux de la Seine, qui favorisent la recharge du milieu en éléments nutritifs, nécessaires à la croissance du phytoplancton. Entre 2002 et 2006, plus de 40 % des flores phytoplanctoniques réalisées chaque année ont mis en évidence la présence de taxons présentant des concentrations cellulaires supérieures au seuil des 100 000 cellules/L. Ces dépassements font que la qualité de cette masse d'eau HC15 est « moyenne » globalement sur la période 2001-2006. Les conclusions sont les mêmes avec l'indicateur « Chlorophylle a ».

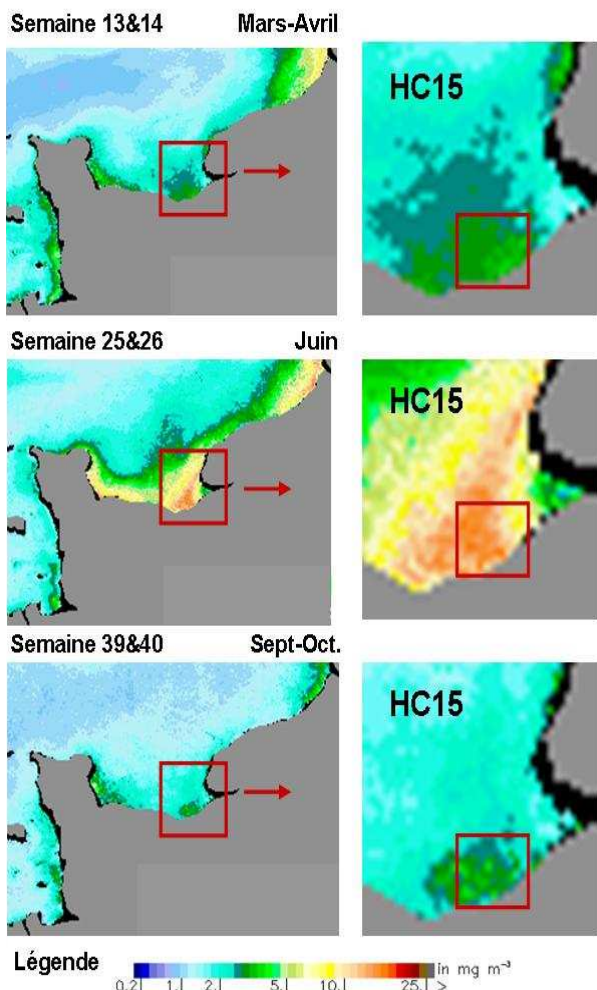
5.2. Synthèse des Indicateurs DCE "Phytoplancton" sur la masse d'eau HC15

HC15	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Cabourg (2001-2006)	5.92	13.76	42.86	3.17	
Synthèse Masse d'eau	5.92	13.76	42.86	3.17	

La synthèse globale 2001-2006 conclue donc à une qualité « moyenne » de la masse d'eau HC15. Les indicateurs les plus déclassants sont, comme pour la masse d'eau HC14, la chlorophylle a et de l'indice d'abondance.

6. Périodes productives et images «satellite»

La période productive débute entre la fin du mois de mars et le début du mois d'avril. Les maxima sont atteints entre mai et juin avec des concentrations moyennes de l'ordre de 20 µg/L. Cette masse d'eau HC15 représente le secteur le plus productif de l'ensemble des eaux normandes.



L'analyse des données «satellite» permet de déterminer le percentile 90 moyen de la chlorophylle a sur la masse d'eau HC15, percentile qui s'élève à 9,93 µg/L. Ce percentile est inférieur au percentile 90 calculé à partir des mesures *in situ* sur Cabourg (13,76 µg/L), mais se situe à la limite entre les classe de qualité « bon » et « moyen » (seuil = 10 µg/L)

Cette différence est vraisemblablement due à une certaine hétérogénéité de cette masse d'eau dont la partie occidentale (où se situe le point Cabourg) semble être plus productive que la partie orientale. Pour des raisons logistiques et d'économie, seul le point Cabourg sera néanmoins suivi dans le cadre du RHLN 2008-2013. Il fera par contre l'objet d'un contrôle régional renforcé, avec renforcement des fréquences de suivi durant la période productive de mars à octobre.

	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m ⁻³)	Percentile 90 In situ. 2001/2006 (µg.L ⁻¹)
		1ère mesure de Mars à Oct
HC15	9.93	Cabourg 13.76

Données produites par la NASA sur la période de 1997/2006 et traitées au moyen de l'algorithme OC5 Ifremer Dynéco/F.Gohin

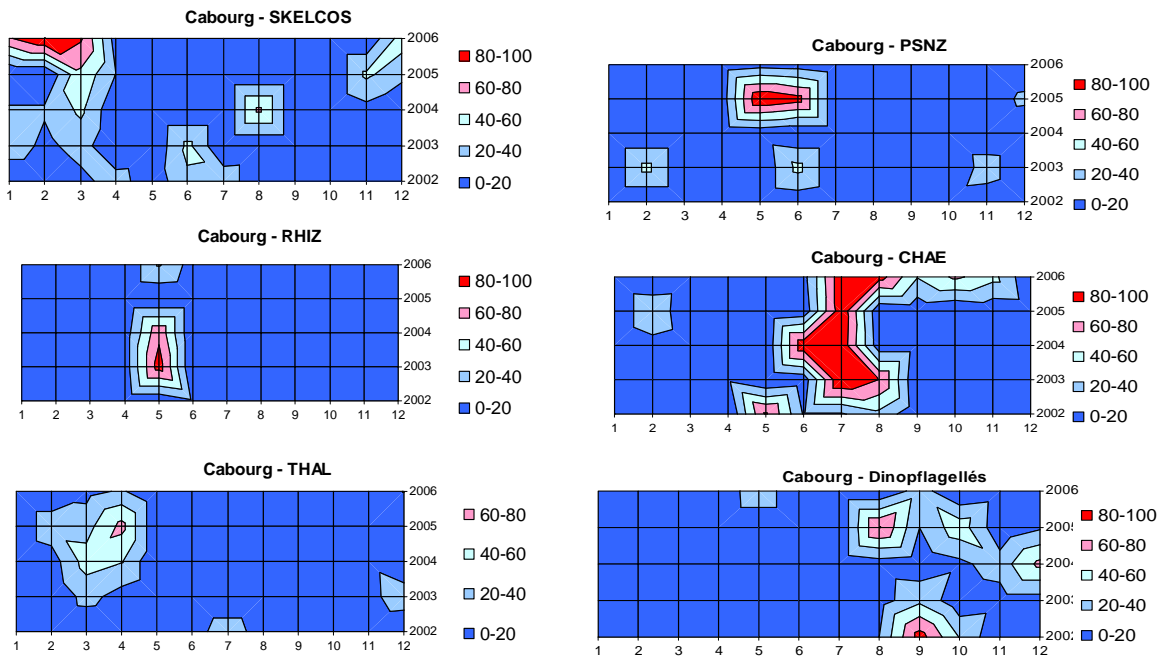
7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE)

Distribution partielle des taxons sur les 170 flores totales et les 19 flores partielles réalisées entre 2001 et 2006 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : CHAE : 25% ; puis, 33 taxons avec des faibles dominances, dont les dinoflagellés comptent pour 20%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : CHAE : 54% ; puis 12% de taxons appartenant à la classe de dinoflagellés.

Évolution temporelle : les 170 flores totales réalisées permettent de retracer l'évolution des abondances des principaux taxons dans le temps.

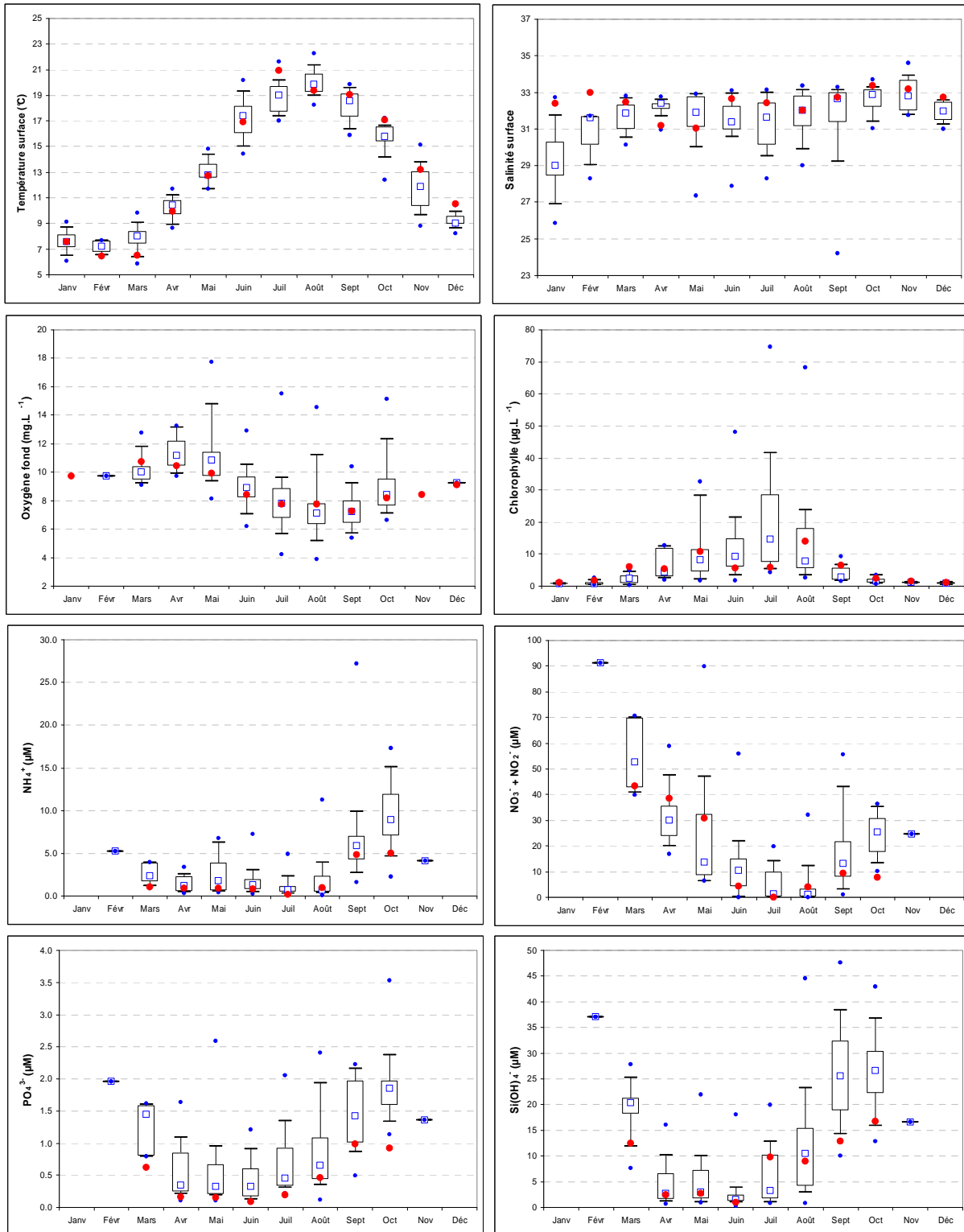


Évolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année

Commentaires : 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 des marées rouges en été.

Ces eaux colorées sont essentiellement dues aux espèces de dinoflagellés *Prorocentrum*. Ces blooms de dinoflagellés sont fréquents et dominant alors largement les peuplements phytoplanctoniques. 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 DSP et lipophiles qu'il produit, ces développements de fin d'été et d'automne rendent quasiment chaque année les coquillages filtreurs de ce secteur impropres à la consommation humaine, obligeant la Préfecture du Calvados à prendre des arrêtés d'interdiction de pêche, de ramassage et de vente des coquillages.

8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques à 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 pour mille. Ces dessalures génèrent des recharges de la masse d'eau en sels nutritifs 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.

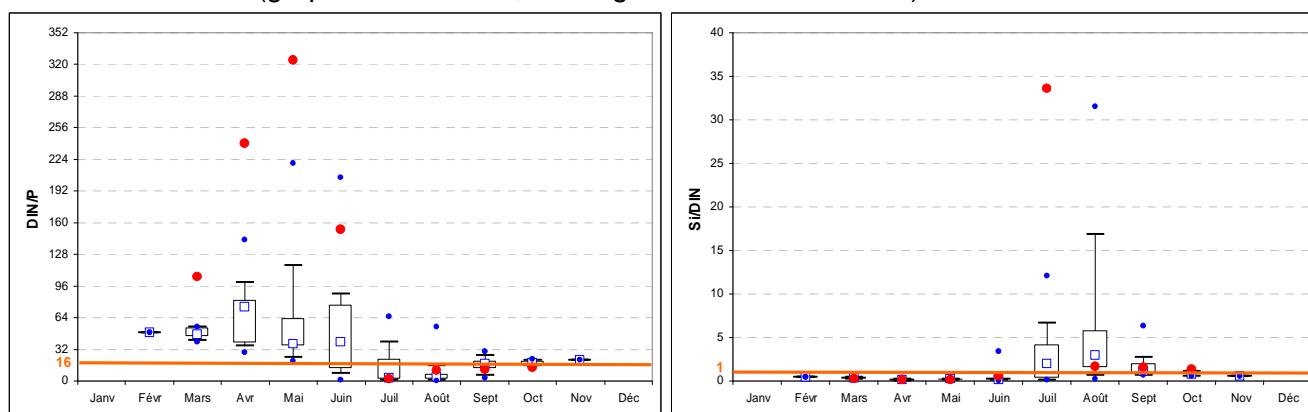
Il est par ailleurs fréquent que les blooms tardifs de la fin août soient de plus forte intensité que les blooms du printemps. Les teneurs en chlorophylle *a* dépassent souvent les 30 à 40 $\mu\text{g.L}^{-1}$ avec des maxima de plus de 70 $\mu\text{g.L}^{-1}$, comme cela a été le cas en juillet 2002. De plus, ces recharges en sels nutritifs favorisent l'établissement de stocks hivernaux élevés qui sont de l'ordre de 70 à 90 μM de nitrate, 40 μM de silicate et plus de 2 μM de phosphate. Enfin, du fait 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 dépassent fréquemment les 15-20 μM en fin de saison (septembre-octobre).

9. Réflexion sur les sels limitants à Cabourg.

Comme sur le point Ouistreham de la masse d'eau HC14, les apports des fleuves génèrent des recharges en sels nutritifs au sein de la masse d'eau HC15 et de son point de suivi au large de Cabourg.

Ainsi que le montrent les graphes page précédente, ces apports font que malgré la très importante productivité et les très hauts niveaux de biomasse chlorophyllienne, nous n'observons pas de période où les concentrations en sels nutritifs sont suffisamment basses pour induire, *a priori*, des limitations de cette production.

Ces apports ont également pour conséquence d'entraîner de fortes variations des rapports de sels entre eux (graphe ci-dessous ; N/P à gauche et Si/N à droite).



10. Conclusion

Située entre les estuaires de la Dives à l'Ouest et de la Seine et de la Touques à l'Est, la masse d'eau HC15 connaît d'importantes dessalures et d'importantes recharges en sels nutritifs tout au long de l'année. Elle est de ce fait la masse d'eau la plus productive de Normandie et présente des signes manifestes d'eutrophisation.

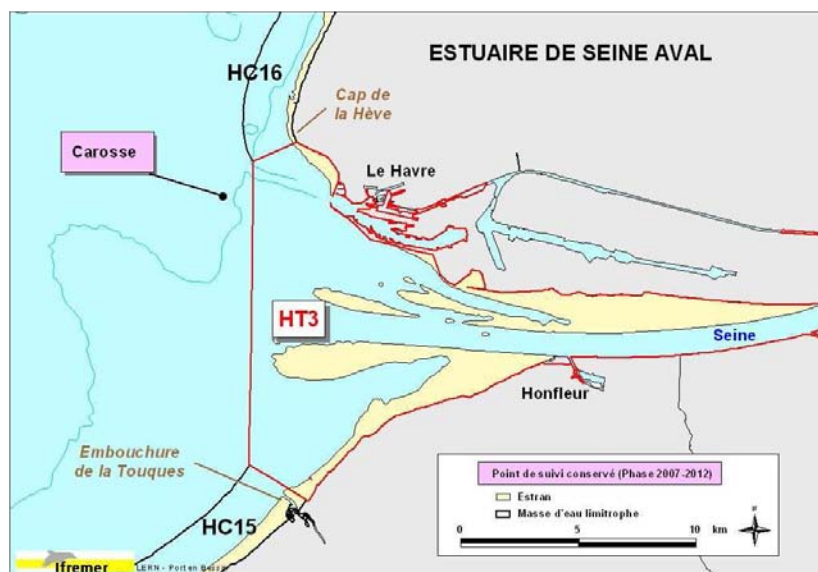
Les résultats obtenus dans le cadre du RHLN 2001-2006 confirment tout à fait son classement en RNABE en 2004, et le point Cabourg sera maintenu et fera l'objet d'un suivi régional renforcé au cours de la phase 2008-2013 du RHLN.

Masse d'eau HT3

Estuaire de Seine aval

1. Localisation de la zone

La masse d'eau de transition HT3 correspond à la partie aval de l'estuaire de la Seine. Elle s'étend de la rive droite de la Touques dans le département du Calvados (Basse Normandie) jusqu'au cap de la Hève dans le Nord du Havre en Seine Maritime (Haute Normandie).



N° de masse d'eau : HT3
Genre : masse d'eau de transition
Type : Tt 5
Classement 2004 : RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Carosse	Opérationnel, Surveillance	49° 29.1100' N	000° 01.6000' E	2002 - 2006

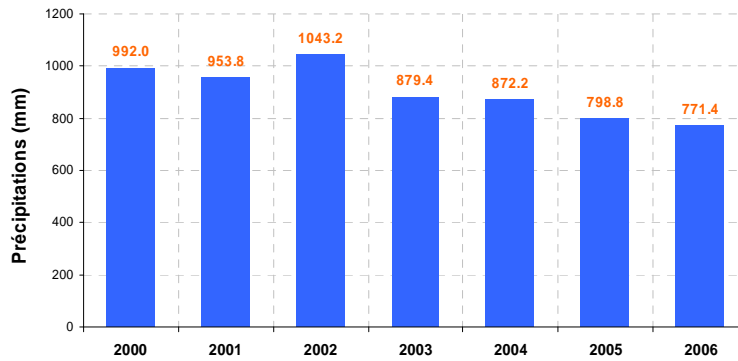
2. Caractéristiques physiques de la zone

Surface : 148,3 km², dont 59,7 km² en zone intertidale, soit 40 % de la superficie totale.

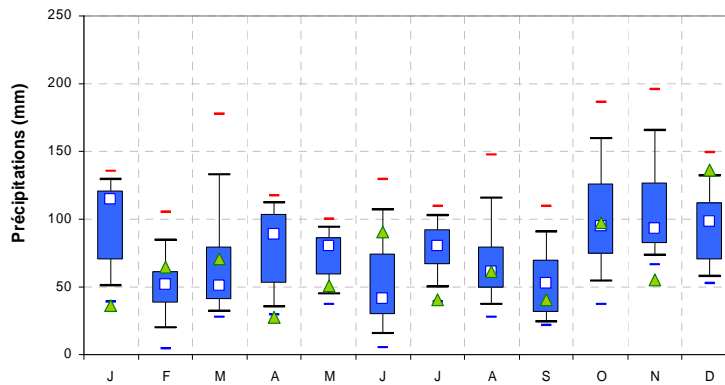
Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	3.75	6.70	8.10	Le Havre

Précipitations : Les précipitations enregistrées au Cap de la Hève en 2006 sont à nouveau, après 2003, 2004 et 2005, caractéristiques d'une année sèche, avec des moyennes aux mois de janvier, avril, juillet et novembre comparables, voire inférieures, aux minima enregistrés sur la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Cap_de_la_Heve



Évolution mensuelle des précipitations à Cap_de_la_Heve



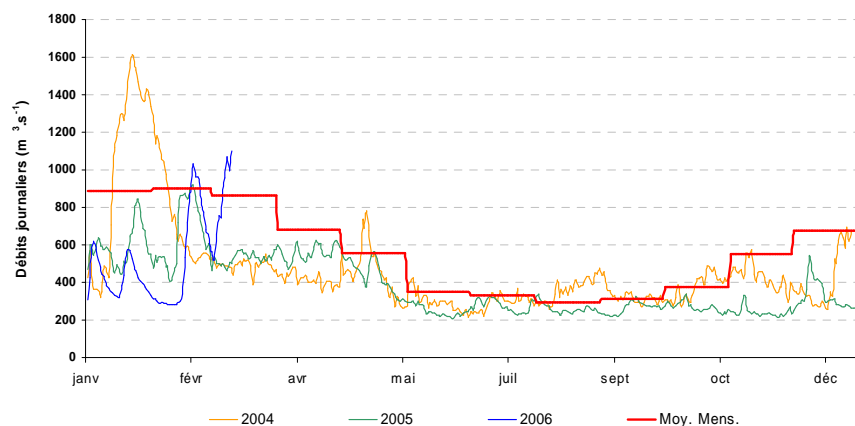
Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

Caractéristiques des principaux bassins versants et des fleuves côtiers :

Le fleuve principal se jetant dans cette masse d'eau est la Seine, dont le débit moyen est de 560m³/s, mais qui peut, en débit de pointe, dépasser les 1600 m³/s.

Nom Station	Période de	Bassin versant	Débit mensuel moyen m ³ .s ⁻¹												Débit annuel moyen m ³ .s ⁻¹	Source
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
La Seine au Havre	1989-2006	79000	888	902	861	680	557	350	334	295	312	375	547	674	563	Banque HYDRO

Seine / Évolution des débits journaliers



3. Activités et usages sur la zone

La Seine draine un bassin versant qui représente ¼ de la superficie de la France, et accueille 1/3 de la population, 1/3 de l'activité industrielle, et ¼ de la production agricole nationales.

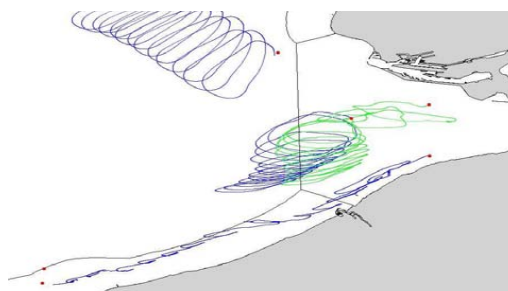
La zone de l'estuaire de Seine héberge également 2 très grandes agglomérations, le Havre et Rouen, dotées de ports et de complexes industriels majeurs.

Cette masse d'eau reçoit par conséquent des apports domestiques, industriels et agricoles de toute première importance. Elle n'est par contre (et de ce fait) pas une zone de production de coquillage⁵, mais héberge malgré tout plusieurs zones de baignade.

A compléter à l'avenir...

4. Courantologie

A proximité de l'embouchure de la Seine, le régime des courants, nettement influencé par le remplissage et la vidange de l'estuaire, est très complexe. Globalement, les résiduelles portent à l'Ouest/Sud-Ouest depuis le Sud du Havre et au Nord-Ouest depuis la partie la plus Nord de la masse d'eau (au niveau de la bouée de Carosse).

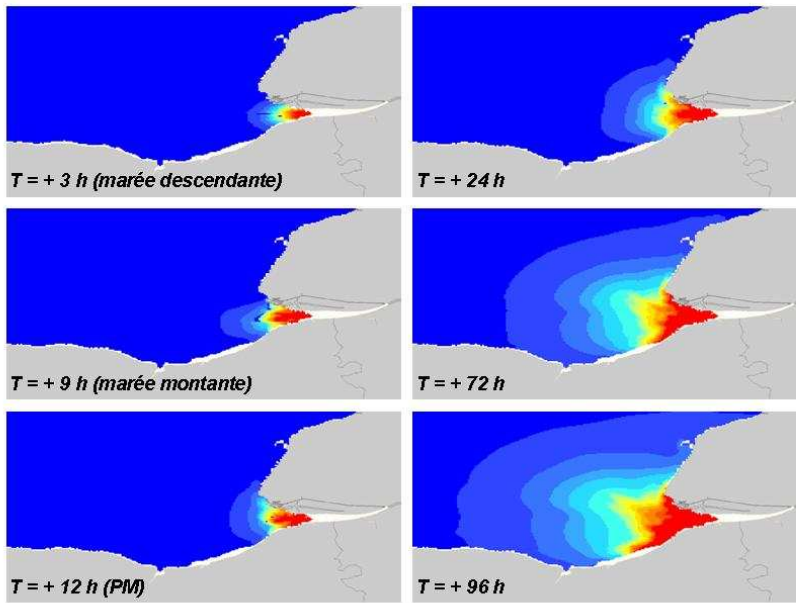


La simulation du panache de la Seine montre clairement son influence sur les masses d'eau HT3, HC15 et HC16.

⁵ Les gisements mouliers de Villerville et de la Hève sont classés « D » du point de vue sanitaire, et sont donc inexploitable.

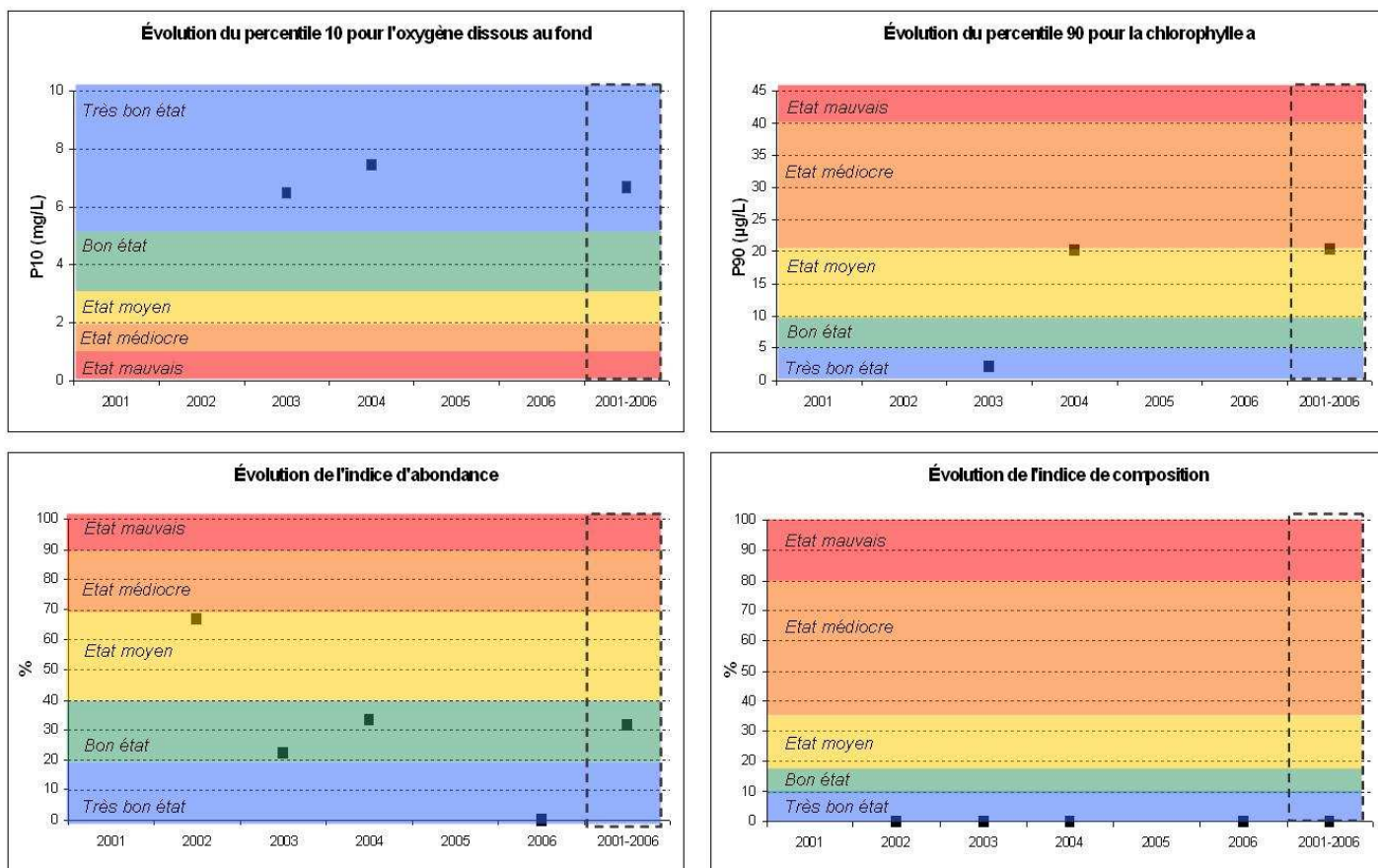


Modélisation du panache de la Seine (sans vent, coeff 75, rejet continu, lâché à PM)



5. Qualité de la masse d'eau

5.1. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton" au point Carosse



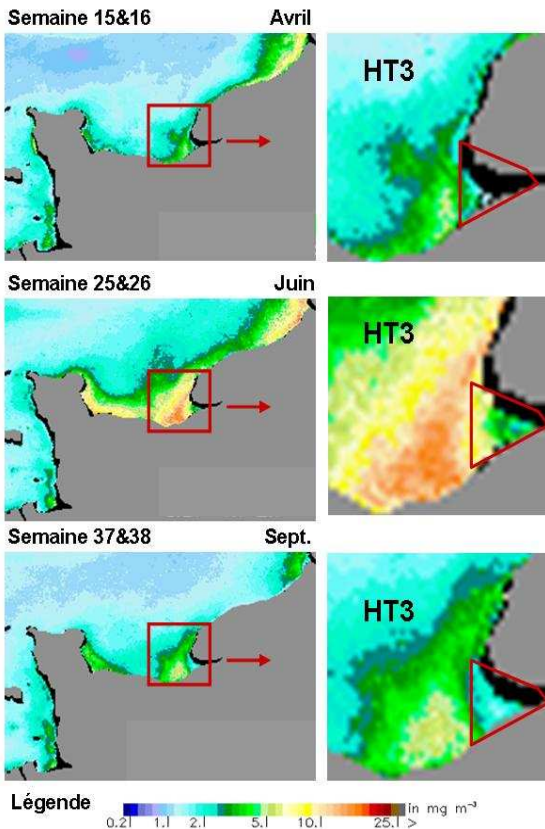
Le point Carosse est directement soumis aux apports de la Seine. Ces apports favorisent la croissance du phytoplancton et le développement de blooms. En 2002, plus de 60 % des flores phytoplanctoniques réalisées ont mis en évidence la présence d'au moins un taxon dont la concentration cellulaire a dépassé le seuil des 100 000 cellules.L⁻¹. En 2004, l'indicateur DCE chlorophylle a a légèrement dépassé les 20 µg/L. Ces dépassements indiquent clairement que le point Carosse est propice aux phénomènes d'eutrophisation, et amènent à statuer sur une qualité « moyenne », voire « médiocre ».

5.2. Synthèse des Indicateurs DCE "Phytoplancton" sur la masse d'eau HT3

Au regard de l'ensemble des indicateurs "Phytoplancton", la synthèse globale 2002-2006 indique que la masse d'eau HT3 est de qualité « médiocre ». Néanmoins, l'indicateur "Chlorophylle" à l'origine de ce classement n'a été suivi que sur deux années, et présente un percentile 90 dépassant tout juste la limite entre les états « moyen » et « médiocre ».

HT3	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2002-2006	Global 2002-2006	Global 2002-2006	Global 2002-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Carosse (2002-2006)	6.68	20.38	31.58	0.00	Etat médiocre
Synthèse Masse d'eau	6.68	20.38	31.58	0.00	Etat médiocre

6 Périodes productives et images «satellite»



La période productive débute au cours du mois d'avril. Les maxima de chlorophylle a sont atteints entre les mois de mai et juin avec des concentrations de l'ordre de 10 à 12 mg.m⁻³.

Le percentile 90 moyen en chlorophylle a déterminé à partir des données satellite sur l'ensemble de la masse d'eau HT3 s'élève à 5,27 µg/L. Il est très inférieur au percentile 90 (20,38 µg/L) calculé à partir des mesures *in situ*.

Cet écart s'explique par l'hétérogénéité de la masse d'eau et les variations spatiales de sa productivité : ainsi que le montrent les images satellite, la biomasse est beaucoup plus importante dans la partie située la plus au large de cette masse d'eau que dans la zone estuarienne proprement dite.

Le point suivi était jusqu'à présent positionné en bordure Ouest de la limite de cette masse d'eau. Il a donc permis d'enregistrer les maxima de biomasse.

	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m ⁻³)	Percentile 90 In situ. 2004/2005 (µg.L ⁻¹)	
		1ère mesure de Mars à Oct	
HT3	5.27	Carosse	20.38

Le point de suivi La Carosse sera repositionné à l'avenir à l'intérieur de la masse d'eau (décalage vers le Sud/Sud-Est). Malgré ce repositionnement, les images satellite ne devront être utilisées qu'avec précaution pour suivre ou évaluer la qualité cette masse d'eau sur le plan 2008-2013 du fait de sa très forte hétérogénéité spatiale.

7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE) à La Carosse.

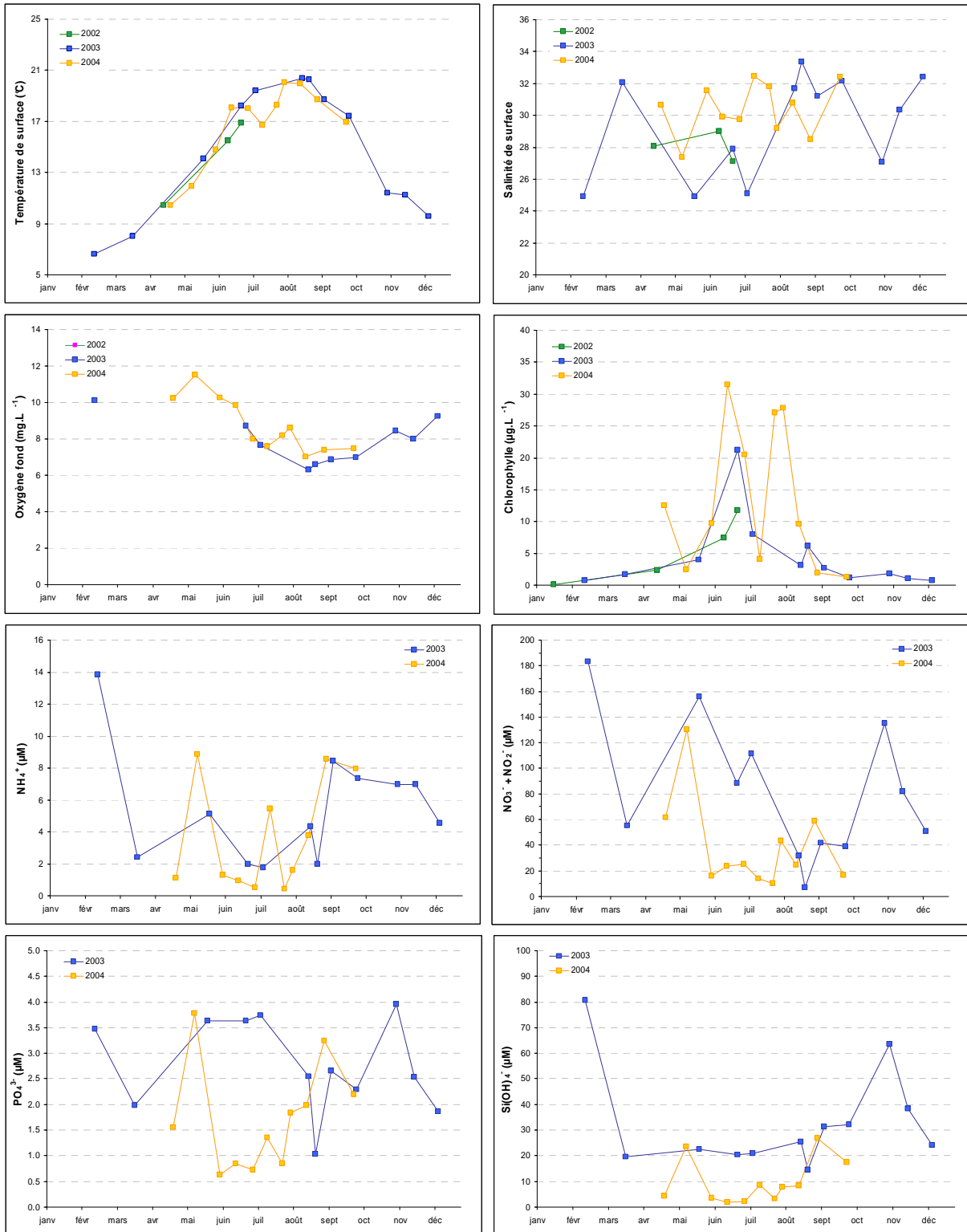
Distribution partielle des taxons sur les 27 flores totales (2002-2004) et la flore partielle (2006) qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : SKELCOS et CHAE : 32%

Seuil > 1 000 000 cellules/L : SKELCOS : 45% ; CHAE : 36%.

Commentaires : ce point, situé à l'aval de l'estuaire de la Seine, présente des caractéristiques estuariennes, mais légèrement différentes de celles observées sur les points de Cabourg et Antifer qui l'encadrent au Sud/Ouest et au Nord/Est. Les espèces telles que *Chaetoceros sp.* et *Skeletonema costatum* abondent, 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.

8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques à La Carosse.



La masse d'eau HT3 est directement soumise aux apports de la Seine qui influencent fortement sa salinité (variations de 4 à 9-10 pour mille). La période productive débute au cours du mois d'avril et la production de biomasse phytoplanctonique connaît ensuite plusieurs pics durant l'été et le début de l'automne, pics atteignant des valeurs de l'ordre de 30 µg.L⁻¹ de chlorophylle a (juin 2004). Ces phases successives de production de biomasse sont entretenues par les recharges en sels nutritifs apportées par les crues de la Seine.

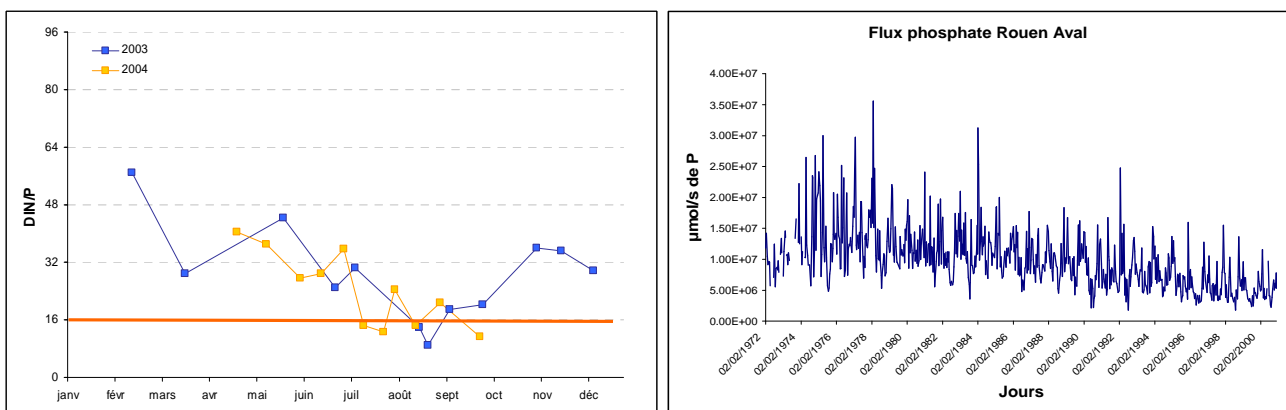
Du fait de l'importance de ces apports, les teneurs hivernales en sels nutritifs peuvent être très élevées. Elles atteignent jusqu'à 180 μM de nitrate, environ 80 μM de silicate et entre 2 et 4 μM de phosphate. Les teneurs en ammonium sont également plus élevées (de 2 à 14 μM) que sur les autres masses d'eau normandes (mise à part la masse d'eau voisine HC15).

9. Réflexion sur les sels limitants à La Carosse.

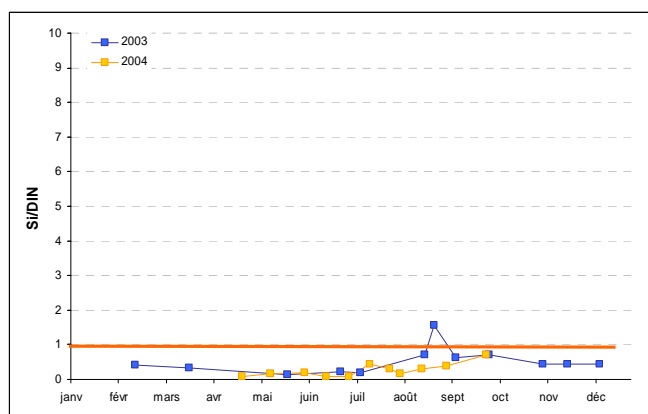
Sur les deux années de suivi, le point La Carosse se caractérise par un rapport molaire N/P (selon Redfield et al, 1963) qui ne passe qu'exceptionnellement en dessous de la valeur seuil de 16.

La limitation des apports en phosphore à la Seine depuis une trentaine d'années peut, pour partie, expliquer ce constat. En effet, de très importants programmes de déphosphatation des eaux usées ont été menés sur Achères/Paris, Rouen, ainsi que sur d'autres stations d'épuration du grand bassin versant de la Seine depuis le milieu des années 70, et ont permis une baisse des flux de phosphore, ainsi que le montre le graphique de droite ci-dessous (données cellule antipollution de la Seine).

Néanmoins, si le phosphore connaît des périodes de faibles concentrations (Cf. graphes pages précédentes), il ne se rencontre jamais à des concentrations suffisamment basses pour générer des limitations de la production phytoplanctonique.



L'autre constat important est que, tout comme au sein des masses d'eau HC15, HC14, et même HC13, mais contrairement aux masses d'eau situées plus à l'Ouest de l'embouchure de la Seine et le long du Cotentin, l'azote ne se rencontre jamais non plus à des concentrations susceptibles de générer des limitations de la production primaire. Les graphes de la page précédente, ainsi que l'étude du rapport molaire Si/N ci-dessous semblent même indiquer que si carence d'un sel il y a eu lors du suivi réalisé, elle aura plutôt été le fait du silicium (au moins en juin 2004 ; à confirmer).



10. Conclusion

La masse d'eau HT3 est directement sous l'influence de la Seine et connaît par conséquent d'importantes dessalures et recharges en sels nutritifs tout au long de l'année. Elle présente de ce fait des signes manifestes d'eutrophisation et d'après les indicateurs DCE, sa qualité est « moyenne » à « médiocre ». Les images « satellite » montrent que la zone la plus productive est celle qui se situe le plus à l'extérieur de l'estuaire, et permettent de repositionner le point de suivi.

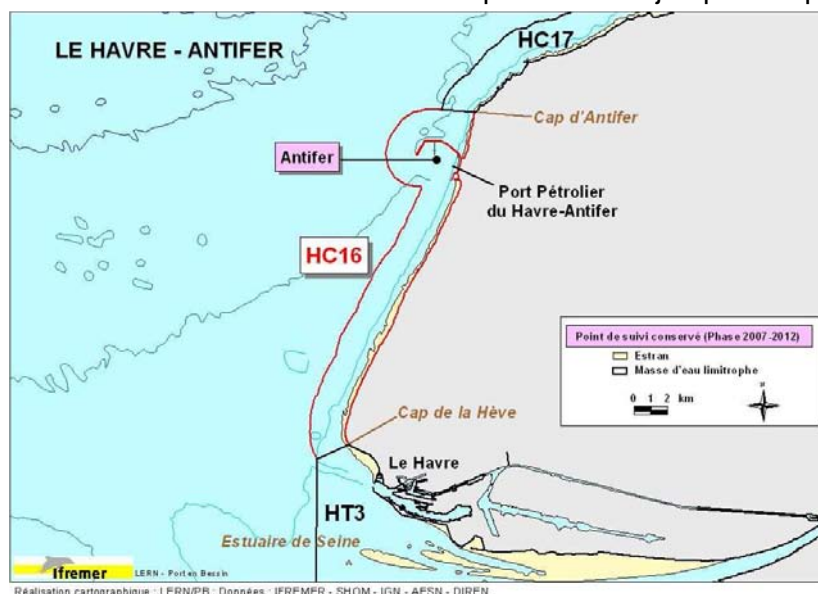
Cette masse d'eau, classée RNABE en 2004, aurait mérité de faire l'objet d'un suivi régional renforcé ; du fait de sa localisation et des difficultés techniques que son échantillonnage impose, elle fera l'objet d'un contrôle opérationnel entre 2008-2013.

Masse d'eau HC16

Le Havre - Antifer

1. Localisation de la zone

La masse d'eau HC16 s'étend du cap de la Hève jusqu'au cap d'Antifer.



N° de masse d'eau : HC16
Genre : masse d'eau côtière
Type : Ct 3
Classement 2004 : RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Antifer	Opérationnel, Surveillance, Régional renforcé	49° 40.0000' N	000° 07.9800' E	2001 - en cours

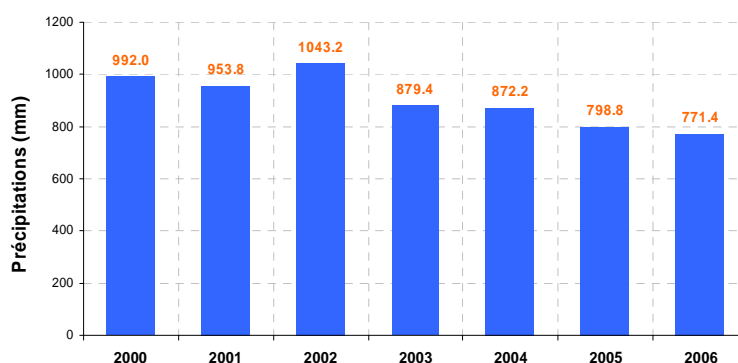
2. Caractéristiques physiques de la zone

Surface : 56,7 km² (dont 5,2 km² en zone intertidale, soit 9 % de la superficie totale)

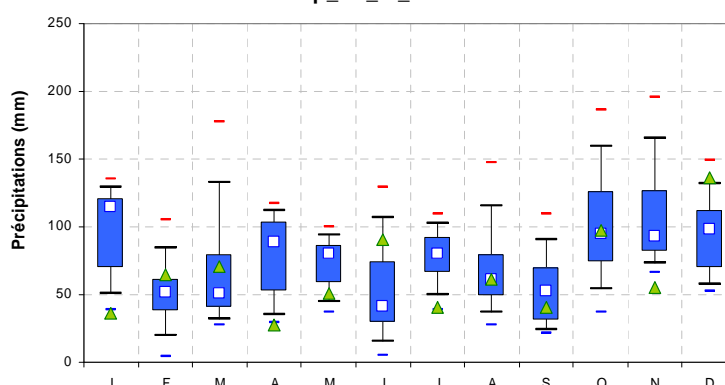
Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	3.8	6.75	8.1	Havre-Antifer

Précipitations : les précipitations enregistrées au Cap de la Hève en 2006 sont à nouveau caractéristiques d'une année sèche (la plus sèche des 6 dernières années), avec des moyennes aux mois de janvier, avril, juillet et novembre comparables, voire inférieures aux minima enregistrés sur la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Cap_de_la_Heve



Évolution mensuelle des précipitations à Cap_de_la_Heve



Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

Caractéristiques des principaux bassins versants : non renseigné, à compléter

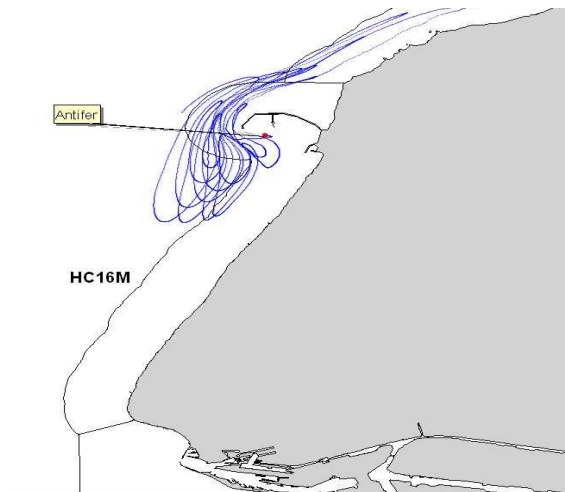
3. Activités et usages sur la zone

Aucune activité de production professionnelle de coquillages (pêche ou élevage) ; présence de quelques petits gisements de moules non exploitables. Présence du port pétrolier d'Antifer, à côté duquel se trouve une zone de baignade.

4. Courantologie

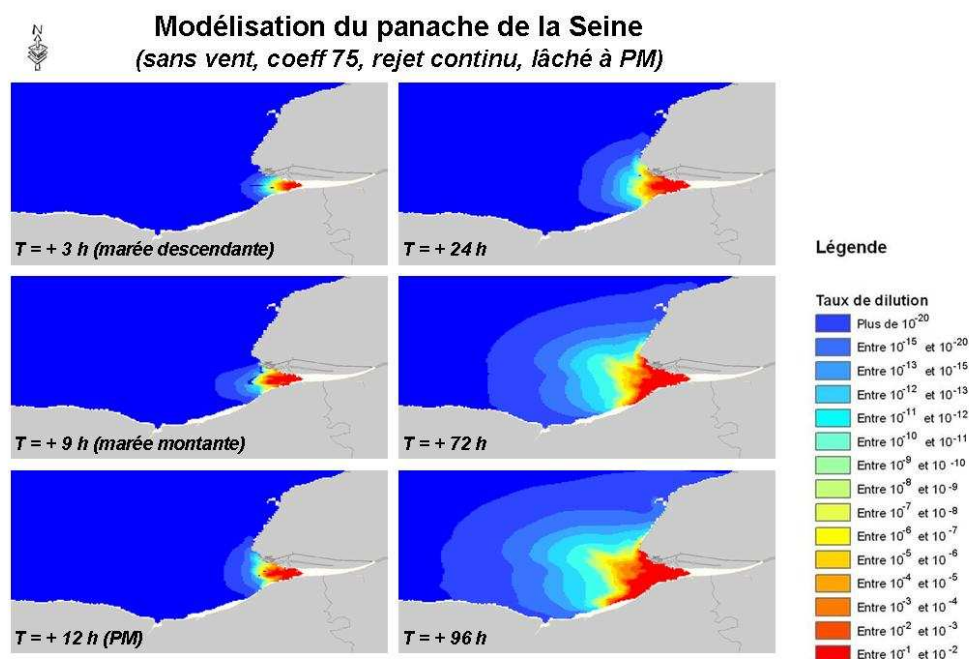
Les courants de marée sont à peu près alternatifs et parallèles à la côte de part et d'autre de la digue du port pétrolier d'Antifer, autour de laquelle ils s'incurvent générant un gyre marqué. Dans la partie Sud de la masse d'eau, la vitesse des courants de flot (2,5 à 3 nœuds), portant vers le Nord Est, est supérieure à celle des courants de jusant qui portent vers le Sud Ouest. Les courants résiduels de marée y sont donc dirigés vers le Nord Est.

Et de ce fait, les eaux en provenance de la partie Nord de la zone de l'embouchure de la Seine remontent le long de la côte jusqu'au port d'Antifer où la grande digue génère le gyre précité, et où la résiduelle tend à porter au Nord Ouest. En effet, la trajectoire d'une particule lâchée à partir du point de suivi actuel (point Antifer) présente une allure circulaire, et fini par osciller de part et d'autre de la grande digue en se décalant peu à peu vers le Nord Ouest.



Le panache de dilution théorique simulé à la sortie de l'estuaire de la Seine (figure ci-dessous) montre l'influence que peuvent avoir ses apports sur la qualité des masses d'eau HC15, HT3 et HC16. Après 24 h, le panache de la Seine a déjà atteint le point La Carosse. Après 72 h, il atteint ceux de Cabourg et d'Antifer, mais à des taux de dilution très élevés (concentrations très faibles). Après 96 h, les taux de dilution théoriques sont de l'ordre de 10^{-6} sur Cabourg, et seulement de 10^{-15} , 10^{-20} sur Antifer.

Le panache remonte donc vers le Nord et la masse d'eau HC16, mais son impact reste plus important vers l'Ouest, sur la masse d'eau HC15. Ce constat est valable pour des situations sans vent. Au contraire, des vents de secteur Ouest plaquent ce panache le long des côtes de la masse d'eau HC16, et y renforcent l'impact des apports de la Seine. Lors des fortes pluies, et crues de la Seine, les eaux dessalées et chargées en MES de la Seine peuvent également remonter le long des côtes de Seine Maritime sur une étroite bande côtière et être décelables jusqu'au-delà de Fécamp. Brylinski et al.⁶ ont décrit en 1991 ce phénomène en parlant de « fleuve côtier ».

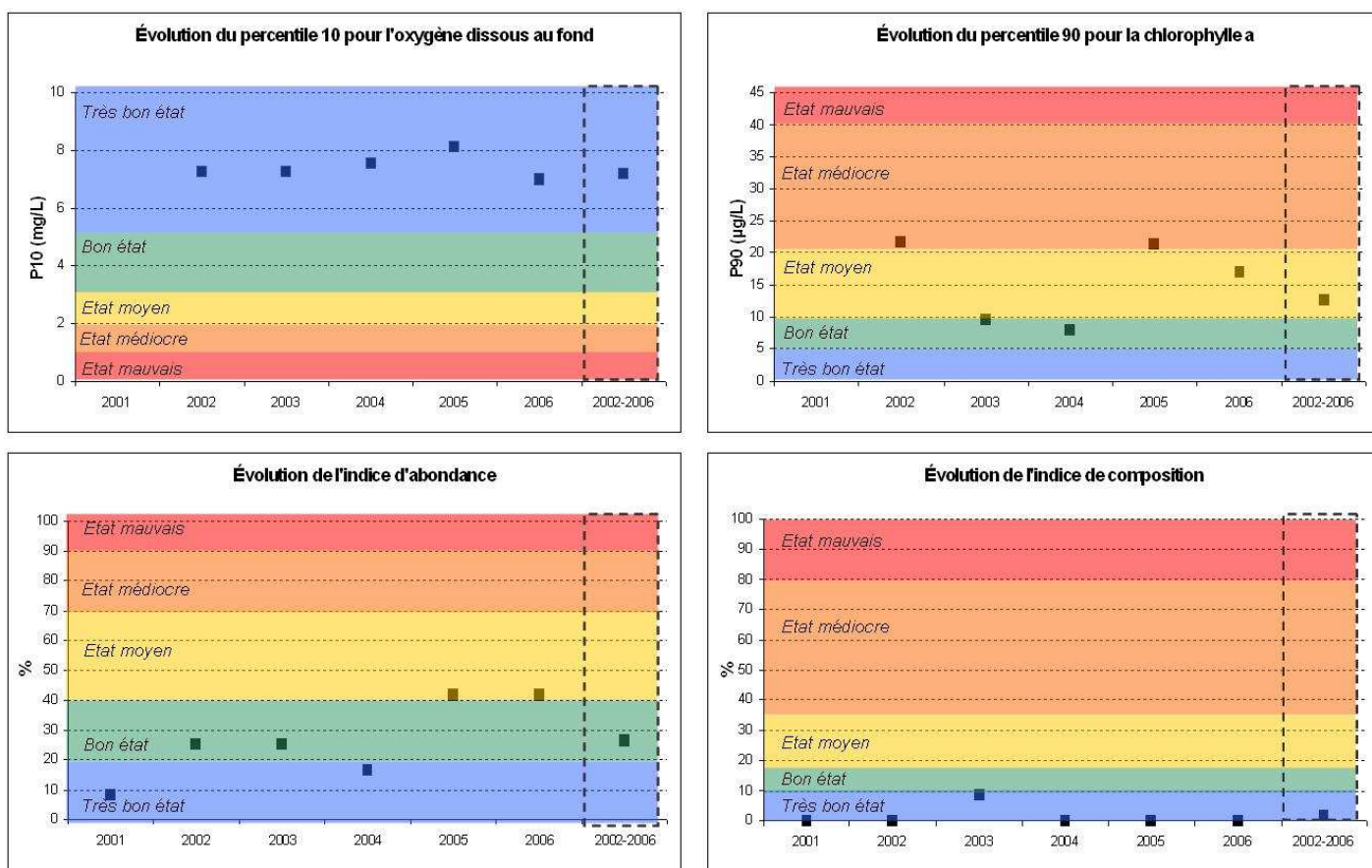


⁶ Brilinsky et al., 1991. Le fleuve côtier, un phénomène hydrologique important en Manche Orientale. Exemple du Pas de Calais. Oceanologica acta, 11, 197-203.

5. Qualité de la masse d'eau

5.1. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton" au point Antifer

Situé au Nord de l'embouchure de la Seine, le point Antifer est sous l'influence des apports de la Seine qui favorisent la recharge du milieu en éléments nutritifs nécessaires à la croissance du phytoplancton. En 2005 et 2006, plus de 40 % des flores phytoplanctoniques réalisées ont présenté au moins un taxon dont les concentrations cellulaires ont dépassé le seuil des 100 000 cellules/L. Ceci amène à statuer sur une qualité « moyenne » de la masse d'eau HC16. Les conclusions sont les mêmes au regard de l'indicateur « Chlorophylle a », mais elles diffèrent pour les deux indicateurs restants (oxygène et indice de composition) qui statuent sur une « très bonne » qualité de la masse d'eau.



5.2. Synthèse des Indicateurs DCE "Phytoplancton" sur la masse d'eau HC16

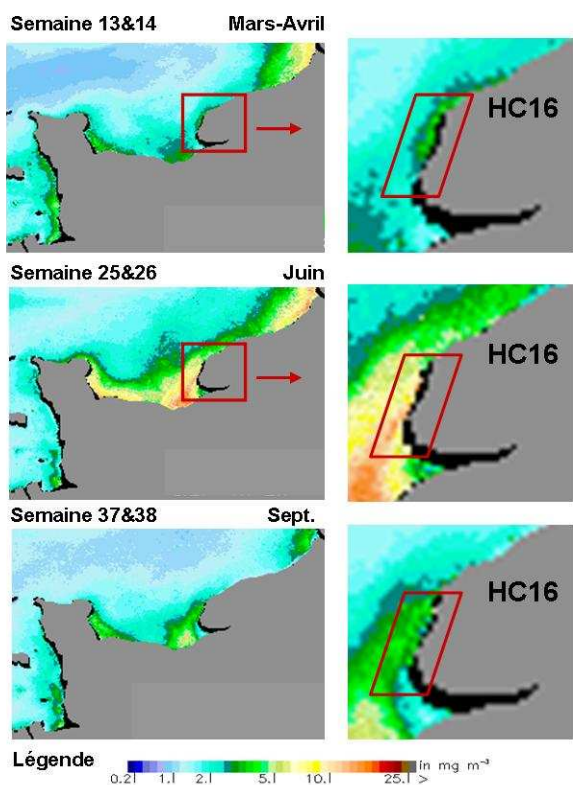
HC16	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Global 2001-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Antifer (2001-2006)	7.19	12.72	26.39	1.39	
Synthèse Masse d'eau	7.19	12.72	26.39	1.39	

La synthèse globale 2001-2006 fait état d'une qualité « moyenne » pour la masse d'eau HC16. Les indicateurs les plus déclassants sont, comme pour les masses d'eau HC14 et HC15, le percentile 90 de la chlorophylle *a* et l'indice d'abondance.

6. Périodes productives et images « satellite »

La période productive débute entre la fin du mois de mars et le début du mois d'avril. Les maxima de biomasse phytoplanctonique sont atteints entre juin et août avec des concentrations comprises entre 12 et 14 mg.m⁻³.

Les images « satellite » permettent de constater que cette masse d'eau, tout comme la HC15, est plus productive que la zone estuarienne proprement dite de la masse d'eau HT6.



L'analyse des données « satellite » permet également de déterminer le percentile 90 moyen en chlorophylle *a* qui s'élève à 7,55 mg.m⁻³. Il est très inférieur au percentile 90 calculé à partir des mesures *in situ* sur Antifer (12,72 µg.L⁻¹), ce qui peut s'expliquer par le caractère hétérogène de la masse d'eau. L'utilisation d'images satellite pour déterminer des concentrations moyennes en chlorophylle *a* n'est donc pas à conserver dans cette masse d'eau (car la DCE impose l'utilisation de données issues de prélèvements et d'analyses). Par contre, le point de suivi Antifer sera maintenu, et fera l'objet d'un contrôle régional renforcé (20 prélèvements par an) dans le cadre du RHLN 2008-2013.

	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m ⁻³)	Percentile 90 In situ. 2001/2006 (µg.L ⁻¹)	
		1ère mesure de Mars à Oct	
HC16	7.55	Antifer	12.72

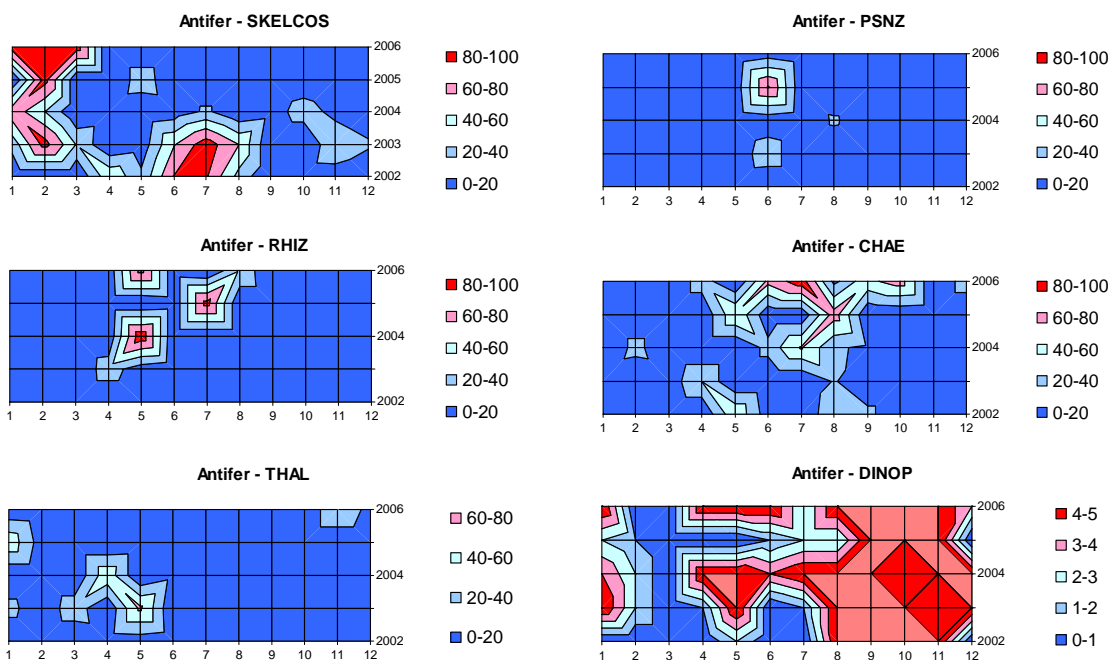
7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE)

Distribution partielle des taxons sur les 188 flores totales et les 35 flores partielles réalisées entre 2001 et 2006 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : CHAE : 24% ; SKELCOS : 20% ; PSNZ : 14% ; puis, 21 taxons avec des faibles dominances, dont les dinoflagellés comptent pour 14%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : SKELCOS : 33% ; CHAE : 31%.

Évolution temporelle : Sur la base des 170 flores totales nous pouvons observer l'évolution des principaux taxons dans le temps.



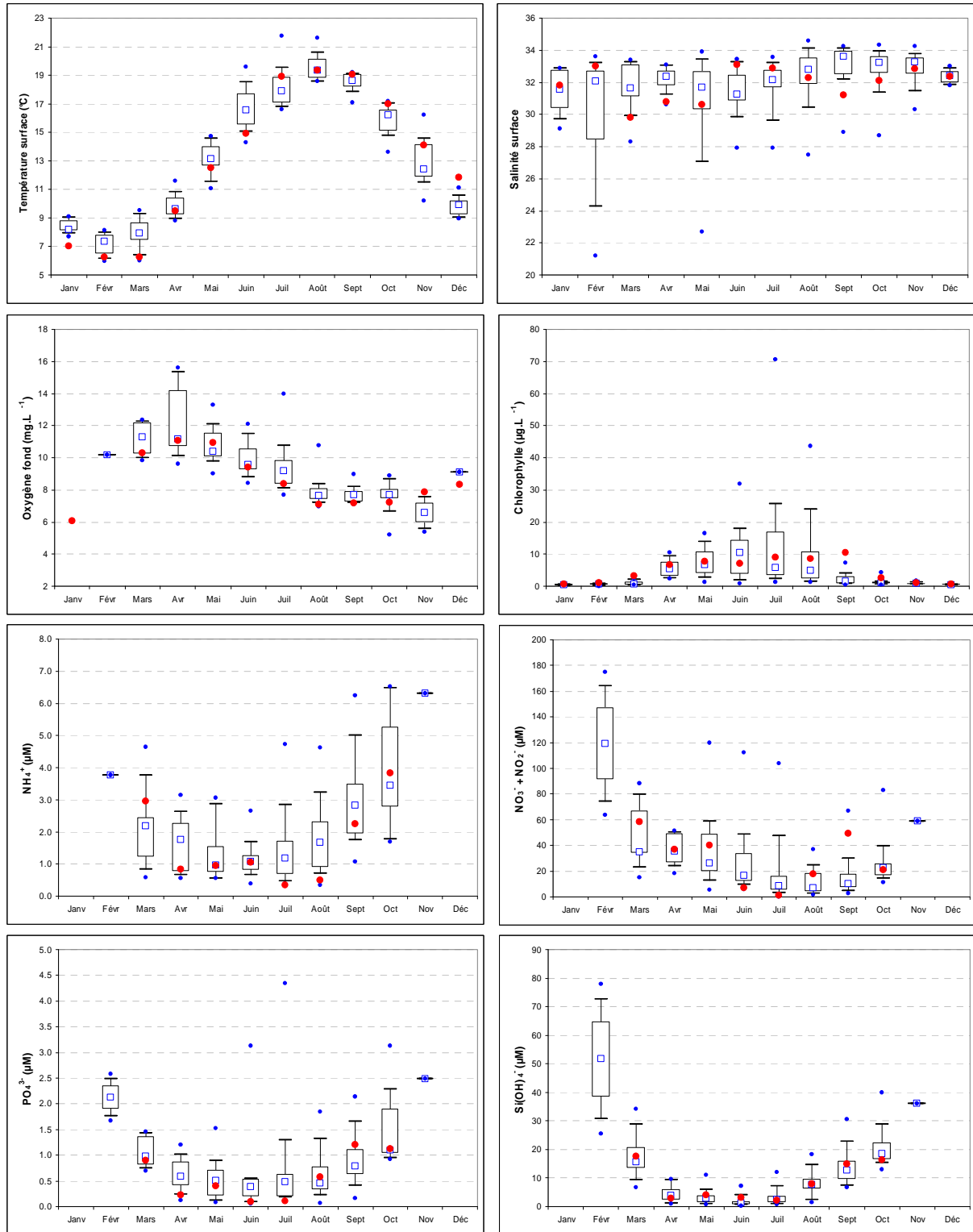
Évolution temporelle des dominances (%) des principaux taxons, par mois et par année

Commentaires : le point d'Antifer présente des caractéristiques plus proches de celles de Cabourg que de celles de Fécamp, plus à l'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 et pratiques, il ne sera pas possible d'échantillonner un autre point au sein de cette masse d'eau entre 2008 et 2013, malgré son hétérogénéité mise en évidence au moyen des images satellite.

8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques à Antifer



La masse d'eau HC16 est soumise à l'influence des apports terrigènes de la Seine. De ce fait, la salinité connaît des variations pouvant atteindre 12 pour mille. Ces dessalures génèrent des recharges de la masse d'eau en sels nutritifs 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.

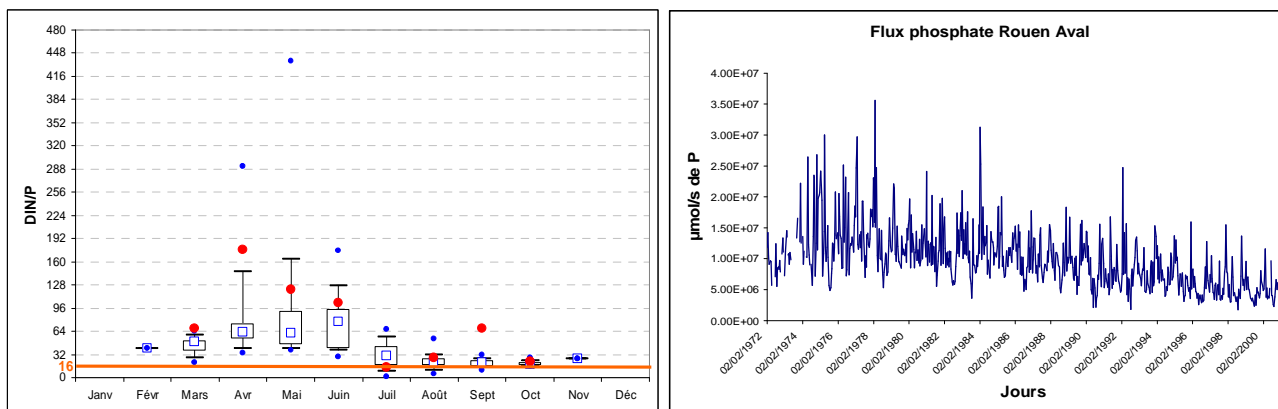
En effet, il est fréquent que les blooms tardifs de la fin août soient de plus forte intensité que les blooms du printemps. Les teneurs en chlorophylle a dépassent souvent les 30 à 40 $\mu\text{g.L}^{-1}$ avec des maxima de plus de 70 $\mu\text{g.L}^{-1}$, comme cela a été le cas en juillet 2004. De plus, ces recharges en sels nutritifs favorisent l'établissement de stocks hivernaux très élevés qui sont de l'ordre de 120 μM de nitrate, 50 μM de silicate et plus de 2 μM de phosphate. Enfin, du fait de l'intensité des productions et de la très fortes activité biologique (phytoplanctonique, zooplanctonique, bactérienne...), et sans doute également des apports de la Seine, les valeurs maximales en ammonium dépassent fréquemment les 5 μM en fin de saison (septembre-octobre).

9. Réflexion sur les sels limitants à Antifer.

Comme le point La Carosse, Antifer se caractérise par un rapport molaire N/P (selon Redfield et al, 1963) qui ne passe jamais (ou très peu) en dessous de la valeur seuil de 16. Ici aussi, il semble que l'azote n'atteigne jamais des concentrations faisant de lui un élément potentiellement limitant de la production primaire (Cf. graphes page précédente).

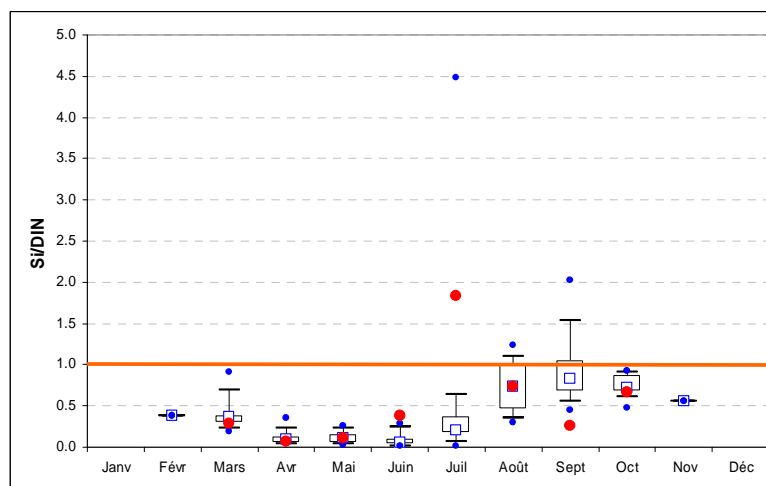
Les valeurs constatées de ce rapport N/P pourraient s'expliquer par le fait que cette masse d'eau reste sous l'influence directe de la Seine dont les flux de phosphore ont baissé depuis une trentaine d'années suite aux très importants programmes de déphosphatation des eaux usées menés sur Achères/Paris, Rouen, ainsi que sur d'autres STEP⁷ du grand bassin versant de la Seine (*figure de droite ci-dessous ; données cellule antipollution de la Seine*).

Du fait de cette baisse des flux, le phosphore pourrait (graphe page précédente) être à l'origine de limitations très ponctuelles de la production primaire dans cette masse d'eau (cela semble avoir été le cas en 2006 où les concentrations des mois de juin et juillet sont passées par des valeurs très basses (concentrations inférieures à 0.1 μM lors des prélèvements des 13 juin et 25 juillet 2006).



L'étude du rapport molaire Si/N confirme que l'azote n'est pas l'élément limitant sur Antifer. L'examen des graphes page précédente montre, au contraire, que des limitations momentanées par les silicates ne sont pas à exclure au sein de cette masse d'eau, entre les mois de mai et de juillet.

⁷ STEP : SStation d'EPuration



10. Conclusion

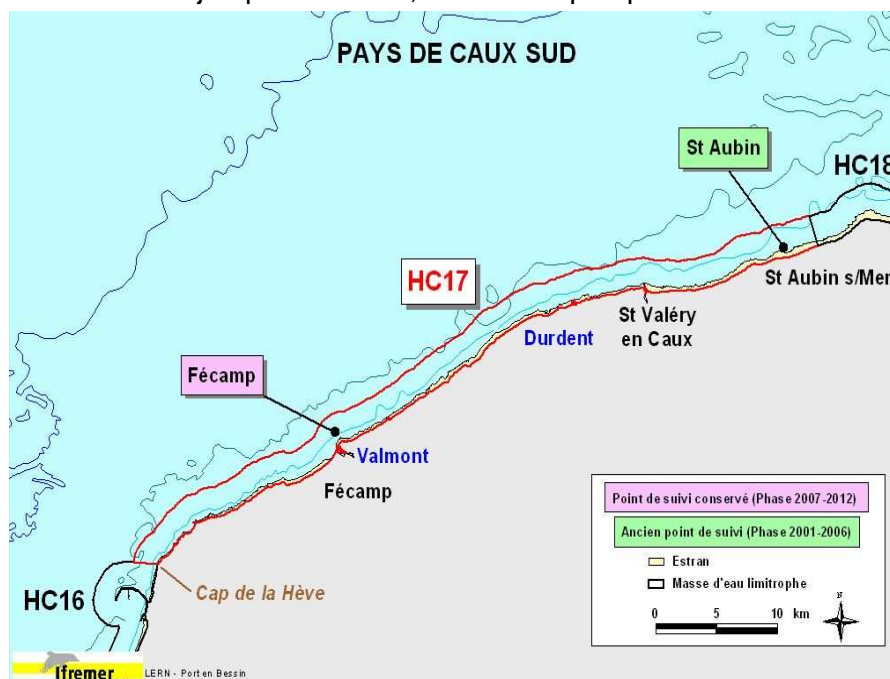
Située au Nord de l'estuaire de la Seine, la masse d'eau HC16 reste encore sous l'influence des apports de ce grand fleuve et connaît d'importantes dessalures et d'importantes recharges en sels nutritifs tout au long de l'année. Elle présente de ce fait des signes manifestes d'eutrophisation et d'après les indicateurs DCE, elle serait d'une qualité « moyenne » (elle a été classée en RNABE en 2004). Le point Antifer sera conservé, et fera l'objet d'un suivi régional renforcé (20 prélèvements par an) lors de la prochaine phase de suivi du RHLN, de 2008 à 2013.

Masse d'eau HC17

Pays de Caux - Sud

1. Localisation de la zone

La masse d'eau HC17 est l'une des plus étendue du littoral normand. Elle s'étend du cap d'Antifer jusqu'à St Aubin, soit sur un peu plus de 30 milles.



N° de masse d'eau : HC17
Genre : masse d'eau côtière
Type : Ct 1
Classement 2004 : RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
St-Aubin		49° 54.0000' N	000° 52.0000' E	2004 - 2005
Fécamp	Suivi compl. Régional	49° 45.9946' N	000° 21.89 03' E	2006 - en cours

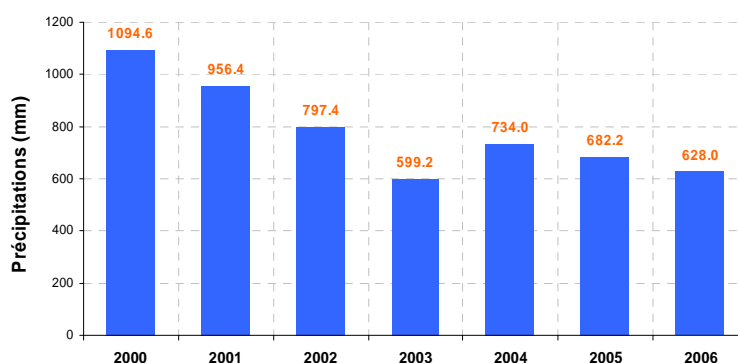
2. Caractéristiques physiques de la zone

Surface : 133,9 km², dont 17,1 km² en zone intertidale, soit 13 % de la superficie totale.

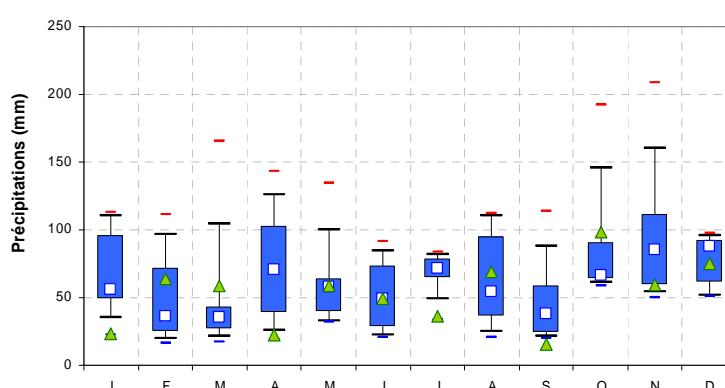
Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	4.05	7.15	8.85	Fécamp

Précipitations : Les précipitations enregistrées à Dieppe en 2006 sont à nouveau caractéristiques d'une année sèche, avec des valeurs moyennes aux mois de janvier, avril, juillet et septembre inférieures aux minima enregistrés sur la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Dieppe



Évolution mensuelle des précipitations à Dieppe



Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

Caractéristiques des principaux bassins versants et des fleuves côtiers :

Les deux fleuves principaux se jetant dans cette masse d'eau sont la Valmont et la Durdent. Leurs débits moyens cumulés sont de l'ordre de 5 m³/s.

Nom Station	Période de	Bassin versant	Débit mensuel moyen m ³ .s ⁻¹												Débit annuel moyen m ³ .s ⁻¹	Source
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
La Valmont à Colleville	2006	159	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.7	0.6	0.7	0.60	Banque HYDRO
Le Durdent à Vittefleury	1966-2007	355	3.9	4.1	3.8	4.0	3.9	3.9	3.6	3.7	3.5	3.9	3.7	3.9	3.82	Banque HYDRO

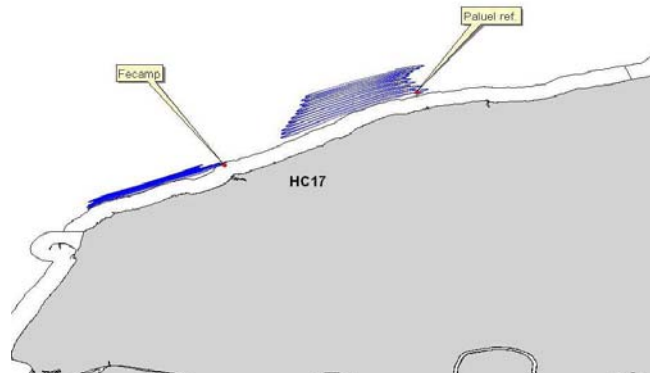
3. Activités et usages sur la zone :

Cette masse d'eau HC17 abrite de nombreuses zones de baignade. Elle comprend également une petite zone d'élevage ostréicole à Veules les Roses (à 5 Km dans l'est de St Valérie en Caux), dont la première mise en exploitation professionnelle a eu lieu en 2004 (4 ha concédés à ce jour). Une évaluation des stocks en place sera réalisée en 2010, quand la production se sera stabilisée. Plusieurs gisements naturels de moules y sont exploités par des pêcheurs professionnels embarqués, principalement basés à Fécamp et St Valérie en Caux. Les tonnages, variables selon les années, ne sont pas connus avec précision.

Les rejets urbains et industriels sont peu importants. Il faut toutefois signaler que c'est dans cette masse d'eau que la centrale électronucléaire de Paluel rejette ses eaux de refroidissement (chlorées et réchauffées). Rubrique à compléter à l'avenir...

4. Courantologie

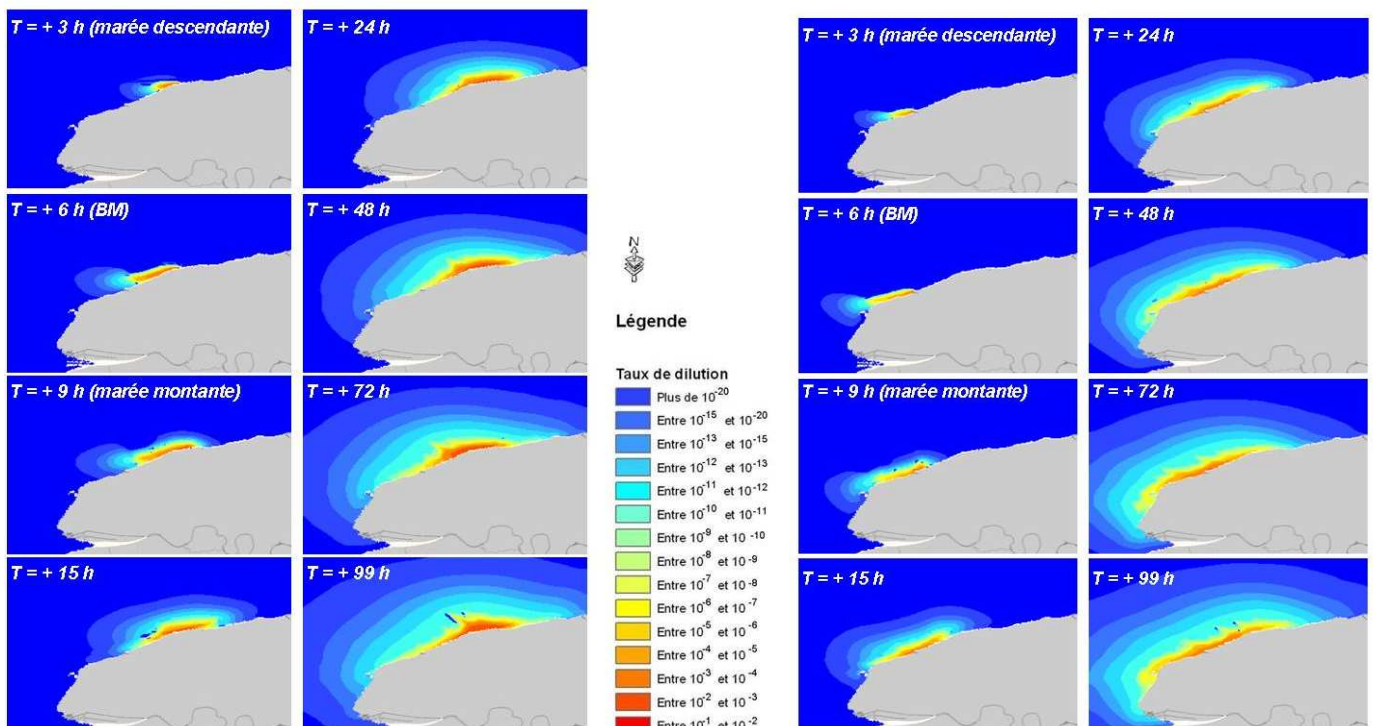
Les courants de marée sont à peu près alternatifs et parallèles à la côte. Le flot porte à l'Est et le jusant à l'Ouest. Les vitesses maximales peuvent atteindre 3 nœuds. Les courants résiduels de marée portent, à la côte, vers l'Ouest/Nord-Ouest (ils portent à l'Est, vers la Mer du Nord, dans la zone centrale de la Manche).



Les panaches de dilution théorique simulés à la sortie des estuaires de la Valmont et de la Durdent (figure ci-dessous) confirment l'existence d'une résiduelle des courants de marée orientée Ouest/Sud-Ouest. Ces simulations indiquent également l'influence des apports de ces deux rivières sur le point Fécamp (cf. salinité de la rubrique "paramètres hydrologiques") et sur les zones les plus proches de la côte.

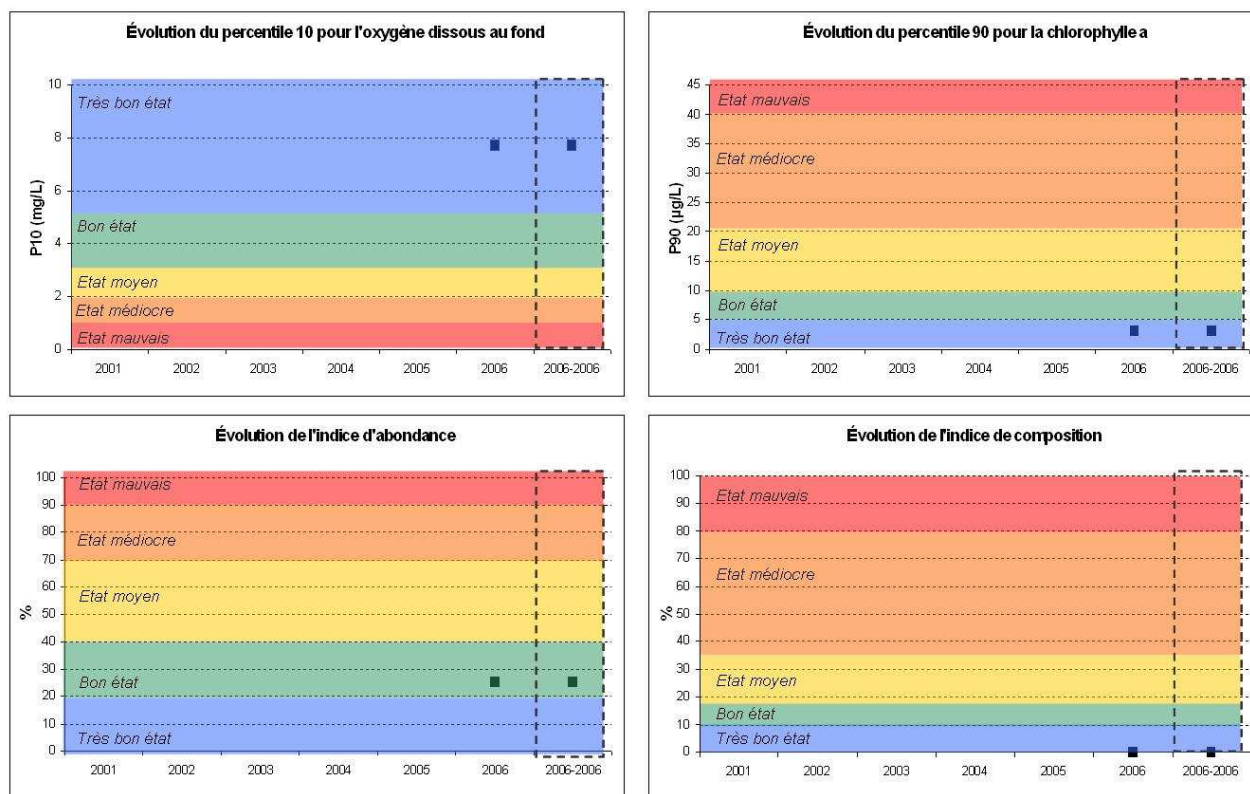
Modélisation du panache du Durdent
(sans vent, coeff 75, rejet continu, lâché à PM)

Modélisation du panache de la Valmont
(sans vent, coeff 75, rejet continu, lâché à PM)



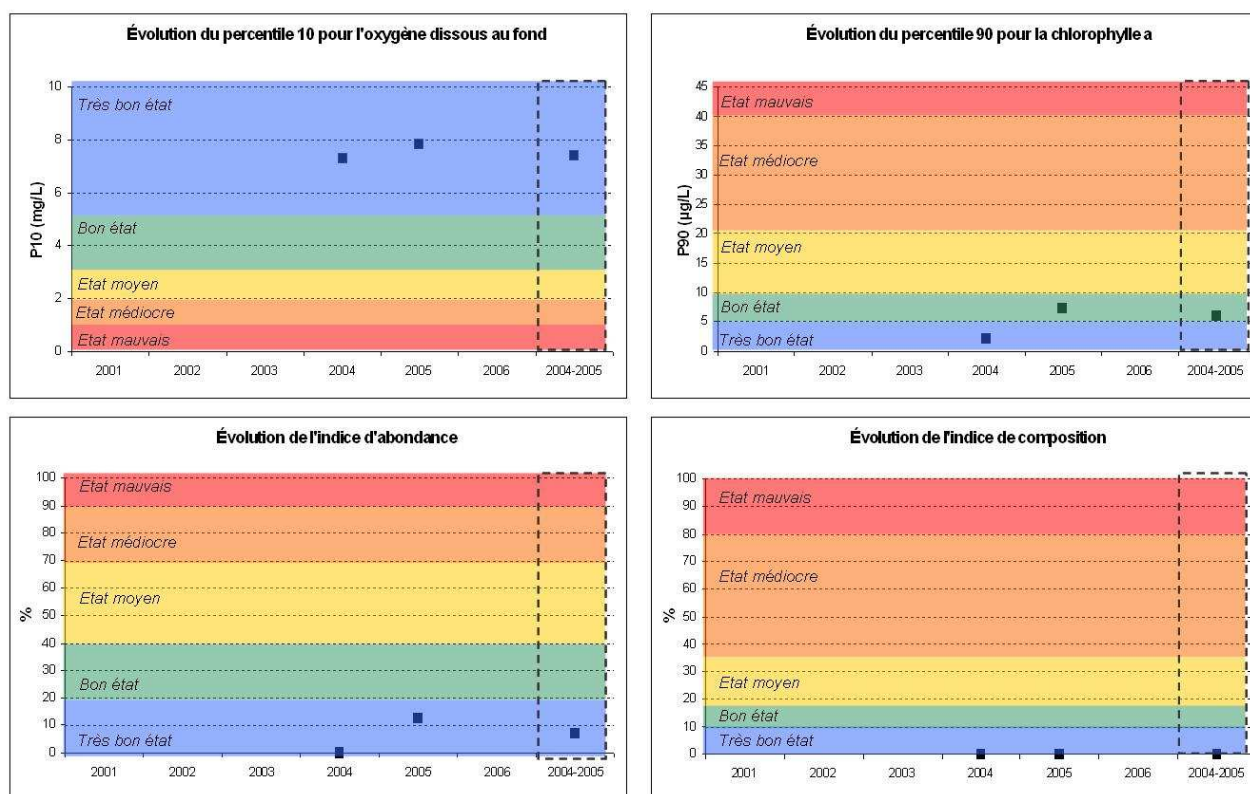
5. Qualité de la masse d'eau

5.1. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton" sur le point Fécamp



Situé dans la partie Sud de la masse d'eau HC17, le point Fécamp n'est que très peu soumis aux influences de la Seine. Sur la première année de suivi (2006), les indicateurs DCE concluent à une qualité comprise entre le « bon » et le « très bon » état.

5.2. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton" sur le point St Aubin sur Mer



Comme le point Fécamp, le point de St-Aubin, situé à l'extrême Nord Est de la masse d'eau HC17, n'a été suivi que sur une courte période (2004-2005). Les indicateurs DCE statueraient néanmoins sur une « bonne », voire une « très bonne » qualité des eaux.

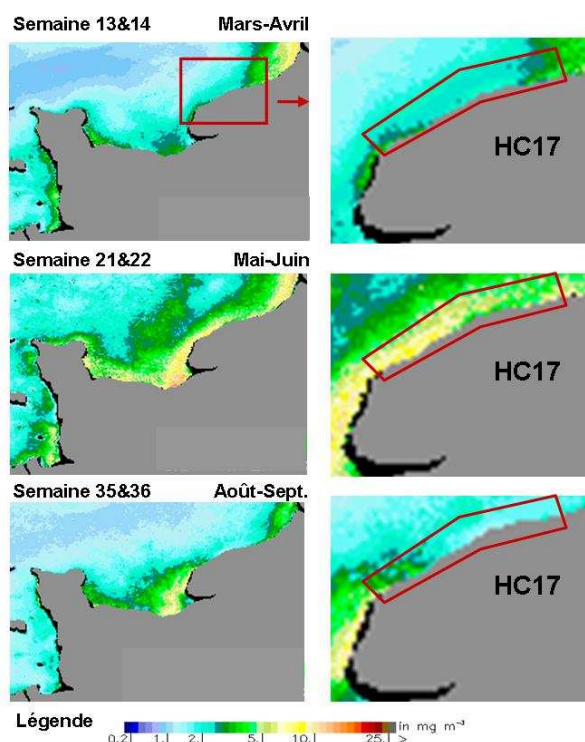
5.3. Synthèse des Indicateurs DCE “Phytoplancton” sur la masse d'eau HC17

HC17	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2004-2006	Global 2004-2006	Global 2004-2006	Global 2004-2006	Le plus déclassant des indicateurs
Fécamp (2006)	7.71	2.99	25.00	0.00	
St Aubin (2004-2005)	7.39	5.97	7.14	0.00	
Synthèse Masse d'eau	7.47	3.90	13.64	0.00	

Au regard de l'ensemble des indicateurs “Phytoplancton”, la synthèse globale 2004-2006 indique que la masse d'eau HC17 est de « très bonne » qualité.

6. Périodes productives et images «satellite»

La période productive débute entre la fin du mois de mars et le début du mois d'avril. Les maxima de biomasse phytoplanctonique sont atteints entre mai et juin avec des concentrations en chlorophylle a de l'ordre de 8 mg.m⁻³.



L'analyse des données «satellite» permet de déterminer le percentile 90 moyen sur la masse d'eau HC17 qui s'élève à 4,06 µg/L de chlorophylle a. Ce percentile est du même ordre de grandeur que la moyenne des percentiles 90 de chacun des points de suivi (4,48 µg/L) et confirme le très bon état de la qualité de cette masse d'eau au regard de l'indicateur “Chlorophylle”.

HC17	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m ⁻³)	Percentile 90 In situ. 2004/2006 (µg.L ⁻¹)		Moy
		1ère mesure de Mars à Oct		
	4.06	Fécamp	2.99	4.48
		St Aubin	5.97	

7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE)

7.1. Fécamp

Distribution partielle des principaux taxons sur les 20 flores (partielles) réalisées en 2006 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : 33% pour SKELCOS, THAL et FMNITZ (Famille Nitzschiaceae).

Seuil > 1 000 000 cellules/L : Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : bien que nous ne disposions que d'une année de suivi, ces distributions taxonomiques marquent une vraie rupture avec celles observées sur les points de suivi de la partie orientale de la baie de Seine. Les peuplements phytoplanctoniques de Fécamp sont caractéristiques des eaux ouvertes de la Manche.

7.2. St Aubin

Distribution partielle des principaux taxons sur les 57 flores (partielles) réalisées entre 2004 et 2005 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : RHIZDEL : 75% ; RHIZIMB : 25%.

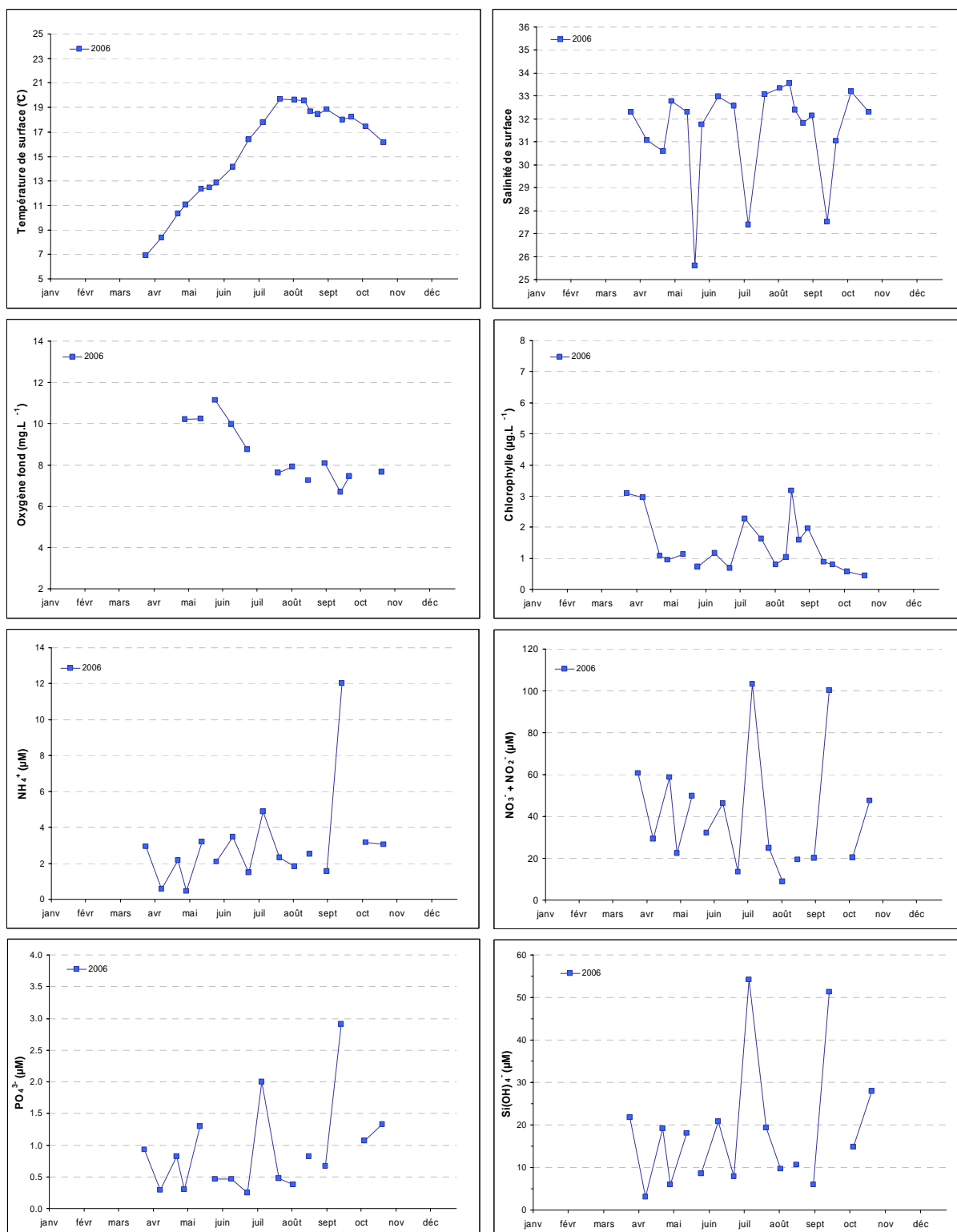
Seuil > 1 000 000 cellules/L : RHIZDEL : 100%.

Commentaires : peuplements caractéristiques des eaux ouvertes de la Manche.



8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques

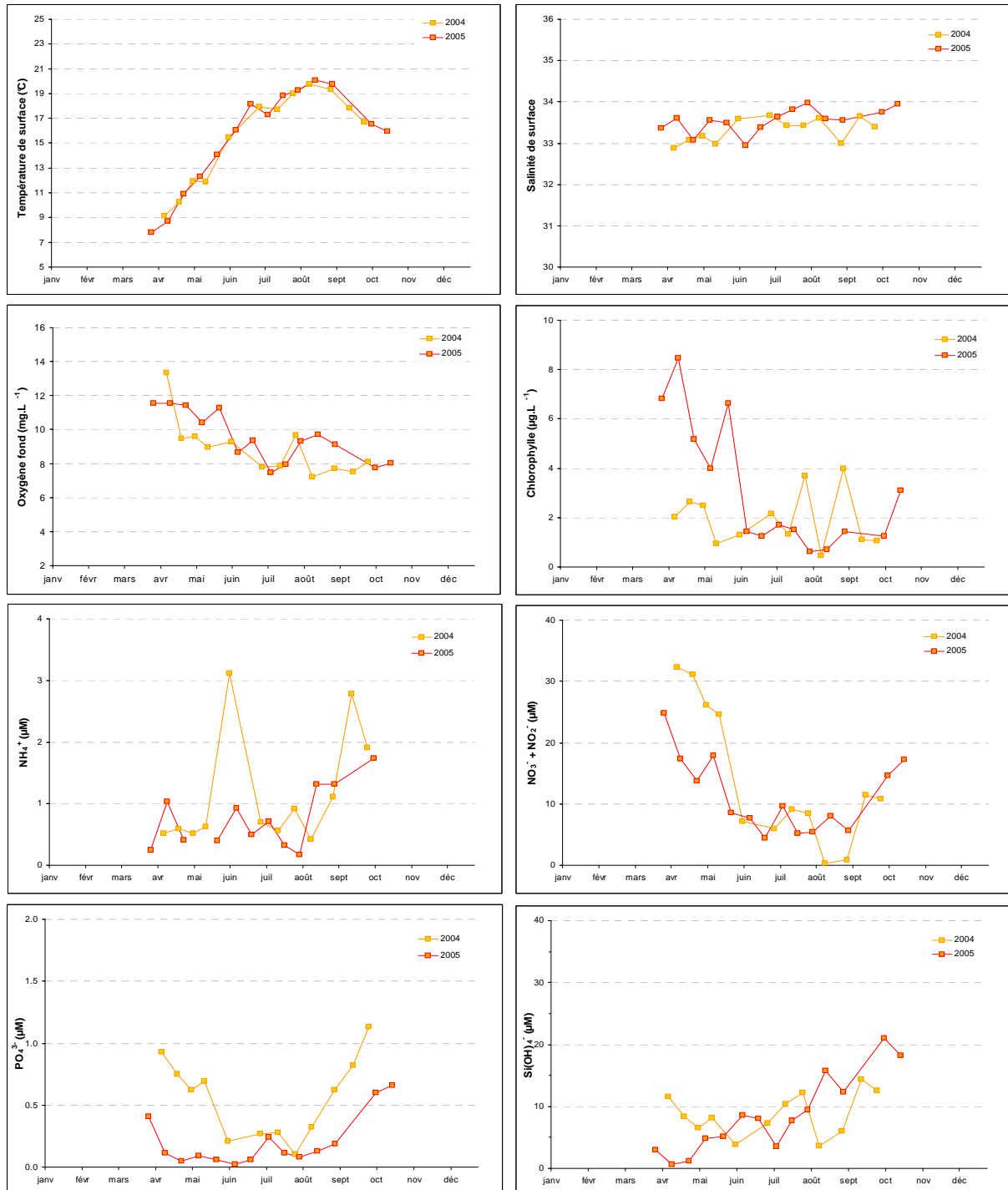
8.1. Fécamp (2006)



Le point Fécamp, situé au niveau de la digue du port, est directement soumis à l'influence des apports terrigènes de la Valmont. En effet, la salinité subit des fluctuations pouvant atteindre 5 à 6 pour mille. Ces dessalures génèrent occasionnellement des recharges de la masse d'eau en sels nutritifs, visibles en juillet et septembre.

Néanmoins ces recharges ponctuelles n'ont pas suffi, en 2006, pour générer des dystrophies dues à des relances trop importantes de la production phytoplanctonique, puisque les maxima atteints en 2006 n'ont pas dépassé pas les $3 \mu\text{g.L}^{-1}$. Les stocks hivernaux ont été de l'ordre de $60 \mu\text{M}$ de nitrate, $20 \mu\text{M}$ de silicate et plus de $2 \mu\text{M}$ de phosphate.

8.2. St Aubin-sur-mer (2004-2005)



Les apports de la Valmont et de la Durdent n'ont aucune influence sur le point St Aubin qui se trouve en amont de leur panache de dilution (cf. simulations de la rubrique "Courantologie"). C'est pourquoi, contrairement au point Fécamp, la salinité sur le point de St Aubin, n'a connu que de faibles fluctuations entre 2004 et 2005 (<1 pour mille).

En 2004, les blooms phytoplanctoniques d'août et septembre ont été plus importants que les blooms printaniers, alors qu'en 2005 la situation inverse a été observée. Les teneurs maximales en chlorophylle *a* ont varié entre 6 et 8 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. Les stocks hivernaux ont été de l'ordre de 30 μM de nitrate, 20 μM de silicate et moins de 1 μM de phosphate. Sur les deux années de suivi, les caractéristiques biogéochimiques rencontrées au point de suivi de St Aubin ont été comparables à celles des masses d'eau de la côte Est Cotentin.

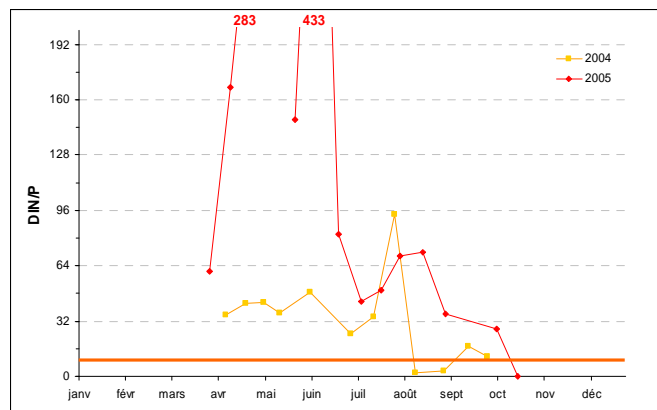
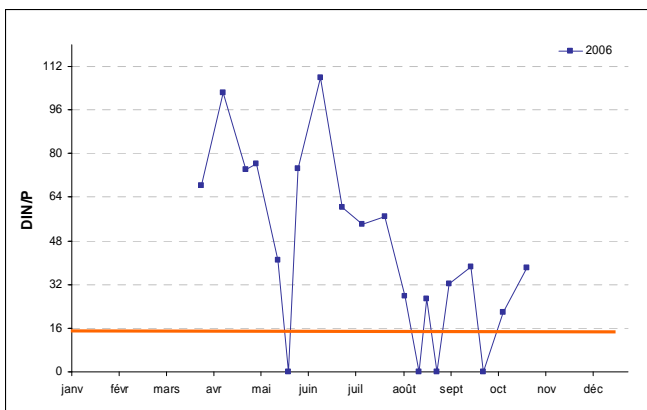
9. Réflexion sur les sels limitants à Fécamp et St Aubin sur Mer

L'évolution du rapport molaire N/P (selon Redfield et al, 1963) sur Fécamp (gauche) et St-Aubin (droite) est à interpréter avec précaution car il n'y a eu qu'une et deux années de suivi respectivement.

Néanmoins, sur le point Fécamp, aucune carence n'est mise en évidence en 2006 (Cf. graphes des pages précédentes).

Sur le point St Aubin, une carence potentielle en azote apparaît au mois d'août 2004, ainsi qu'une carence potentielle en silicium en avril 2005. Mais le plus marquant à l'examen des graphes de concentration en sels nutritifs est la longue période de très faibles concentrations en phosphate enregistrée au point St Aubin entre la fin avril et le début juin 2005.

Ces premiers résultats sont encore trop parcellaires pour pouvoir conclure de manière définitive, mais, comme pour les autres points de suivi positionnés dans l'Est de l'estuaire de Seine, la limitation potentielle de la production de biomasse semblerait plus être due au phosphore qu'à l'azote (qui est le sel potentiellement limitant sur l'ensemble des points situés à l'Ouest de la partie orientale de la baie de Seine, i.e. à l'Ouest des masses d'eau HC15, HC14, et même HC13).



10. Conclusion

Dans sa partie la plus Sud (point Fécamp), la masse d'eau HC17 est sous l'influence des apports terrigènes de la Valmont et de la Durdent, ce qui n'est pas le cas de St-Aubin qui se situe dans le Nord Est de la masse d'eau. Au regard de l'évolution des indicateurs "Phytoplancton", la masse d'eau HC17 est peu productive, et, *a priori* sans manifestation de dystrophie. Son état peut donc être qualifié de « très bon ».

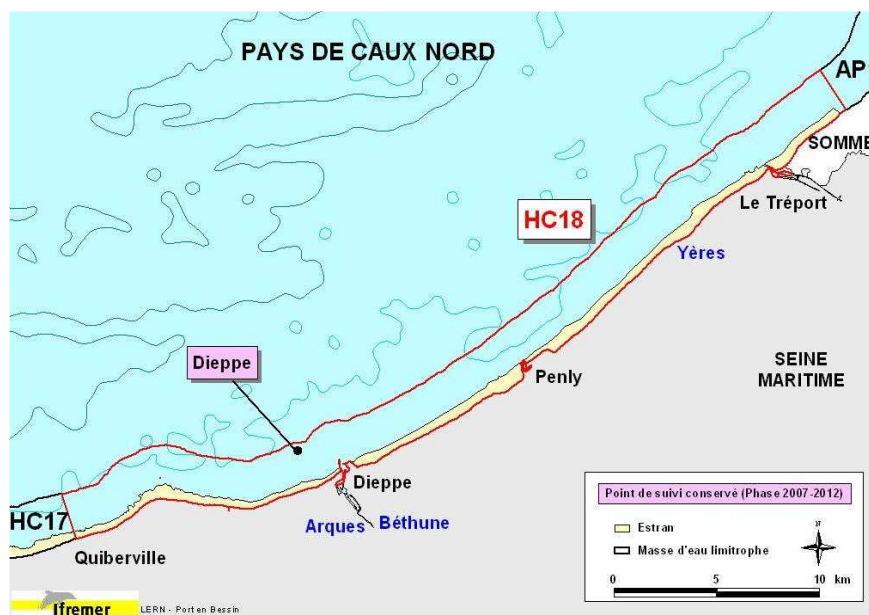
Son classement en RNABE en 2004 pourrait être à revoir, quand nous disposerons de suffisamment de recul sur la qualité de cette masse d'eau. Le point Fécamp sera dorénavant suivi dans le cadre du RHLN 2008-2013 ; il fera l'objet d'un suivi opérationnel ainsi que d'un suivi complémentaire régional.

Masse d'eau HC18

Pays de Caux - Nord

1. Localisation de la zone

La masse d'eau HC18 orientée Sud Ouest/ Nord Est s'étend entre Quiberville et le Tréport sur 22 milles environ.



N° de masse d'eau : HC18
Genre : masse d'eau côtière
Type : Ct 1
Classement 2004 : non RNABE

Les points suivis...

Points	Type de contrôle 2008-2013	Latitude	Longitude	Période de surveillance
Dieppe	Surveillance	49°56.4500' N	001°03.2500' E	2003 - en cours

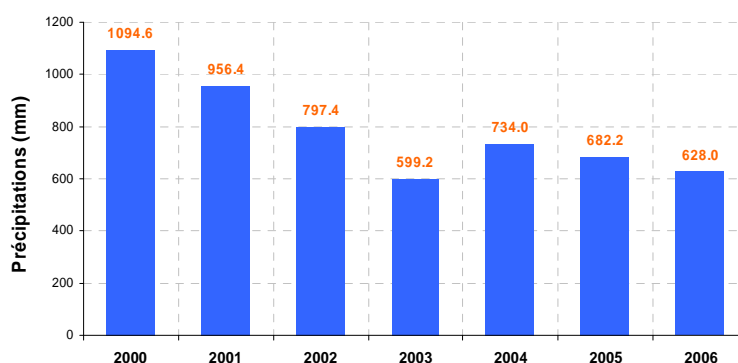
2. Caractéristiques physiques de la zone

Surface : 106,9 km², dont 19,1 km² en zone intertidale, soit 18 % de la superficie totale.

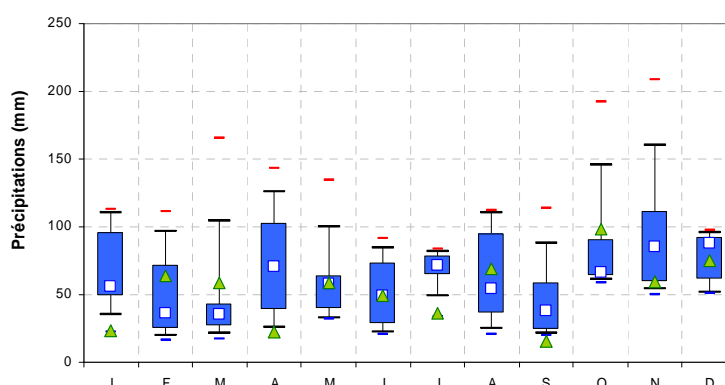
Marnage (en m) :	Coeff(45)	Coeff(95)	Coeff(120) théorique	Référence
	4.9	8.5	10	Dieppe

Précipitations : Les précipitations enregistrées à Dieppe en 2006 sont à nouveau caractéristiques d'une année sèche, avec des moyennes aux mois de janvier, avril, juillet et septembre comparables, voire inférieures aux minima enregistrés sur la période 2000-2005.

Évolution annuelle des précipitations à Dieppe



Évolution mensuelle des précipitations à Dieppe



Légende : les boîtes à moustaches présentent les données mensuelles 2000/2005 : carrés blanc pour les médianes, tirets noirs pour les percentiles 10 et 90, tirets rouges pour les valeurs maximales, et tirets bleu pour les valeurs minimales. Les Triangles verts représentent les valeurs moyennes mensuelles de 2006

Caractéristiques des principaux bassins versants et des fleuves côtiers :

Les deux fleuves principaux se jetant dans la masse d'eau HC18 sont la Béthune et l'Yères. Leurs débits moyens cumulés sont légèrement supérieurs à 5 m³/s.

Nom Station	Période de	Bassin versant	Débit mensuel moyen m ³ .s ⁻¹												Débit annuel moyen m ³ .s ⁻¹	Source
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
La Béthune à St Aubin le Cauf	1966-2007	307	4.8	4.7	4.2	3.7	2.7	2.0	1.6	1.4	1.3	1.7	2.7	3.9	2.87	Banque HYDRO
L'Yères à Touffreville sur Eu	1965 - 2007	267	3.4	3.7	3.6	3.4	3.1	2.6	2.2	1.9	1.8	1.9	2.2	2.8	2.71	Banque HYDRO

3. Activités et usages sur la zone

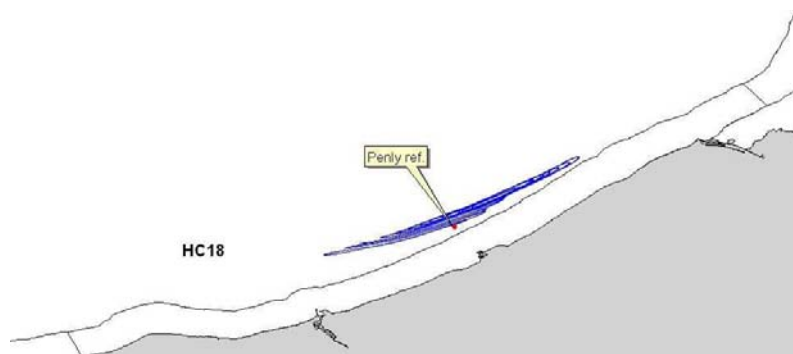
Cette masse d'eau HC18 ne comprend pas de zone d'élevage conchylicole. Plusieurs gisements naturels de moules y sont exploités professionnellement par des pêcheurs embarqués, basés principalement à Dieppe et au Tréport. Les tonnages, mal connus, semblent fluctuants d'une année sur l'autre. Cette masse d'eau comprend également de nombreuses zones de baignades.

La centrale électronucléaire de Penly rejette ses eaux de refroidissement (réchauffées et chlorées) dans cette masse d'eau, à 5 milles environ dans le Nord de Dieppe. **A compléter à l'avenir...**

4. Courantologie

Les courants de marée sont à peu près alternatifs et parallèles à la côte. Le flot porte au Nord Est, et le jusant porte au Sud Ouest.

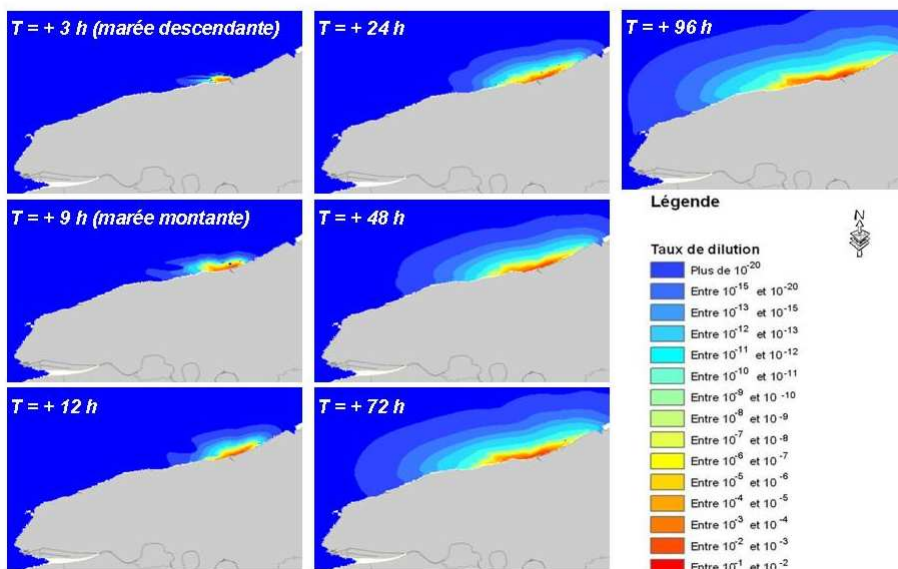
Les courants résiduels de marée génèrent une lente migration vers le Nord (figure ci-dessous) des masses d'eaux côtières, alors que plus au large, la résiduelle est orientée vers l'Est et la Mer du Nord.



Le panache de dilution théorique simulé à la sortie de l'estuaire de la Béthune (Dieppe) confirme le balancement Sud-Ouest/Nord-Est des courants de marée, et la très faible résiduelle orientée Nord.

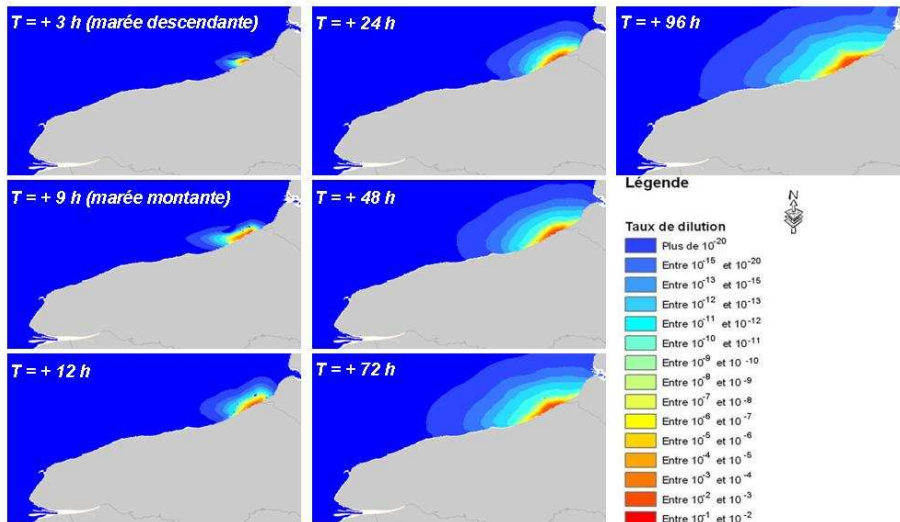
Le point Dieppe apparaît comme étant soumis à l'influence de la Béthune, mais son positionnement à 1 mille au large (en limite de la masse d'eau DCE) fait que les taux de dilution des apports de ce fleuve sont élevés, compris entre 10^{-6} et 10^{-10} .

Modélisation du panache de la Béthune (sans vent, coeff 75, rejet continu, lâché à PM)



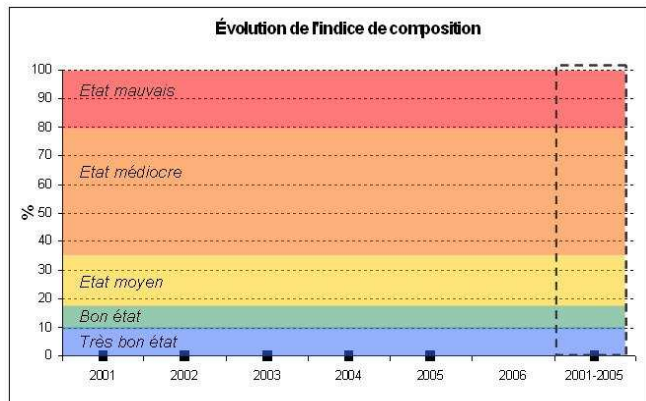
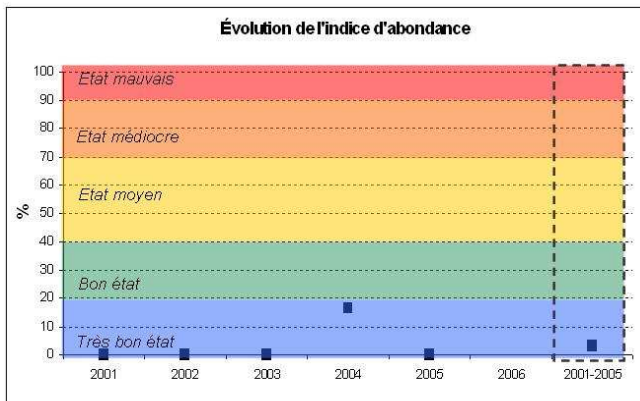
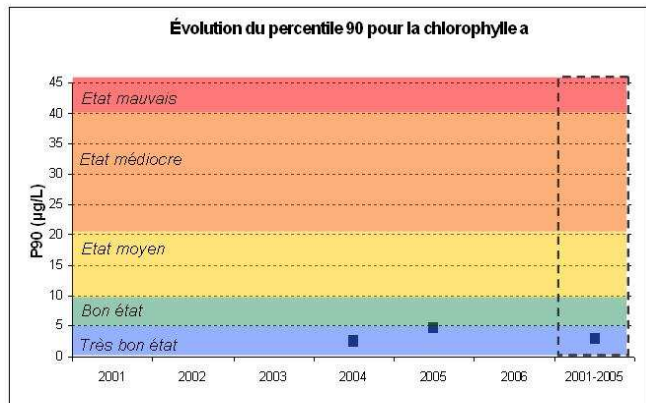
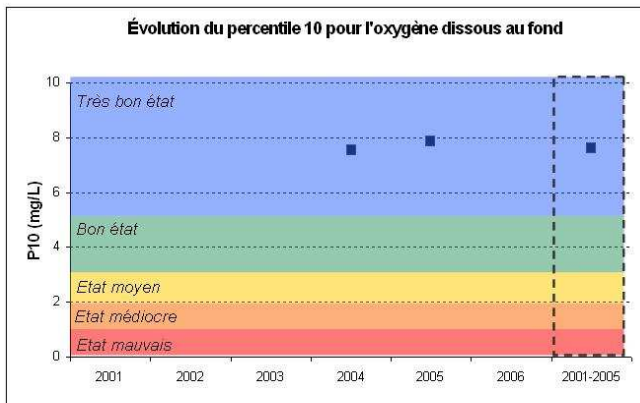
Le panache de l'Yères (qui se jette au Tréport), confirme l'alternance des courants de marées qui sont orientés Ouest/Sud-Ouest au jusant et Nord-Est au flot, et qui génèrent une résiduelle Nord/Nord-Ouest, un peu plus marquée que celle constatée dans la partie Sud-Ouest de la masse d'eau.

Modélisation du panache de l'Yères
(sans vent, coeff 75, rejet continu, lâché à PM)



5. Qualité de la masse d'eau

5.1. Évolution des indicateurs DCE "Phytoplancton" au point Dieppe



Tous les indicateurs DCE "Phytoplancton" du point Dieppe sont, chaque année et globalement, dans la classe « très bonne qualité ».

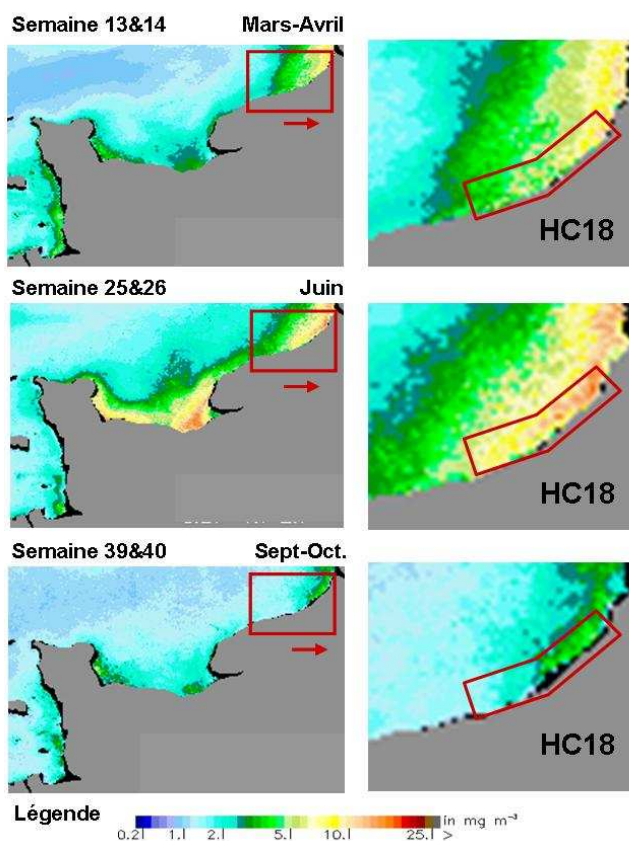
5.2. Synthèse des Indicateurs DCE “Phytoplancton” sur la masse d’eau HC18

HC18	Oxygène (mg.L ⁻¹) Percentile 10	Chlorophylle a (µg.L ⁻¹) Percentile 90	Indice d'abondance (%)	Indice de composition (%)	Synthèse globale
	Global 2004-2005	Global 2004-2005	Global 2001-2005	Global 2001-2005	Le plus déclassant des indicateurs
Dieppe (2001-2005)	7.61	2.97	3.33	0.00	
Synthèse Masse d'eau	7.61	2.97	3.33	0.00	

Au regard de l'ensemble des indicateurs “Phytoplancton”, la synthèse globale 2001-2005 indique que la masse d’eau HC18 est de « très bonne » qualité.

6. Périodes productives et images «satellite»

La période productive débute entre la fin du mois de mars et le début du mois d'avril. Les maxima de production phytoplanctonique (biomasse chlorophyllienne) sont atteints entre mai et juin, avec des concentrations de l'ordre de 10 mg.m⁻³.



L'analyse des données «satellite» permet de déterminer le percentile 90 moyen en chlorophylle a sur la masse d’eau HC18. Ce percentile s'élève à 5,67 µg/L. Il est supérieur au percentile 90 (2,97 µg/L) calculé à partir des mesures *in situ* sur Dieppe. Ce constat peut s'expliquer par l'hétérogénéité de la masse d’eau, et une productivité apparemment plus faible dans sa partie Sud (où est situé le point Dieppe) que dans sa partie Nord.

	Percentile 90 Satellite 1997/2006 (mg.m ⁻³)	Percentile 90 In situ. 2004/2005 (µg.L ⁻¹)
HC18	5.67	Dieppe 2.97

7. Taxons prédominants (dépassant les seuils DCE) à Dieppe.

Distribution partielle des principaux taxons sur les 26 flores (partielles) réalisées entre 2004 et 2005 et qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L : RHIZDEL : 67% ; 17% RHIZFRA et RHIZSTO.

Seuil > 1 000 000 cellules/L : Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : Peuplements caractéristiques des eaux ouvertes de la Manche.

8. Distributions des principaux paramètres hydrologiques à Dieppe.



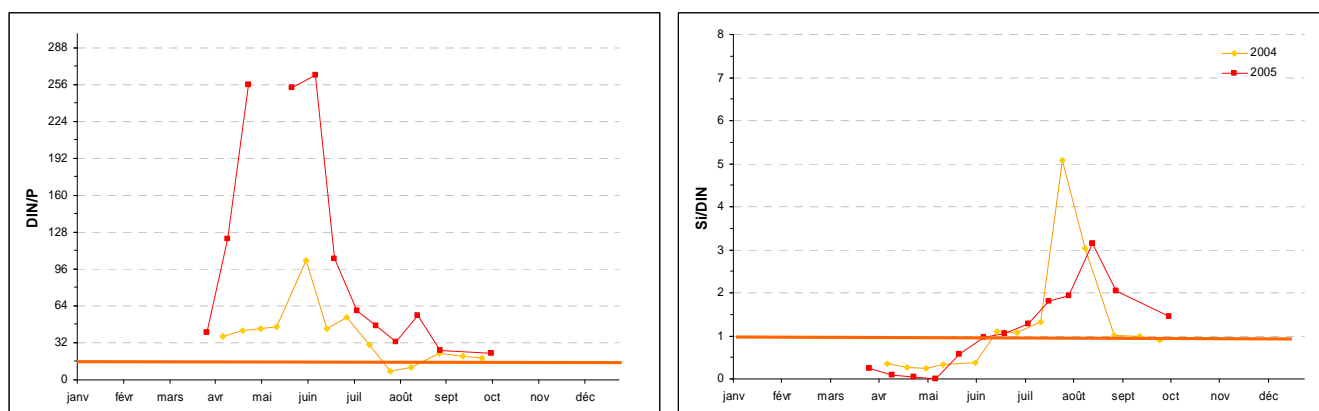
Le point de Dieppe est caractérisé par de très faibles fluctuations de salinité sur les deux années de suivi (< 1 pour mille). Les allures des courbes représentant les pics de biomasse chlorophyllienne de 2004 et 2005 sont fort dissemblables : les pics d'août et de septembre sont plus importants que ceux du printemps en 2004, alors qu'en 2005 la situation exactement inverse est observée. Les valeurs maximales en chlorophylle *a* avoisinent les 10 µg.L⁻¹ en 2005 (et restent inférieures à 6 µg/L en 2004).

Les stocks hivernaux en sels nutritifs sont de l'ordre de 30 μM de nitrate, 20 μM de silicate et moins de 1 μM de phosphate.

9. Réflexion sur les sels limitants à Dieppe.

L'évolution des rapports molaires DIN/P (à gauche) et Si/N (à droite), et les concentrations en sels nutritifs (pages précédentes) montrent également deux schémas exactement opposés entre 2004 et 2005 : en 2004, le nitrate a connu une courte période d'épuisement, à la toute fin du mois de juillet et au tout début du mois d'août. Cet épuisement s'est traduit par une baisse de la biomasse chlorophyllienne aux alentours de 1 $\mu\text{g/L}$. On peut donc considérer que le nitrate a été potentiellement limitant de la production primaire lors de ce court laps de temps.

En 2005 au contraire, le nitrate a toujours été mesuré en quantité non négligeable au point de Dieppe (valeur minimale de 3 μM), alors que les teneurs en phosphate sont descendues en dessous de 0.1 μM de la mi mai à la mi juillet. Cependant, les teneurs en chlorophylle *a* ont alors été très nettement supérieures à celles enregistrées à la même période l'année précédente. Bien que présent en quantités très faibles, le phosphate n'a donc vraisemblablement pas été à l'origine d'une limitation de la production primaire sur Dieppe en 2005.



10. Conclusion

L'analyse des images «satellite» semble indiquer que la partie Sud de la masse d'eau HC18 est moins productive que la zone située plus au Nord. Mais au regard de l'évolution des indicateurs DCE «Phytoplancton», la masse d'eau HC18, dans sa globalité, est *a priori* sans manifestation de dystrophie et son état peut être qualifié de « très bon ». Pour des raisons pratiques et logistiques, c'est le point de Dieppe qui continuera à être suivi dans le cadre du RHLN 2008-2013, même si un point situé plus Nord aurait été préférable. Le suivi sera de type « contrôle de surveillance » (12 prélèvements par an).