Septembre 2013 – ODE/DYNECO/VIGIES/13.13

Synthèse réalisée par les coordonnateurs des réseaux d'observation et de surveillance :
I. Amouroux, C. Belin, D. Claisse, A. Daniel, E. Fleury, C. Galland-Henaff, P. Le Mao, L. Miossec,
Avec le soutien du service DYNECO/VIGIES :
A. Boisseaux, A. Lamoureux, D. Soudant

Qualité du Milieu Marin Littoral Synthèse Nationale de la Surveillance 2012

Edition 2013

Photo : Alain Le Magueresse

Centre IFREMER de Nantes – rue de l'Ile d'Yeu – 44311 Nantes cedex

Qualité du Milieu Marin Littoral

Synthèse Nationale de la Surveillance

Edition 2012

Synthèse réalisée par les coordonnateurs des réseaux d'observation et de surveillance :
C. Belin, D. Claisse, A. Daniel, E. Fleury, P. Le Mao, I. Amouroux, L. Miossec,
Avec le soutien du service DYNECO/VIGIES :
A. Boisseaux, A. Lamoureux, D. Soudant
Centre Ifremer de Nantes
Rue de l'Ile d'Yeu, BP 21105
44311 Nantes Cédex
Tél : 02 40 37 41 58

1. Dispositif d'observation et de surveillance de la qualité du milieu littoral 7

2. Evénements marquants 2012 9

3. Hydrologie 13
3.1. Présentation 13
3.2. Définitions 13
3.3. Bilan 2012 14
3.4. Contribution à l'évaluation de la qualité des eaux (DCE) 16

4. REMI : Réseau de contrôle microbiologique 17
4.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre du REMI 17
4.2. Résultats de la surveillance microbiologique 19

5. REPHY : Réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines 25
5.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre du REPHY 25
5.2. Aspects environnementaux : résultats phytoplancton 27
5.3. Aspects sanitaires : phytoplancton toxique et phycotoxines 29

6. Réseau d'observation de la contamination chimique 35
6.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre du ROCCH 35
6.2. Résultats de la surveillance chimique 35

7. RESCO : Réseau d'observations conchylicoles 47
7.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre du RESCO 47
7.2. Résultats des suivis RESCO 2012 48

8. Surveillance dans les Départements d'Outre-Mer 59
8.1. Antilles Françaises 59
8.2. Guyane 61
8.3. La Réunion 61
8.4. Mayotte 62

9. Pour en savoir plus 63

10. Glossaire 65

11. Annexes 66

1. Dispositif d'observation et de surveillance de la qualité du milieu littoral

L'Ifremer opère de façon coordonnée à l'échelle de l'ensemble du littoral métropolitain plusieurs réseaux de surveillance nationaux : le réseau de contrôle microbiologique (REMI), le réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines (REPHY), le réseau d'observation de la contamination chimique (ROCCH, ex-RNO) et le réseau de surveillance benthique (REBENT). Ils sont mis en œuvre pour répondre aux objectifs environnementaux de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), aux obligations des conventions régionales marines (OSPAR et Barcelone) et aux objectifs sanitaires réglementaires concernant le suivi de la salubrité des coquillages des zones de pêche et de production conchylicoles. Les performances conchylicoles (croissance, survie) de l'huître creuse *Crassostrea gigas* sont suivies par le réseau d'observations conchylicoles (RESCO). Ce réseau, issu du réseau REMORA (1993), a été mis en place en 2009, afin de suivre selon une fréquence élevée, la dynamique spatio-temporelle des performances d'élevage.

Les réseaux de surveillance sont mis en œuvre par les Laboratoires Environnement Ressources (LER) de l'Ifremer à l'aide de nombreux partenaires ou sous-traitants (services de l'Etat, bureaux d'études, structures associatives ou syndicats, laboratoires universitaires, etc). Des réseaux de surveillance régionaux sont également mis en œuvre par l'Ifremer sur la côte d'Opale (SRN), le littoral normand (RHLN), le bassin d'Arcachon (ARCHYD) et les lagunes méditerranéennes (RSL-RLC), pour approfondir le diagnostic local. Ainsi, le dispositif de surveillance s'enrichit sur certains secteurs littoraux de résultats sur l'hydrologie, et pour certains sur le phytoplancton, soutenant l'évaluation de la qualité du milieu.

L'ensemble des données de la surveillance intègre la base de données Quadrige². Celle-ci constitue le référentiel national des données de la surveillance des eaux littorales dans le cadre du système national d'information sur l'eau (SIEau).

Chaque année, les bulletins de la surveillance sont édités à une échelle régionale pour communiquer aux différents partenaires de l'Ifremer les résultats de cette surveillance sous une forme graphique et homogène sur tout le littoral français. Les points de surveillance, témoins de l'effort local d'une stratégie nationale, sont repérés à l'aide de cartes et de tableaux. Ce support permet à chaque laboratoire de retracer les actualités environnementales de l'année qui ont affecté le littoral. L'ensemble des bulletins est téléchargeable sur le site internet de l'Ifremer :
http://envlit.ifremer.fr/documents/bulletins/regionaux_de_la_surveillance.

Tableau 1.1 : Emprises géographiques des Laboratoires Environnement Ressources (LERs) produisant les bulletins régionaux de la surveillance

Laboratoires Environnement Ressources	Emprises départementales
Boulogne sur Mer	Nord, Pas-de-Calais, Somme
Port en Bessin	Seine Maritime, Eure, Calvados, Manche
Dinard	Ille-et-Vilaine, Côtes d'Armor
Concarneau	Finistère
La Trinité	Morbihan
Nantes	Loire Atlantique, Vendée
La Tremblade, La Rochelle	Charente Maritime, Vendée (sud)
Arcachon	Gironde, Landes, Pyrénées Atlantiques
Sète	Gard, Hérault, Aude, Pyrénées Orientales
Toulon, Bastia	Provence-Alpes-Côte d'Azur, Corse

2. Evénements marquants 2012

Suivi hydrologique

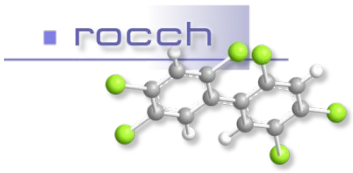
Contrairement à l'année 2011 qui était caractérisée par un printemps et un automne très secs et ensoleillés, le printemps et l'automne 2012 ont été très pluvieux en Manche-Atlantique et étaient précédés par un premier trimestre sec et ensoleillé. Si les premiers blooms phytoplanctoniques sont apparus vers fin février, les importants apports fluviaux du printemps provoqués par les fortes précipitations ont permis de reconstituer le stock de nutriments qui a permis l'apparition d'une succession de blooms plus ou moins importants entre mai et juin. Aucune période d'hypoxie marquée n'a été enregistrée sur l'ensemble du littoral.

Suivi microbiologique

La qualité microbiologique des zones de production de coquillages (REMI) est estimée pour 336 points. La très grande majorité des points (83 %) présente une qualité moyenne. Quelques points 6 % sont de bonne qualité, tandis que 11 % présente une qualité mauvaise à très mauvaise. L'année 2012 est marquée principalement par de très nombreuses alertes : 277, dont 42 de niveau 2, battant largement le record d'alertes établi en 2011 (231 alertes, dont 30 de niveau 2). Les levées d'alerte ont pu être parfois très tardives nécessitant plusieurs mois de surveillance renforcée. Cette augmentation est consécutive principalement à l'abaissement du seuil d'alerte pour les zones classées A (seuil passé de 1 000 à 230 *E. coli*/100 g CLI) et met en évidence le fait que le classement de certaines zones n'est pas ou plus représentatif de la qualité microbiologique de ces zones.

Suivi du phytoplancton et des phycotoxines

La surveillance du phytoplancton et des phycotoxines associées aux espèces toxiques (REPHY) répond aux obligations environnementales de la DCE et à des enjeux sanitaires. Les données phytoplancton, résultant d'une intégration des résultats 2007-2012 a permis de classer les masses d'eau vis-à-vis de cet élément de qualité biologique selon les critères DCE : il en ressort que 82 % des masses d'eaux sont évaluées en état « très bon » ou « bon ». Les blooms phytoplanctoniques observés sont comme les autres années majoritairement des blooms à *Bacillariophyta* (diatomées). Au niveau de la surveillance sanitaire, les caractéristiques de l'année 2012 sont les suivantes : les épisodes de toxicité lipophile ont affecté majoritairement les côtes atlantiques, avec un record de toxicité dans le bassin d'Arcachon ;.un épisode de toxicité PSP a été observé en rade de Brest, avec des toxicités particulièrement importantes ; les épisodes de toxicité ASP ont touché essentiellement les coquilles St Jacques, dans plusieurs régions de Manche et d'Atlantique ; aucune trace de palytoxines n'a été détectée dans les oursins de la côte méditerranéenne.



Suivi des contaminants chimiques

Les résultats de la surveillance chimique (ROCCH) présentés ici ne concernent que les 3 métaux (Cd, Hg, Pb) réglementés au plan sanitaire, auxquels il faut ajouter les 5 métaux supplémentaires mesurés à l'initiative de l'Ifremer (Ag, Cr, Cu, Ni, Zn). Le niveau de contamination par le cadmium (Cd) continue à décroître légèrement au niveau national. Les plus fortes concentrations sont toujours relevées en Gironde et se prolongent jusque dans le bassin ostréicole de Marennes Oléron. Aucune contamination importante par le mercure (Hg) n'est observée. Les teneurs les plus élevées sont localisées dans la baie du Lazaret en rade de Toulon. Les niveaux de contamination par le plomb (Pb) se stabilisent au niveau national après une forte décroissance sur la décennie précédente. Les plus fortes concentrations sont encore relevées dans la baie du Lazaret, mais aussi à l'embouchure de l'Hérault, et à l'embouchure de l'Aulne en rade de Brest. Enfin, de fortes contaminations par l'argent sont relevées en estuaire et baie de Seine et dans le Pays de Caux ainsi qu'en Gironde.

Suivi conchylicole

Les résultats des suivis RESCO 2012 mettent en évidence des différences significatives entre les lots, les origines et les sites testés. Plus précisément, les taux de mortalité cumulée obtenus sur les différents lots de naissains sont en moyenne de 72 % ± 15 pour le captage naturel et de 65 % ± 17 pour les lots d'écloserie. Certains sites, tels que les sites de « Men Er Roué » (eau profonde), « Morlaix » ou « Géfosse » apparaissent globalement moins touchés par la mortalité que d'autres sites situés plus au Sud tels que « Marseillan », « Loix-en-Ré » ou « d'Agnas ». La mortalité moyenne observée sur les lots d'huîtres adultes est de 13 %, ce qui représente une augmentation du taux de mortalité obtenu pour des huîtres de la même classe d'âge en 2011 (6 %). En terme de données hydrologiques, l'année 2012 se caractérise par rapport aux normales de saison par un hiver doux, et un printemps frais à l'exception de la première quinzaine du mois de Juin. Ainsi, les premières mortalités sont apparues plus tardivement en 2012 qu'en 2011, la vague la plus importante de mortalité ayant touché la plupart des sites au mois de Juin. D'autres vagues de mortalité plus tardives ont également été identifiées, parfois jusque fin Juillet pour les sites les plus au Nord.

▪ dce dom

La mise en œuvre de la DCE dans les DOM s'est poursuivie en 2012, avec un déploiement de la surveillance variable suivant les départements ultra-marins. Cette situation résulte des disparités entre DOM concernant les compétences scientifiques présentes localement ; elle est dépendante également de l'état des connaissances de l'environnement littoral sur place. Par contre, l'étude prospective nationale sur les micropolluants a été réalisée avec succès dans tous les départements d'outre-mer. Les résultats seront publiés en 2013.

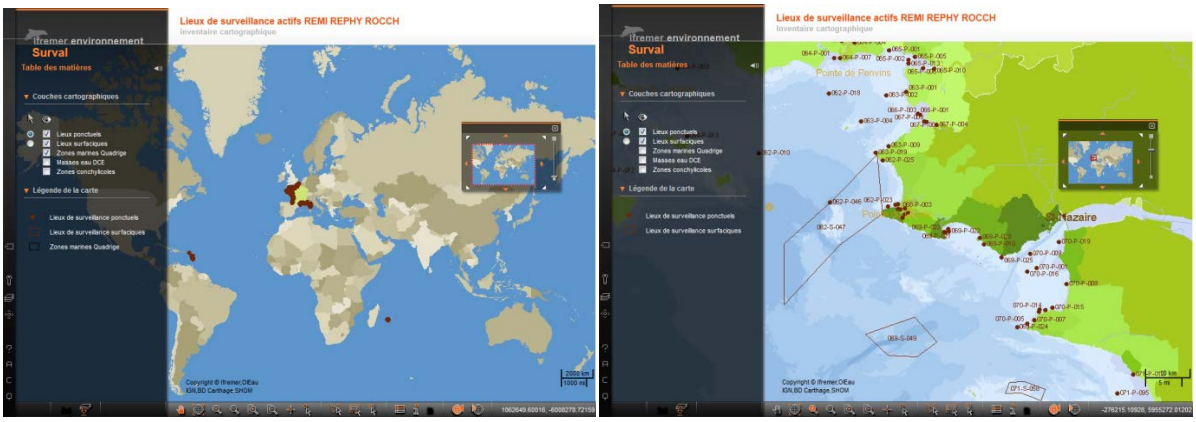
Surval

L'Ifremer, dans le respect des principes de diffusion des données relatives à l'environnement applicables aux données publiques, met à disposition sur le site « environnement littoral » les données issues de ses programmes de surveillance. C'est le projet « Surval » : http://envlit.ifremer.fr/resultats/surval.

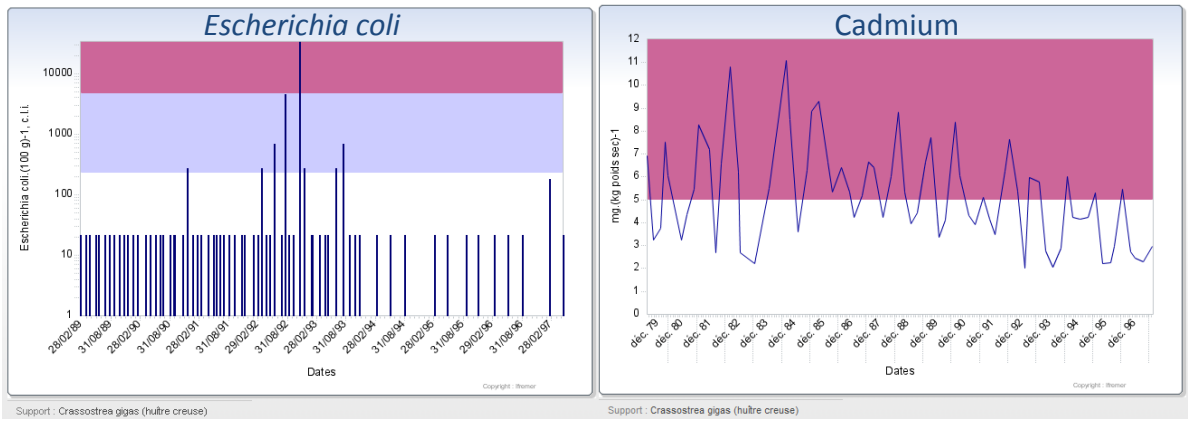
Les données présentées par Surval sont issues de la base de données Quadrige et sont actualisées quotidiennement. Parmi les données présentées, certaines ont fait l'objet d'un processus de qualification, elles sont alors jugées « bonnes » ou « douteuses » ; d'autres n'ont pas encore été qualifiées.

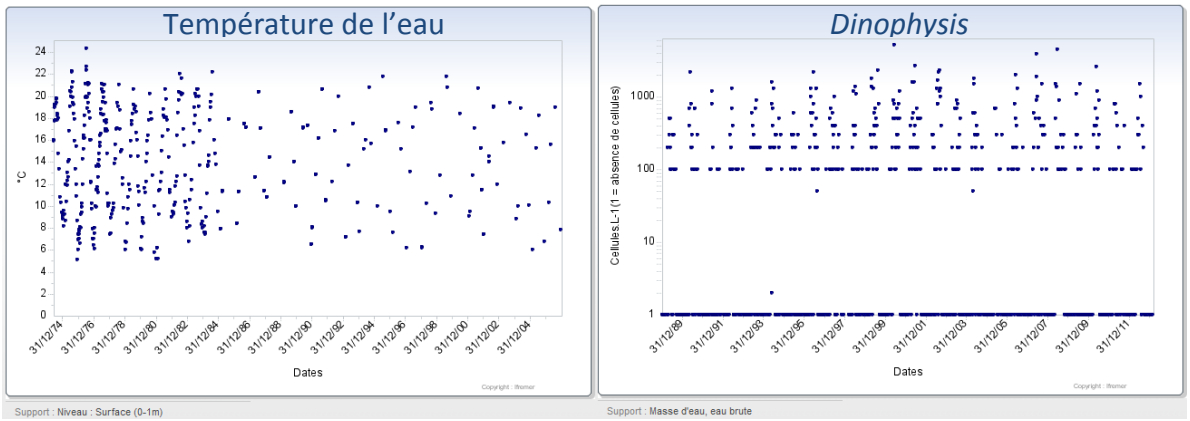
Depuis décembre 2012, les inventaires de lieux actifs des réseaux REMI, REPHY et ROCCH/organismes marins, sont disponibles. Depuis juin 2013, le produit « résultats par paramètre » est aussi disponible et permet de présenter des données actualisées toutes les nuits sur une sélection de 73 paramètres (contaminants chimiques, hydrologie, microbiologie, phytoplancton et phycotoxines). Cette sélection s'étoffera dans le temps, et permettra de présenter l'ensemble des données qualifiées bancarisées dans Quadrige.

Cette nouvelle version de l'outil Surval (qui existait sous une autre forme depuis 2000) a désormais une connexion directe avec Quadrige, permettant d'actualiser les données quotidiennement, de présenter un plus grand nombre de paramètres et de de donner l'accès aux données d'outre-mer. De plus, elle permet le téléchargement des couches géographiques et des données par tous les utilisateurs.



Interfaces cartographiques des lieux actifs des réseaux





Interfaces graphiques par paramètre sur un lieu et un support ou un niveau

3. Hydrologie

3.1. Présentation

L'hydrologie est une discipline exercée par l'ensemble des Laboratoires Environnement Ressources (LER) dans le cadre de réseaux de surveillance nationaux (REPHY, IGA), de réseaux hydrologiques locaux (SRN, RHLN, ARCHYD, RSL) ou encore d'études ponctuelles. Les objectifs de ces mesures hydrologiques sont :

- soit un suivi patrimonial à long terme sur une échelle pluri-décennale pour l'observation de phénomènes se traduisant par des modifications de faible amplitude,
- soit l'étude des forçages anthropiques pour la compréhension de spécificités locales (impacts de bassins versants, de rejets industriels ou urbains) sur l'eutrophisation du milieu, sur le développement de certaines espèces phytoplanctoniques et des macroalgues, ou encore sur le niveau trophique des parcs conchylicoles.

L'hydrologie des écosystèmes marins comporte de nombreux descripteurs (température, salinité, turbidité, oxygène dissous, nutriments, chlorophylle) dont beaucoup sont reliés entre eux par des relations de cause à effet. Les évolutions locales de ces paramètres sont décrites dans les bulletins régionaux.

Toutes ces données sont utilisées pour répondre aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et aux obligations des conventions régionales marines (OSPAR et Barcelone).

3.2. Définitions

La **température** est un paramètre fondamental pour l'évaluation des caractéristiques des masses d'eaux car elle joue un rôle important dans la variabilité des cycles biologiques. La mesure de la température est indispensable pour l'interprétation ou le traitement d'autres paramètres (salinité, oxygène dissous,…).

Par son influence sur la densité de l'eau de mer, la **salinité** permet de connaître la circulation océanique, d'identifier les masses d'eau d'origine différentes et de suivre leurs mélanges au large comme à la côte ou dans les estuaires. La grandeur «salinité» représente la masse de sels dissous contenue dans un kilogramme d'eau de mer. La salinité étant un rapport entre deux grandeurs de mêmes unités, elle s'exprime sans indication d'unité : on ne dit pas qu'une eau a une salinité de 35 pour mille, mais qu'elle a une salinité de 35. Dans les océans, la salinité est voisine de 35 alors que celle des eaux douces est nulle. Dans les estuaires, zone de mélange des eaux continentales et marines, on est en présence d'un gradient de salinité s'étendant de 0 à 35.

La **turbidité** évalue la transparence d'une eau par la perte de lumière résultant de sa traversée. Elle est donc fonction de la quantité, de la taille et de la forme des particules en suspension et varie en fonction des apports des fleuves, de la remise en suspension du sédiment et de la concentration en plancton. La turbidité permet de déterminer la quantité de lumière disponible pour le développement des végétaux aquatiques.

L'**oxygène dissous** est un paramètre vital qui gouverne la majorité des processus biologiques des écosystèmes aquatiques. En dessous de certaines concentrations, de nombreuses espèces vivantes meurent. Les concentrations en oxygène dissous dans l'eau de mer dépendent de facteurs physiques (température, salinité, mélange de la masse d'eau), chimiques (oxydation) et biologiques (photosynthèse, respiration). La mesure de l'oxygène dissous est cruciale notamment à la suite d'efflorescences phytoplanctoniques dont la décomposition peut conduire à une anoxie (épuisement en oxygène dissous) du milieu.

La **chlorophylle** est une molécule qui est la base des réactions photosynthétiques : en convertissant l'énergie lumineuse en énergie chimique, elle permet la fixation de carbone induite par la lumière (la

production primaire). La mesure de la chlorophylle permet de quantifier la biomasse phytoplanctonique présente dans le milieu. La chlorophylle est un paramètre clé en hydrologie car il existe de nombreux liens entre son développement dans les cellules phytoplanctoniques et les variations de paramètres tels que l'intensité lumineuse, la turbidité, les nutriments et l'oxygène dissous.

Le terme « **nutriments** » désigne l'ensemble des composés nécessaires à la nutrition du phytoplancton dont les principaux sont le nitrate, le nitrite, l'ammonium, le phosphate et le silicate. Les nutriments sont naturellement présents dans le milieu (lessivage des sols, dégradation de la matière organique). Des concentrations excessives peuvent avoir pour origine les rejets urbains (stations d'épurations), industriels (industrie agro-alimentaire, laveries,…), domestiques (lessives) ou agricoles (engrais). Si les nutriments ne sont pas directement toxiques pour le milieu marin, l'augmentation des flux déversés en zone côtière peut être considérée comme une pression à l'origine de nuisances indirectes (augmentation de la biomasse chlorophyllienne, changement des espèces phytoplanctoniques dominantes, développement massif de macroalgues,..) pouvant conduire au phénomène d'eutrophisation.

3.3. Bilan 2012

3.3.1. Manche - Atlantique

L'année 2012 a été très pluvieuse et se démarque ainsi de l'année 2011, année excessivement sèche. Toutefois, la répartition mensuelle montre que le premier trimestre était sous influence anticyclonique et que ce sont les périodes printanières et automnales qui ont subi une succession de perturbations pluvieuses. La quantité d'eau a pu représenter jusqu'à 2 fois la normale au printemps, le mois d'avril étant l'un des plus pluvieux des 60 dernières années. De même, le premier trimestre a été bien ensoleillé alors que le printemps et l'automne ont été marqués par un déficit conséquent d'insolation. Ces fortes pluies ont eu pour effet d'augmenter les débits des fleuves fin avril qui ont alors retrouvé des valeurs moyennes conformes à celles de la saison (Figure 3.1). Un ensoleillement comparable à la normale a été observé en été malgré une pluviométrie parfois excédentaire sur la pointe bretonne et sur les côtes normandes. L'automne a été plutôt doux et pluvieux, les perturbations se succédant notamment en novembre. Les débits mensuels des principaux fleuves sont alors supérieurs aux normales saisonnières à l'exception de la Gironde et de l'Adour.

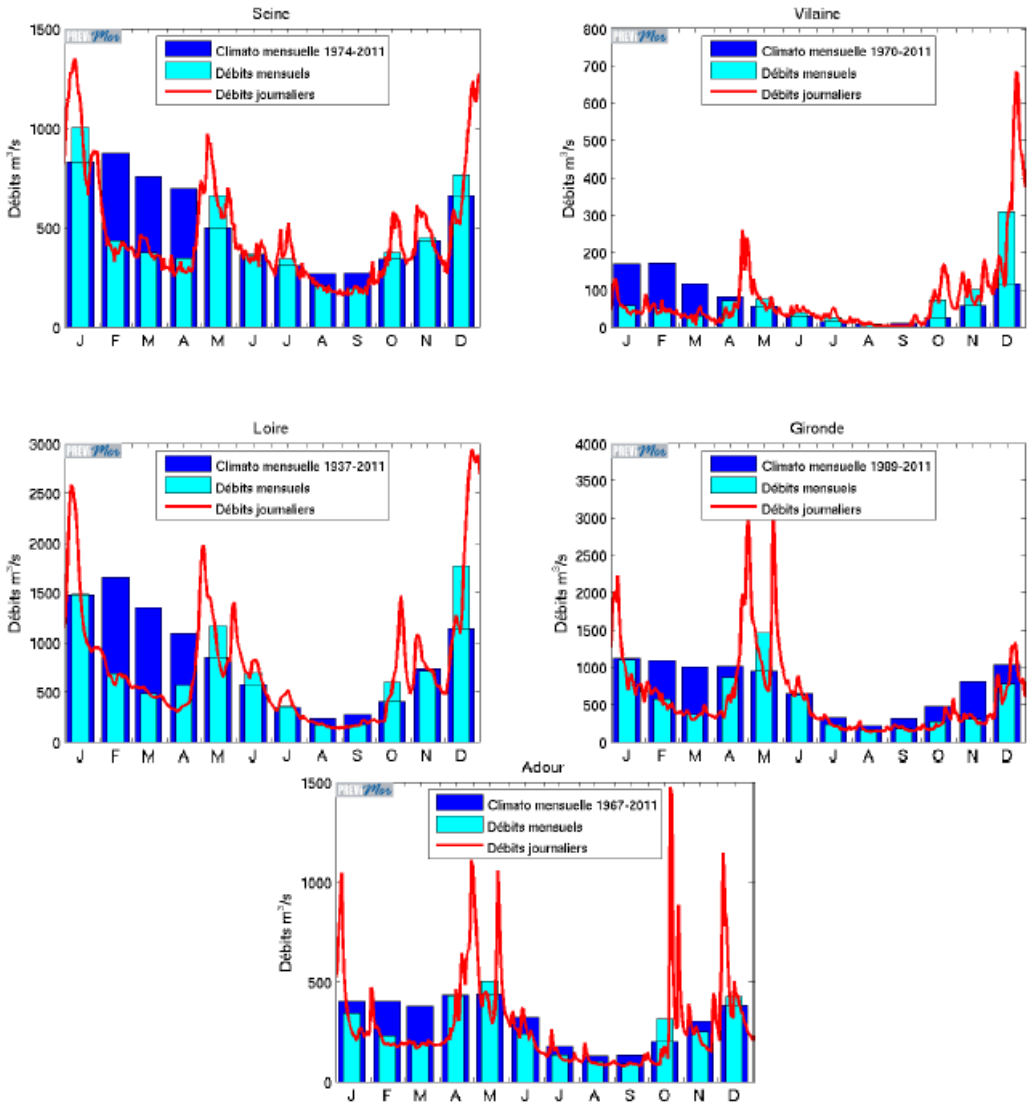


Figure 3.1 : Débits des grands fleuves en 2012 (d'après PREVIMER).
Courbe continue rouge = débit journalier 2012, histogramme bleu clair = débit mensuel 2012, histogramme bleu foncé = climatologie mensuelle.

Ces données météorologiques se traduisent par une température de surface de l'eau de mer plus élevée que la normale au cours du premier trimestre puis ensuite conforme aux normales pour le reste de l'année. De même, si les salinités mesurées en début d'année ont pu être supérieures aux normales, des valeurs anormalement basses ont été mesurées au printemps et également en été dans certaines zones. Par conséquent, le stock hivernal de nutriments a été relativement faible mais, contrairement au cycle classique de consommation des nutriments au printemps, et en raison des apports fluviaux inhabituels, les concentrations de nutriments sont restées importantes au printemps même après les premiers blooms phytoplanctoniques. La turbidité s'est également maintenue à un niveau assez élevé au printemps en raison des coups de vent et des apports fluviaux.

L'activité biologique a démarrée dès la mi-février, période très ensoleillée pour la saison. La reconstitution du stock des nutriments au printemps a donné lieu à une succession de blooms parfois importants de mai à juin (Figure 3.2). Sur certaines zones proches de l'embouchure de fleuves, la biomasse est restée importante également tout l'été. La chute de la concentration de chlorophylle automnale a été accentuée par le déficit d'ensoleillement et une forte turbidité sur certaines parties du littoral. Aucune période d'hypoxie marquée n'a été relevée sur l'ensemble du territoire.

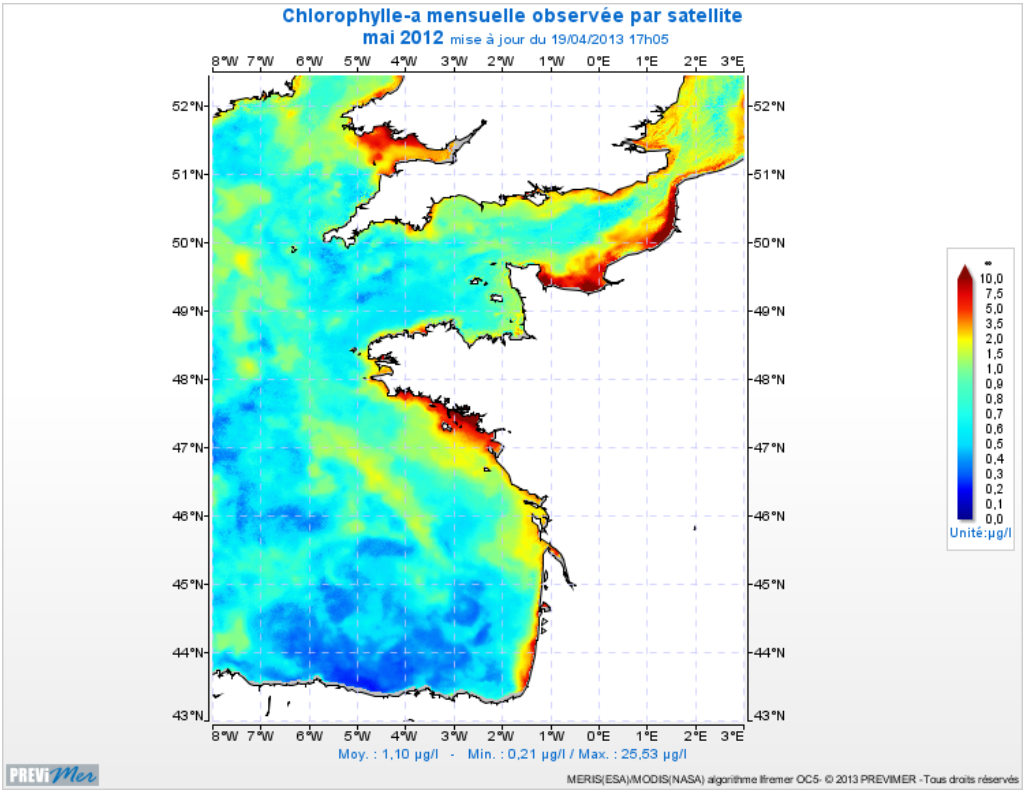


Figure 3.2 : Image satellite de la concentration de chlorophylle rencontrée dans le golfe de Gascogne en mai 2012 (image PREVIMER).

3.3.2. Méditerranée

L'année 2012 peut être globalement considérée comme une année proche de la normale au niveau des températures et des précipitations. Plusieurs événements remarquables se sont toutefois produits : une vague de froid exceptionnelle début février, une vague de chaleur tardive en fin d'été ainsi que deux tempêtes successives fin octobre qui ont provoqué des vents violents et de fortes pluies en Corse.

Le premier trimestre 2012 a été marqué par une grande sécheresse dans toute la région méditerranéenne : les cumuls mensuels des précipitations ont été très faibles voir nuls au mois de février. Le printemps a été plutôt doux, proche des normales saisonnières. Malgré quelques événements pluvieux, les précipitations sont restées déficitaires jusque fin juin notamment dans le Languedoc Roussillon et la basse vallée du Rhône. Par contre, le scénario s'est inversé de juillet à fin septembre avec des pluies excédentaires notamment sur le Languedoc-Roussillon.

3.4. Contribution à l'évaluation de la qualité des eaux (DCE)

Les données hydrologiques contribuent à évaluer la qualité des masses d'eau dans le cadre de la DCE. Les éléments de qualité physico-chimiques retenus pour la classification de l'état écologique sont le bilan d'oxygène, la température, la salinité, la transparence et les nutriments[1]. Il faut noter que dans certains cas, les évaluations n'ont pas pu être menées car le nombre de données n'est pas encore suffisant pour permettre une évaluation fiable. Ces évaluations sont revues annuellement.

[1] Les rapports d'évaluation DCE des éléments de qualité physico-chimique sont disponibles en ligne à l'adresse suivante : http://envlit.ifremer.fr/content/download/76710/527675/version/2/file/Oxygene_avr_09_R_INT_DIR_DYNECO_PELAGOS_09_02.pdf, http://envlit.ifremer.fr/content/download/76709/527672/version/2/file/rapport_evaluation_DCE_element_qualite_nutriments_mai_2010.pdf http://envlit.ifremer.fr/content/download/76729/527764/version/1/file/Temperature_avr_09_R_INT_DIR_DYNECO_PELAGOS_09_03.pdf

4. REMI : Réseau de contrôle microbiologique

4.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre du REMI

Le milieu littoral est soumis à de multiples sources de contamination d'origine humaine ou animale : eaux usées urbaines, ruissellement des eaux de pluie sur des terrains agricoles, faune sauvage. En filtrant l'eau, les coquillages concentrent les micro-organismes présents dans l'eau. Aussi, la présence dans les eaux de bactéries ou virus potentiellement pathogènes pour l'homme (Salmonella, Vibrio spp, norovirus, virus de l'hépatite A) peut constituer un risque sanitaire lors de la consommation de coquillages (gastro-entérites, hépatites virales).

Le **REMI**, réseau de contrôle microbiologique des zones de production de coquillages, permet la surveillance sanitaire des zones de production exploitées par les professionnels et classées par l'Administration. Sur la base du dénombrement dans les coquillages vivants des *Escherichia coli* (*E. coli*), bactéries communes du système digestif, recherchées comme indicateur de contamination fécale, le REMI a pour objectifs :

- d'estimer la qualité microbiologique sur la base des niveaux de contamination des coquillages et de suivre l'évolution de ces niveaux de contamination ;
- de détecter et suivre les épisodes inhabituels de contamination.

Le classement et la surveillance microbiologique des zones de production de coquillages répondent à des exigences réglementaires (Figure 4.1).

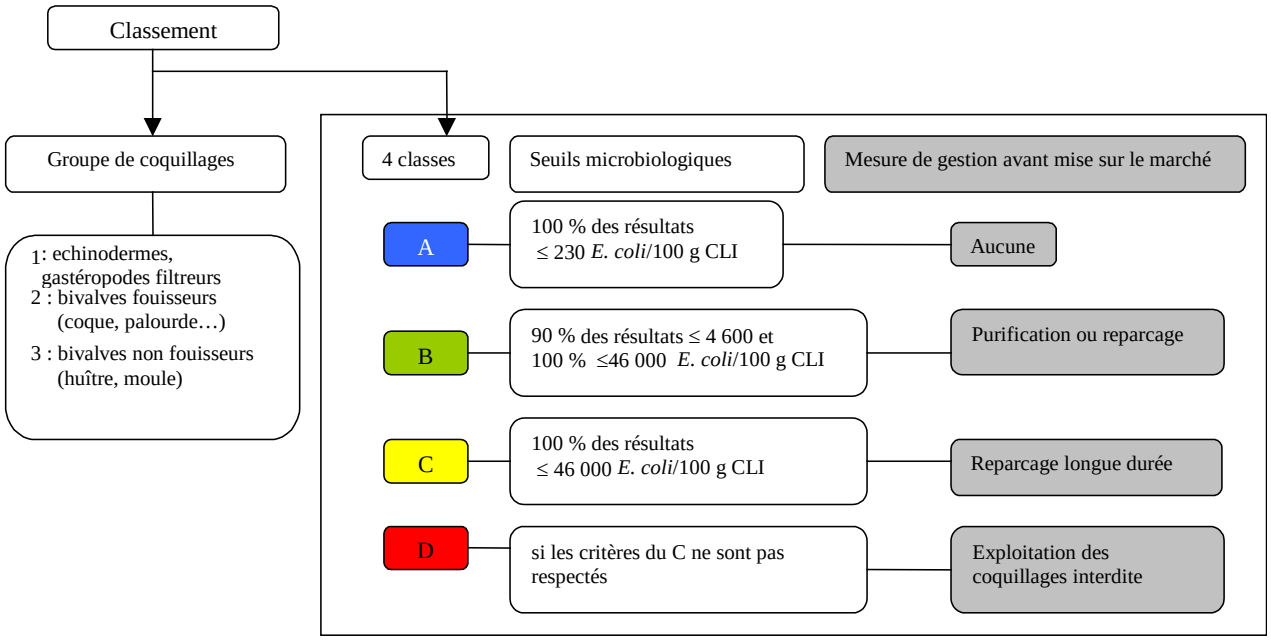


Figure 4.1 : Exigences réglementaires microbiologiques du classement de zone (Règlement (CE) n° 854/2004[2], arrêté du 21/05/1999[3])

Le REMI s'articule en deux volets : la surveillance régulière et la surveillance en alerte.

[2] Règlement CE n° 854/2004[2] du 29 avril 2004, fixe les règles spécifiques d'organisation des contrôles officiels concernant les produits d'origine animale destinés à la consommation humaine.

[3] Arrêté du 21 mai 1999 relatif au classement de salubrité et à la surveillance des zones de production et des zones de reparcage des coquillages vivants.

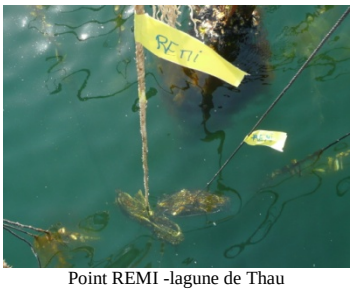
Les prélèvements de coquillages s'effectuent sur des points pérennes situés dans un secteur exploité et exposé à un éventuel apport contaminant. L'espèce de coquillage prélevée est définie pour chaque zone classée et suivie.

La fréquence de base du suivi est mensuelle. Elle peut être bimestrielle lorsqu'il n'existe pas de risque significatif de conclure à tort sur la qualité estimée de la zone, ou adaptée à la période d'exploitation.

Les analyses sont réalisées suivant les méthodes NF V 08-106[4] ou ISO/TS 16 649-3[5] par des laboratoires accrédités et agréés par le Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche pour le dénombrement de *E. coli* dans les coquillages vivants.

Le traitement des données acquises en surveillance régulière sur les trois dernières années calendaires permet d'évaluer la qualité microbiologique des zones par rapport aux critères réglementaires.

Au 01/01/2012, 438 zones sont classées A, B ou C par arrêté préfectoral (Figure 4.2), une zone étant classée pour un groupe de coquillage considéré (groupes 1 : gastéropodes, échinodermes et tuniciers ; groupe 2 : bivalves fouisseurs ; et groupe 3 : bivalves non fouisseurs).



Point REMI -lagune de Thau

Prélèvement d'huîtres à partir d'une embarcation

Prélèvement de palourdes en plongée en apnée

En 2012, la surveillance régulière a concerné 333 zones avec 375 points de suivi (Figure 4.2).

L'estimation de la qualité microbiologique par point est déterminée sur la base des résultats obtenus pour les 3 dernières années calendaires (au minimum 24 données sont nécessaires lorsque le suivi est mensuel ou adapté, ou 12 lorsque le suivi est bimestriel). Quatre niveaux sont définis :

- Qualité bonne : 100 % des résultats sont inférieurs ou égaux à 230 *E. coli*/100 g CLI ;
- Qualité moyenne : au moins 90 % des résultats sont inférieurs ou égaux à 4 600 et 100 % des résultats sont inférieurs ou égaux à 46 000 *E. coli/100* g CLI ;
- Qualité mauvaise : 100 % des résultats sont inférieurs ou égaux à 46 000 *E. coli*/100 g CLI ;
- Qualité très mauvaise : dès qu'un résultat dépasse 46 000 *E.coli*/100 g CLI.

[4] Norme NF V 08-106 d'octobre 2010. Microbiologie des aliments - Dénombrement des *E. coli* dans les coquillages vivants - Technique indirecte par impédancemétrie directe.

[5] Norme XP ISO/TS 16 649-3 - décembre 2005. Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour le dénombrement des E. coli beta-glucuronidase-positive - Partie 3 : technique du nombre le plus probable utilisant bromo-5-chloro-4-indolyl-3 beta-D-glucuronate

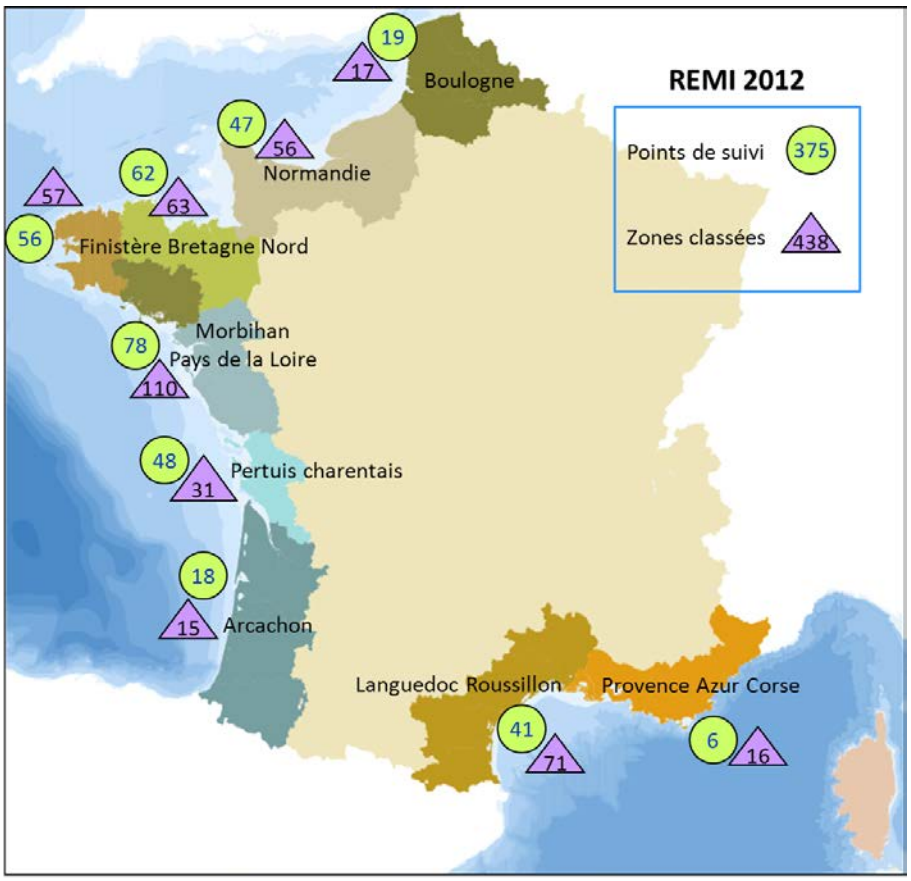


Figure 4.2 : Répartition des points REMI par laboratoire Ifremer et des zones classées au 01/01/2012

4.2. Résultats de la surveillance microbiologique

4.2.1. Surveillance régulière

En 2012, la qualité peut être estimée pour 336 points disposant d'un nombre de données suffisant : 88 points assurent la surveillance de la qualité des coquillages du groupe 2 (coquillages fouisseurs) et 248 points celle des coquillages du groupe 3 (coquillages non fouisseurs).

La qualité microbiologique estimée pour ces 336 points suivis en 2012 se répartie ainsi :

- 21 points présentent une bonne qualité ;
- 279 points présentent une qualité moyenne ;
- 24 points présentent une mauvaise qualité ;
- 12 points présentent une très mauvaise qualité.

De façon générale, les bivalves fouisseurs, présentent des profils de contamination plus dégradés que les bivalves non fouisseurs, comme en témoigne la Figure 4.3.

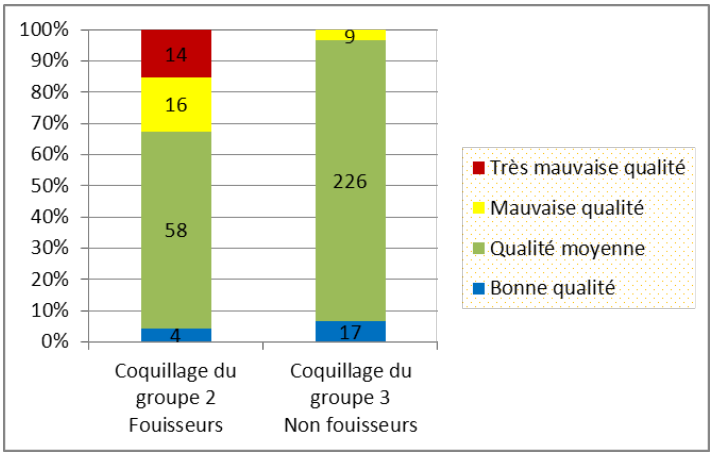
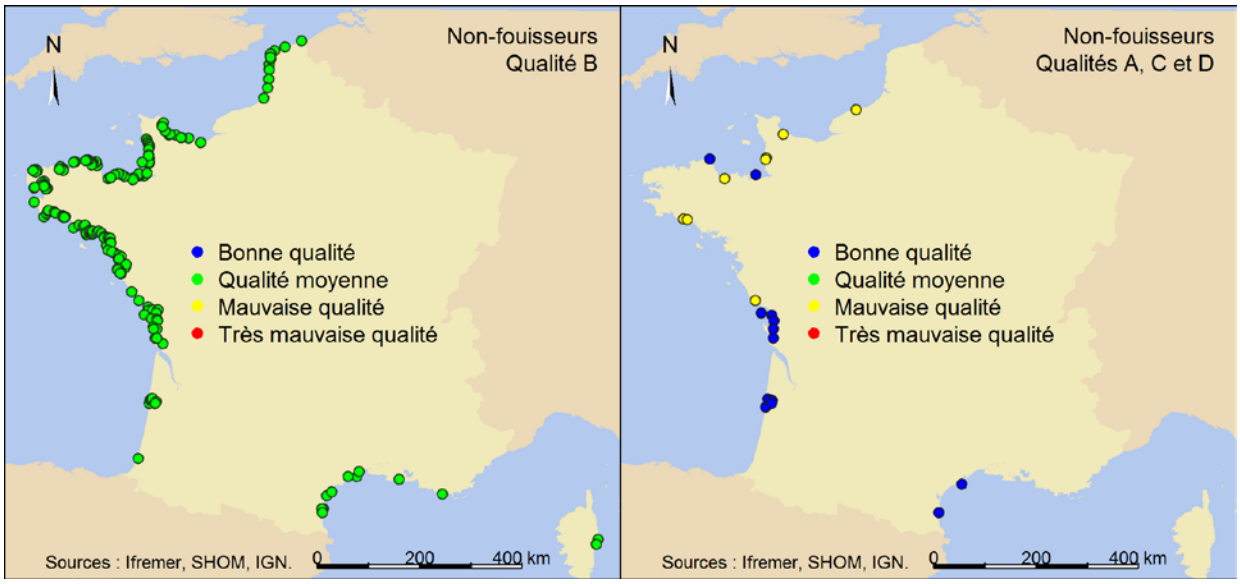


Figure 4.3 : Répartition de la qualité microbiologique des points REMI en fonction des groupes : coquillages fouisseurs et non fouisseurs

Les figures 4.4 (a) et (b) permettent de visualiser la répartition des points REMI pour les coquillages non-fouisseurs en fonction de leur qualité microbiologique, le détail de la répartition étant présenté dans le tableau 1. La majorité des points est de qualité moyenne (222 points/248), aussi une carte spécifique est présentée, ce qui permet dans l'autre carte de pouvoir visualiser plus facilement la localisation des points de bonne et de mauvaise qualité.



Figures 4.4 (a) et (b) : Qualité microbiologique des points REMI pour les coquillages non fouisseur – données 2010-2012

Une forte proportion des points présentant une bonne qualité microbiologique pour les coquillages non-fouisseurs est située sur le littoral de Charente-Maritime et dans le bassin d'Arcachon. Les points de mauvaise qualité sont dispersés sur le littoral Manche Mer du Nord et Atlantique.

La figure 4.5 présente la répartition des 88 points de surveillance concernant les coquillages fouisseurs, en fonction de leur qualité microbiologique, le détail de répartition est présenté tableau 4.1. Le littoral Atlantique compte 36 points de suivi, la Manche Mer du Nord 36, et la Méditerranée seulement 16 points. Les quatre points de bonne qualité sont localisés sur le littoral du Finistère (pour 3 d'entre eux) et dans la Manche. Les points de mauvaise et de très mauvaise qualité se répartissent majoritairement sur le littoral de Bretagne Nord et de Méditerranée.

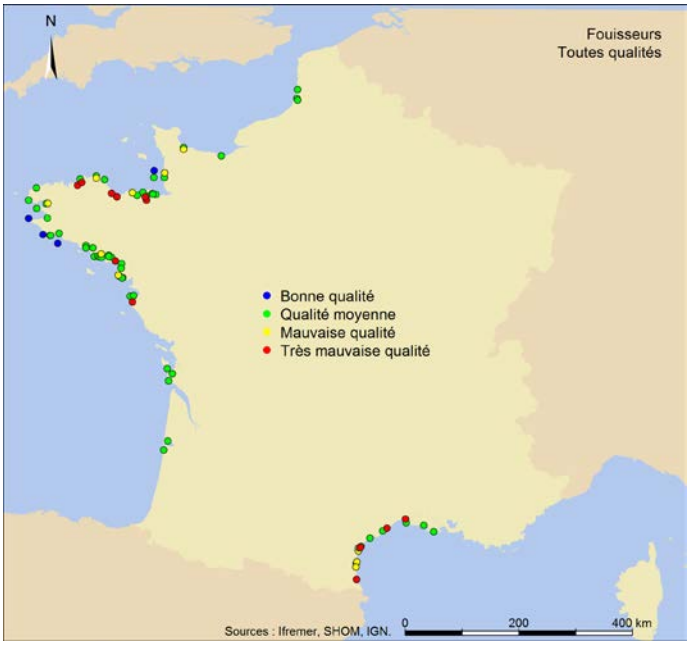


Figure 4.5 : Qualité microbiologique des points REMI pour les coquillages fouisseurs – données 2010-2012

Tableau 4.1 : Qualité microbiologique des points par façade et groupe de coquillage– données 2010-2012

Façade	Groupe	Bonne qualité	Qualité moyenne	Mauvaise qualité	Très mauvaise qualité	Total
Manche Mer du nord	Fouisseurs	2	22	6	6	36
	Non-fouisseurs	2	97	6	0	105
Atlantique	Fouisseurs	2	28	4	2	36
	Non-fouisseurs	13	104	3	0	120
Méditerranée	Fouisseurs	0	7	5	4	16
	Non-fouisseurs	2	21	0	0	23
Total		21	279	24	12	336

4.2.2. Surveillance en alerte

Les alertes mettent en évidence les risques de contamination ou les contaminations inhabituelles détectées sur une zone. En 2012, 277 alertes REMI ont été déclenchées (tableau 4.2) dont 42 de niveau 2, contre 231 en 2011, dont 30 de niveau 2. Un aspect important en 2012 est le fait que le seuil d'alerte pour les zones A a été abaissé à 230 *E. coli*/100 g CLI à partir du 24 février, alors qu'il était jusque-là à 1 000 *E. coli*/100 g CLI. Cela a généré de nombreuses alertes, mais surtout cela a induit des alertes persistantes. Certaines alertes n'ont pu être levée que très tardivement après plusieurs mois de surveillance renforcée (jusqu'à 7 mois de suivi). Cet abaissement de seuil a mis en exergue le fait que pour certaines zones le classement sanitaire ne correspond pas ou plus à la qualité microbiologique estimée de la zone.

Tableau 4.2 : Bilan 2012 des alertes REMI par zone de compétence géographique des LER en 2012

Laboratoires Ifremer (LER)	*Information zone A*[6]	Alertes déclenchées	Alertes niveau 0	Alertes niveau 1	Alertes niveau 2[7]
Boulogne sur Mer	*0*	9	1	5	3
Normandie	*1*	35	0	22	13
Finistère Bretagne Nord	*0*	69	24	42	3
Morbihan Pays de Loire	*3*	46	12	26	8
Pertuis Charentais	*6*	21	2	15	4
Arcachon	*1*	4	1	3	0
Languedoc Roussillon	*0*	80	55	16	9
Provence Azur Corse	*0*	13	9	2	2
Total	*11*	**277**	**104**	**131**	**42**

38% des alertes ont été déclenchées de façon préventive (113), dont 9 (soit 8%) ont mis en évidence une contamination (donc enregistré en niveau 2) : (5 en Languedoc Roussillon, 1 Pas de Calais, 1 en Morbihan, 2 en Corse). Ces alertes préventives sont essentiellement déclenchées en Languedoc Roussillon et en Corse suite à des pluviométries importantes, en Bretagne suite à l'information de tiers sur des contaminations du milieu.

Les alertes de niveau 1 se situent essentiellement en Bretagne, Pays de Loire, Normandie puis Languedoc Roussillon et Pertuis Charentais. Les alertes de niveau 2 ont concerné cette année pour moitié les zones A (consécutivement à l'abaissement du seuil d'alerte comme évoqué précédemment), elles ont concerné les côtes Normandes, Morbihan Pays-de-Loire et Poitou Charentes.

4.2.3. Evolution de la qualité microbiologique

En plus de l'aspect sanitaire (surveillance de la qualité des coquillages destinés à la consommation humaine), les données REMI reflètent les contaminations microbiologiques auxquelles est soumis l'environnement côtier. Le maintien ou la reconquête de la qualité microbiologique de cet environnement implique une démarche environnementale de la part des décideurs locaux visant à maîtriser ou réduire les émissions de rejets polluants d'origine humaine ou animale en amont des zones. Ainsi, la décroissance des niveaux de contamination peut résulter d'aménagements mis en œuvre sur le bassin versant (ouvrages et réseau de collecte des eaux usées par exemple, stations d'épuration, systèmes d'assainissement autonome…). A l'inverse, la croissance des niveaux de contamination témoigne d'une dégradation de l'environnement. La multiplicité des sources rend souvent complexe l'identification de l'origine de cette évolution, elle peut être liée par exemple à l'évolution démographique qui rend inadéquat les ouvrages de traitement des eaux usées existants, ou des dysfonctionnements du réseau liés aux fortes pluviométries, aux variations saisonnières de la population (tourisme), à l'évolution des pratiques agricoles (élevage, épandage…) ou à la présence de la faune sauvage.

Une analyse de tendance est faite sur les données de surveillance régulière par un test non paramétrique de Mann-Kendall. Le test est appliqué aux séries présentant des données sur l'ensemble de la période de 10 ans. Le résultat de ce test est affiché sur le graphe par point et dans un tableau récapitulatif de l'ensemble des points.

6 : Suite aux modifications du seuil de déclenchement des alertes dans les zones classées A, les bulletins d'information zone A ont été supprimés au 24/02/2012.

7 : Le niveau 2 concerne une contamination persistante (suivi alerte niveau 1), ou une contamination avérée (suivi d'alerte niveau 0).

Au total, 272 points disposent d'un historique de 10 ans de données sur la période 2003-2012. Les résultats des tests, mettant en évidence l'existence ou non de tendance significative sur l'évolution des niveaux de contamination au cours des 10 dernières années, sont présentés figure 4.6 et dans le tableau 4.3.

Pour la majorité des points (166), aucune tendance significative n'est mise en évidence. Pour 106 points, une évolution significative est mise en évidence. Une tendance croissante des niveaux de contamination est observée sur 75 points, ce qui témoigne d'une dégradation de la qualité, essentiellement sur les côtes Bretonnes (Côtes d'Armor, Morbihan) et Normandes (Manche). Une tendance décroissante des niveaux de contamination est mise en évidence sur 31 points, ce qui marque une amélioration de la qualité. Elle est concentrée sur la côte Atlantique : Charente-Maritime, Vendée et en Gironde dans le bassin d'Arcachon.

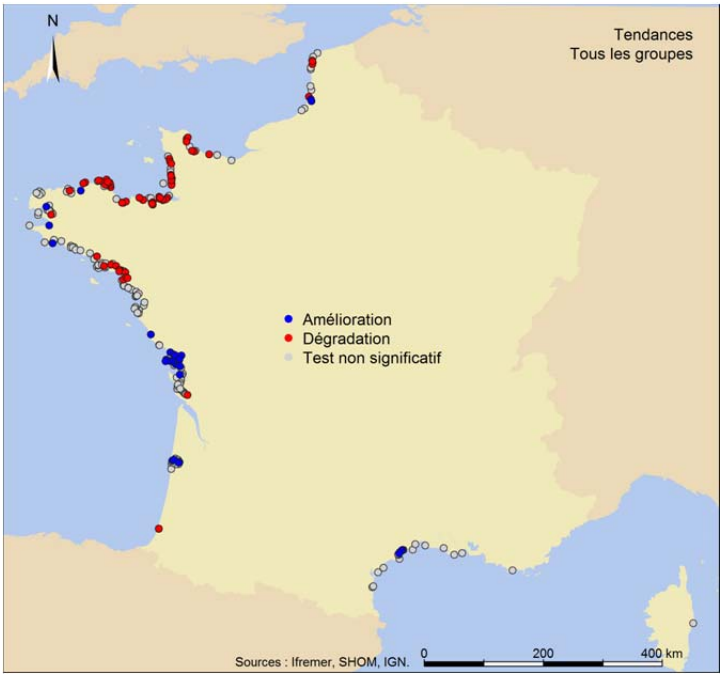


Figure 4.6 et tableau 4.3 : Points REMI présentant des tendances significatives (période 2003-2012)

	Nombre de points avec tendance	Non significative	Tendance décroissante : amélioration	Tendance croissante : dégradation
Manche Mer du Nord	115	57	5	53
Atlantique	137	93	23	21
Méditerranée	20	16	3	1
Total	**272**	**166** (61 %)	**31** (11,5 %)	75 (27,5 %)

5. REPHY : Réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines

5.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre du REPHY

Les objectifs du réseau REPHY sont à la fois environnementaux et sanitaires : (i) connaissance de la biomasse, de l'abondance et de la composition du phytoplancton marin des eaux côtières et lagunaires, (ii) détection et suivi des espèces phytoplanctoniques productrices de phycotoxines et recherche de ces phycotoxines dans les mollusques bivalves présents dans les zones de production ou dans les gisements naturels.

Le suivi du phytoplancton est organisé de sorte qu'il puisse répondre aux questions relevant de ces deux problématiques environnementales ou sanitaires. La partie strictement surveillance, essentiellement destinée à répondre aux exigences réglementaires de l'un ou l'autre domaine[8], se double d'une composante observation plus spécifiquement dédiée aux questionnements scientifiques et à l'acquisition de données de biodiversité sur le long terme.

5.1.1. Aspects environnementaux

Toutes les espèces de phytoplancton identifiables au microscope optique sont identifiées et dénombrées de façon régulière, toute l'année au moins une fois par mois, sur environ 50 sites de prélèvement répartis sur tout le littoral. Ces données acquises sur de longues périodes, permettent d'acquérir et d'améliorer les connaissances sur les grandes structures des populations phytoplanctoniques, par exemple l'évolution dans le temps des abondances globales et des phénomènes exceptionnels tels que les blooms (développement important d'une ou plusieurs espèces phytoplanctoniques), ou bien la distribution géographique des espèces dominantes. Ce dispositif est complété sur environ 90 sites supplémentaires, par des observations également faites de façon régulière (toute l'année, au moins une fois par mois), sur une sélection d'espèces considérées comme cruciales c'est à dire celles qui prolifèrent au moment de l'observation, et celles qui sont susceptibles de produire des toxines qui s'accumulent dans les coquillages.

Les observations du phytoplancton, complétées par des mesures de chlorophylle pour une évaluation de la biomasse, permettent donc : (i) d'établir des liens avec les problèmes liés à l'eutrophisation ou à une dégradation de l'écosystème, (ii) de calculer des indicateurs pour une estimation de la qualité de l'eau, d'un point de vue abondance et composition, (iii) de suivre les développements d'espèces toxiques, en relation avec les concentrations en toxines dans les coquillages, (iv) d'estimer la productivité du milieu pour la conchyliculture. Des mesures physico-chimiques (température, salinité, turbidité, oxygène dissous, nutriments) sont réalisées simultanément aux observations phytoplanctoniques.

L'ensemble de ces données est utilisée en particulier pour répondre à l'une des exigences de la Directive européenne Cadre sur l'Eau (DCE), sur l'évaluation de la qualité des masses d'eau du point de vue de l'élément phytoplancton et des paramètres physico-chimiques associés. La base de données Quadrige² qui héberge ces données phytoplancton qui, pour certains sites de prélèvement forment des séries temporelles de plus de 25 ans, est donc la plus importante base sur la biodiversité du phytoplancton marin du littoral français. Ces données sont largement utilisées par la communauté scientifique, nationale ou internationale.

8 : les exigences réglementaires européennes sont : la DCE Directive Cadre Eau pour la parie environnementale, le "Paquet Hygiène" pour la partie sanitaire

5.1.2. Aspects sanitaires

Les stratégies d'échantillonnage décrites ci-dessus incluent l'observation du phytoplancton toxique qui produit des phycotoxines (ou toxines d'algues), susceptibles de s'accumuler dans les coquillages, les rendant ainsi dangereux pour la consommation. Le dispositif est cependant complété par environ 80 sites dédiés à l'aspect sanitaire, échantillonnés pendant les épisodes toxiques et seulement pour ces espèces nuisibles. Une fréquence de prélèvement augmentée sur ces sites (une fois par semaine) permet de suivre de façon précise les développements du phytoplancton à petite échelle.

Le REPHY comporte également de nombreux sites de prélèvement "coquillages" (environ 270 au total), destinés à la recherche des phycotoxines. Cette surveillance concerne exclusivement les coquillages dans leur milieu naturel (parcs, gisements), et seulement pour les zones de production et de pêche, à l'exclusion des zones de pêche récréative.

Les risques pour la santé humaine sont actuellement en France liés à trois familles de toxines :

- les toxines lipophiles incluant les diarrhéiques ou DSP[9], produites par des espèces phytoplanctoniques appartenant majoritairement au genre *Dinophysis* ; elles peuvent provoquer des intoxications de type diarrhéique
- les toxines paralysantes ou PSP[10], produites par des espèces appartenant au genre *Alexandrium* ; ce sont des neurotoxines pouvant provoquer des intoxications graves, voire mortelles
- les toxines amnésiantes ou ASP[11], produites par des espèces appartenant au genre *Pseudo-nitzschia* ; ce sont des neurotoxines pouvant conduire à des atteintes neurologiques graves, voire mortelles, avec perte de mémoire

La stratégie générale de surveillance des phycotoxines est adaptée aux caractéristiques de ces trois familles, et elle est différente selon que les coquillages sont proches de la côte (gisements et élevages côtiers), ou bien sur des gisements au large (pêche professionnelle). Pour les gisements et les élevages côtiers, la stratégie retenue pour les risques PSP et ASP est basée sur la détection dans l'eau des espèces présumées productrices de toxines (*Alexandrium* et *Pseudo-nitzschia*) qui déclenche, en cas de dépassement du seuil d'alerte phytoplancton[12], la recherche des phycotoxines correspondantes dans les coquillages. Pour le risque toxines lipophiles, une surveillance systématique des coquillages est assurée dans les zones à risque et en période à risque : celles-ci sont définies à partir des données historiques sur les trois années précédentes et actualisées tous les ans. Pour les gisements au large, la stratégie est basée sur une surveillance systématique des trois familles de toxines (lipophiles, PSP, ASP), avant et pendant la période de pêche.

Une autre famille de phycotoxines (palytoxines) ayant été observée récemment dans des oursins de Méditerranée, une surveillance adaptée a été mise en place en 2007 sur ce littoral. Les palytoxines peuvent conduire à des troubles respiratoires chez les baigneurs et promeneurs après inhalation d'embruns contaminés, et aussi à des intoxications par consommation de produits marins contaminés. Une surveillance de l'espèce incriminée (*Ostreopsis*) est assurée dans l'eau, et la recherche des palytoxines est effectuée dans les oursins en période de pêche professionnelle, et dans les coquillages si le seuil d'alerte *Ostreopsis* (correspondant à une concentration.de 4 000 cellules par litre) est dépassé.

---

[9] DSP : Diarrheic Shellfish Poisoning

[10] PSP : Paralytic Shellfish Poisoning

[11] ASP : Amnesic Shellfish Poisoning

[12] ce seuil d'alerte phytoplancton est variable selon les espèces et selon les régions

5.2. Aspects environnementaux : résultats phytoplancton

Le schéma classique d'évolution saisonnière des populations phytoplanctoniques en milieu tempéré est constitué de différents cycles, comportant des périodes de "blooms", c'est-à-dire des proliférations importantes de phytoplancton. Ces blooms sont généralement monospécifiques, c'est-à-dire qu'une seule espèce participe à l'augmentation de la biomasse, les autres espèces restant à leur niveau habituel. C'est au printemps que l'on observe généralement les abondances maximales avec les blooms à "diatomées"[13], qui profitent des apports importants de nutriments par les rivières après le lessivage des bassins versants par les pluies hivernales. En effet les diatomées, non mobiles dans la colonne d'eau, sont très dépendantes des apports en nutriments : les conditions favorables à leur prolifération sont donc réunies au printemps, lorsque l'enrichissement des eaux littorales est à son maximum, et que l'allongement de la durée du jour favorise la photosynthèse. L'été voit plutôt des blooms à "dinoflagellés"[14]. En effet, ceux-ci, plus mobiles grâce aux flagelles qui leur permettent de se déplacer dans la colonne d'eau, profitent au maximum d'une quantité plus limitée de nutriments, qui ont été en grand partie consommés au printemps lors des blooms à diatomées. Un nouveau pic de blooms généralement moins importants qu'au printemps, peut ensuite être observé en automne, avec de nouveaux apports en nutriments faisant suite aux pluies automnales. Enfin la période hivernale est une période de moindre abondance.

5.2.1. Blooms phytoplanctoniques

La fréquence des blooms phytoplanctoniques, les taxons responsables de ces blooms et les concentrations maximales observées, sont des éléments d'appréciation du fonctionnement des écosystèmes, et éventuellement de leur dégradation. Le tableau en annexe REPHY 1 détaille les taxons phytoplancton (genres, espèces, etc.) pour lesquels des concentrations supérieures à 100 000 cellules par litre ont été observées durant l'année 2012 sur les trois façades : Manche, Atlantique et Méditerranée. Les nuances de couleurs sont différentes selon que les concentrations maximales observées sur un mois, sont comprises entre 100 000 et un million de cellules par litre, ou bien supérieures à un million de cellules par litre. En effet, les effets réellement nuisibles de proliférations trop importantes (par exemple la diminution de l'oxygène disponible conduisant à des mortalités d'animaux marins) apparaissent souvent à des concentrations supérieures à un ou plusieurs millions de cellules par litre, Mais ceci n'est pas toujours valable pour les espèces produisant des toxines, qui peuvent occasionner des nuisances à des concentrations moindres.

Ce tableau montre de façon manifeste que les *Bacillariophyta* (diatomées) sont responsables de la majorité des blooms sur l'ensemble du littoral français : en nombre de taxons responsables, mais aussi en nombre de mois concernés et en concentrations. Viennent ensuite les *Dinophyceae* (dinoflagellés), puis quelques taxons appartenant à des groupes différents.

- *Bacillariophyta*

Certains taxons appartenant à cette classe sont retrouvés sur les trois façades une grande partie de l'année, mais plus rarement en hiver à l'exception de la Méditerranée pour laquelle des proliférations peuvent être observées toute l'année :

- à des concentrations souvent très importantes (supérieures à un million de cellules par litre) : plusieurs espèces du genre *Chaetoceros*, plusieurs espèces de *Leptocylindrus,* l'espèce *Skeletonema costatum*
- à des concentrations souvent moins importantes que les trois genres ci-dessus : plusieurs espèces de *Pseudo-nitzschia* ; à noter que des espèces de ce genre sont susceptibles de produire des toxines

[13] diatomées ou *Bacillariophyta* : classe de phytoplancton, avec squelette siliceux externe et absence de flagelles

[14] dinoflagellés ou *Dinophyceae* : classe de phytoplancton, dont les espèces comportent des flagelles

amnésiantes, mais qu'il n'est pas possible avec les moyens d'observation actuels de quantifier le pourcentage de leur contribution dans les blooms par rapport à celle des espèces non toxiques

D'autres taxons prolifèrent plus particulièrement dans une des trois façades :

- seulement ou surtout en Manche et Atlantique : les genres Guinardia, Rhizosolenia, Lauderia + Schroederella, Thalassiosira, l'espèce Asterionellopsis glacialis
- seulement en Atlantique : le genre *Cerataulina*
- seulement en Méditerranée : l'espèce *Nitzschia longissima*

Pour l'ensemble des *Bacillariophyta*, le schéma des blooms le long du littoral en 2012 est assez similaire à celui de l'année 2011.

- *Dinophyceae*

Les blooms de *Dinophyceae* sont essentiellement observés en Atlantique et en Méditerranée. Les espèces proliférant sur les deux façades appartiennent toutes au genre *Prorocentrum*, avec des blooms plus fréquents et plus importants en concentration en Méditerranée. Tous les autres taxons prolifèrent de façon plutôt épisodique : certains en Atlantique seulement comme *Lepidodinium chlorophorum* qui forme des eaux vertes très caractéristiques ; d'autres en Méditerranée seulement comme *Gymnodinium ou Polykrikos*. Enfin une espèce toxique d'*Alexandrium* a été observée à des concentrations très importantes en Bretagne ouest, conduisant à un épisode toxique PSP (voir chapitre aspects sanitaires, plus bas).

- Autres groupes

Ils concernent :

- le sous-embranchement des *Cyanobacteria*, dont les blooms ont tous été observés en 2012 dans le lac d'Hossegor
- la classe des *Cryptophyceae*, dont les espèces ont proliféré surtout en Manche et Atlantique, pendant une bonne partie de l'année
- la classe des *Prymnesiophyceae*, avec en particulier *Phaeocystis*, considéré comme nuisible du fait de la formation de mousses pouvant conduire à des asphyxies par effet mécanique chez les poissons ; cette espèce a proliféré entre la frontière belge et la baie de Seine, de mars à juin. Un autre genre de cette classe, *Chrysochromulina*, a été observée en juin en Atlantique : il s'agit d'une espèce potentiellement toxique pour les poissons

5.2.2. Contribution à l'évaluation de la qualité des eaux (DCE)

Les données phytoplancton contribuent à évaluer la qualité des masses d'eau dans le cadre de la DCE, selon un système à cinq classes : état très bon, bon, moyen, médiocre ou mauvais. Les résultats synthétiques d'une évaluation réalisée sur la période 2007-2012, sont présentés dans les cartes de l'*annexe REPHY 2* : ils intègrent les résultats obtenus à partir des données chlorophylle représentatives de la biomasse du phytoplancton, et des données relatives à la fréquence des blooms représentatives de l'abondance du phytoplancton, en un indicateur unique donnant une évaluation globale de la qualité des masses d'eaux pour l'élément de qualité phytoplancton. Les masses d'eau évaluées sont celles qui ont été définies comme les masses d'eau officielles à surveiller, et sont réparties en deux groupes : masses d'eaux côtières et masses d'eau de transition, ces dernières étant soit des zones de mélange eau douce / eau marine comme les estuaires, soit des lagunes méditerranéennes. Il faut bien noter que cette évaluation résulte d'une intégration des résultats sur six années et non sur la seule année 2012.

Les résultats de cette évaluation montrent que la qualité des masses d'eau françaises est globalement bonne pour l'élément phytoplancton, puisque 95 masses d'eau sur 116 évaluées (soit près de 82%) sont jugées en état bon ou très bon. L'évaluation en état moyen (11 masses d'eau) concerne des masses d'eau côtières et des masses d'eau de transition : toutes les masses d'eau côtières du littoral Artois Picardie, celles situées à proximité de grands estuaires (sud baie de Seine, sortie de la baie de Vilaine), et quelques lagunes méditerranéennes dont une en Corse. L'évaluation en état médiocre (5 masses d'eau) ne concerne que des masses d'eau de transition : baie de Somme en Artois Picardie, et quatre lagunes méditerranéennes. L'évaluation en état mauvais (5 masses d'eau) ne concerne que des lagunes méditerranéennes dont une en Corse.

Il faut noter cependant que dans certains cas, en particulier pour les eaux de transition, le nombre de données n'est pas encore suffisant pour une évaluation fiable, et que l'évaluation donnée aujourd'hui est susceptible d'être revue.

5.3. Aspects sanitaires : phytoplancton toxique et phycotoxines

Les coquillages sont considérés comme dangereux pour la consommation quand les concentrations en phycotoxines observées dans les coquillages sont supérieures aux seuils sanitaires officiels. En 2012, les méthodes et les seuils sanitaires définis par la réglementation européenne sont les suivants :

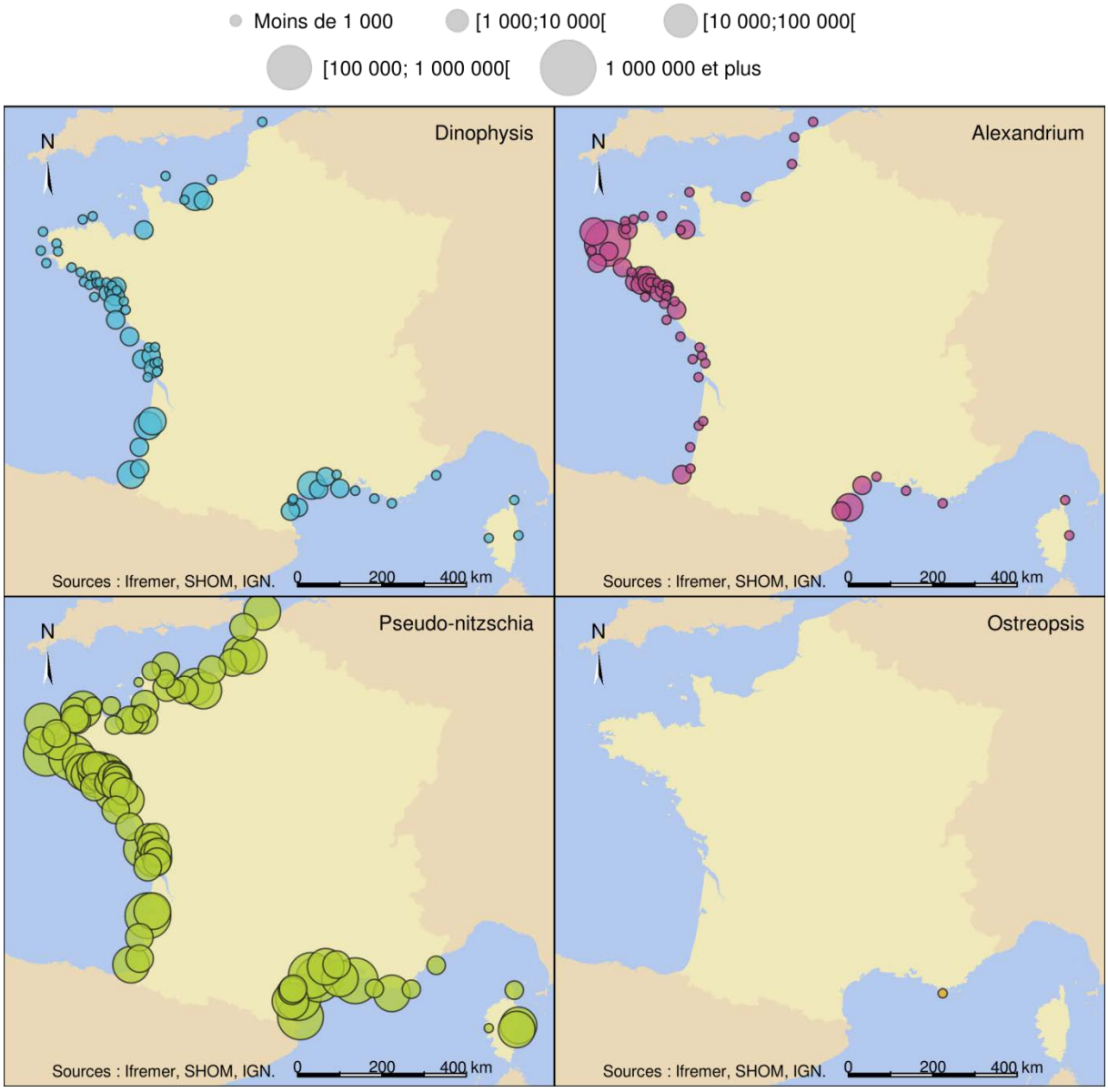
- toxines lipophiles : analyse chimique par CL-SM/SM[15] - 160 µg / kg de chair de coquillage pour les familles AO+DTXs+PTXs[16] et Azaspiracides, 1000 µg / kg pour la famille des Yessotoxines
- toxines paralysantes : bio-essai sur souris - 800 µg / kg de chair de coquillage
- toxines amnésiantes : analyse chimique par CL/UV[17] - 20 mg / kg de chair de coquillage

Les cartes en Figure 5.1 visualisent les zones géographiques dans lesquelles ont été observées en 2012 des espèces phytoplanctoniques susceptibles de produire les phycotoxines citées ci-dessus : *Dinophysis* pour les toxines lipophiles, *Alexandrium* pour les toxines paralysantes, *Pseudo-nitzschia* pour les toxines amnésiantes, *Ostreopsis* pour les palytoxines. On constate que pour les trois premiers cas, les espèces phytoplanctoniques en cause sont globalement observées sur toutes les façades, mais que les concentrations maximales sont beaucoup plus importantes pour *Pseudo-nitzschia* -très souvent supérieures à 100 000 cellules par litre et même à un million- alors qu'elles sont souvent inférieures à 10 000 cellules par litre pour *Dinophysis*, et toujours (à une exception près) inférieures à 100 000 cellules par litre pour *Alexandrium. Ostreopsis* n'est observé qu'en Méditerranée, dans une seule zone et avec des concentrations très faibles.

[15] CL-SM/SM = Chromatographie Liquide par Spectrométrie de Masse

[16] AO+DTXs+PTXs = Acide Okadaïque + Dinophysistoxines + Pectenotoxines

[17] CL/UV = Chromatographie Liquide / Ultra-Violet



Dinophysis : potentiellement producteur de toxines lipophiles
Alexandrium : potentiellement producteur de toxines paralysantes
Pseudo-nitzschia : potentiellement producteur de toxines amnésiantes
Ostreopsis : potentiellement producteur de palytoxines

Figure 5.1 : Zones pour lesquelles ont été observées en 2012 des espèces phytoplanctoniques potentiellement productrices de phycotoxines : concentration maximale en cellules par litre, par zone sur l'année

Les cartes en Figure 5.2 visualisent la répartition des épisodes toxiques liés aux phycotoxines en 2012. Des épisodes de contamination des coquillages liés à la présence de phycotoxines ont été observés sur les trois façades pour les toxines lipophiles, en Manche et/ou Atlantique pour les toxines paralysantes (PSP) et amnésiantes (ASP). La présence de palytoxines n'a pas été détectée en Méditerranée.

DSP : toxines lipophiles
PSP : toxines paralysantes
ASP : toxines amnésiantes

Figure 5.2 : Zones et coquillages touchés en 2012 par la présence de phycotoxines en concentration supérieure aux seuils sanitaires (voir détail des coquillages dans l'*annexe REPHY 7*)

5.3.1. Toxines lipophiles, incluant les toxines DSP

Les résultats obtenus sur toutes les zones du littoral français sont présentés dans un tableau figurant en annexe REPHY 3 : concentration maximale par mois pour *Dinophysis,* et résultat maximal par mois et par coquillage pour les analyses de toxines. Les correspondances nom latin / nom français pour les coquillages sont indiquées en annexe REPHY 7.

Des épisodes toxiques ont été observés dans plusieurs régions du littoral, sur divers coquillages et à différentes époques de l'année :

- baie de Seine : dans les moules, en août
- Bretagne ouest : principalement dans les donax, entre avril et septembre
- Finistère sud et Morbihan : principalement dans les moules, entre avril-mai et juillet-août
- Vendée et Charente : dans divers coquillages (moules, donax, huîtres, spisules), sur une durée réduite entre mai et juin
- bassin d'Arcachon : dans tous les coquillages exploités (moules, huîtres, coques, palourdes), entre avril et juin
- lac d'Hossegor : dans les huîtres, en avril
- étang de Salses Leucate : dans moules et huîtres, en hiver
- étangs palavasiens : dans les moules en hiver

Ces épisodes sont tous expliqués par la présence du groupe des toxines réglementées AO+DTXs+PTXs, pour lequel le seuil sanitaire réglementaire est de 160 µg/kg. Un épisode toxique caractérisé par des toxicités extrêmement importantes a été observé dans le bassin d'Arcachon entre avril et juin : jusqu'à 37 300 µg/kg dans les moules, 11 750 dans les coques, 2280 dans les palourdes et 890 dans les huîtres. En dehors de cet épisode, les toxicités maximales observées dans les différents coquillages sont les suivantes : (i) pour les moules et les huîtres, dans l'étang de Salses-Leucate avec respectivement 2430 et 1040 µg/kg, (ii) pour les donax, en aval de la Gironde avec 1380 µg/kg, (iii) pour les spisules, en nord Vendée avec 280 µg/kg. Les coquilles St Jacques, pétoncles, amandes, praires, palourdes roses, n'ont été touchées dans aucune zone par des toxicités supérieures au seuil sanitaire.

Pour les deux autres groupes réglementés, les résultats ont toujours été largement inférieurs aux seuils sanitaires : les azaspiracides ont été observées dans une seule zone du Finistère avec une toxicité très faible (30 µg/kg au maximum, pour un seuil sanitaire de 160) ; les yessotoxines ont été détectées dans de nombreuses zones, surtout en Atlantique, mais les toxicités sont toujours restées très faibles au regard du seuil sanitaire (égale à 1 000 µg/kg), le maximum ayant été observé au large du Morbihan, avec 136 µg/kg.

Les épisodes de toxicité ont été la plupart du temps précédés de développements de *Dinophysis* dans la même zone ou dans une zone adjacente, à des concentrations différentes selon les cas :

- inférieures à 1 000 cellules par litre : Douarnenez, Groix, Etel, Pertuis d'Antioche, Marennes-Oléron, aval Gironde
- comprises entre 1 000 et 10 000 cellules par litre : baie de Vilaine, Vendée nord, Ré-Oléron, Pertuis de Maumusson, lac d'Hossegor, étangs de Salses Leucate et palavasiens
- supérieures à 10 000 cellules par litre (baie de Seine et bassin d'Arcachon) ; dans ces deux derniers cas, les concentrations ont atteint 14 500 cellules par litre en baie de Seine en août, 54 000 cellules par litre dans le bassin d'Arcachon en avril, proliférations immédiatement suivies d'un épisode toxique dans ces deux zones, sachant que le record de concentrations en *Dinophysis* correspond au record de toxicité dans les coquillages d'Arcachon

A l'inverse, certains épisodes de toxicité n'ont pas été précédés d'observations de *Dinophysis* (Iroise-Camaret et baie de Concarneau) : l'explication la plus probable est que les concentrations de *Dinophysis* ont été trop faibles pour que les cellules puissent être détectées au microscope. C'est cette particularité qui a conduit à une surveillance en partie systématique des toxines lipophiles dans les zones à risque, y compris si *Dinophysis* n'est pas détecté. A l'inverse, des concentrations supérieures à 1000 cellules par litre, et donc non négligeables, n'ont pas conduit à des épisodes toxiques : c'est le cas par exemple au Croisic, au large de la Loire, dans l'étang de Thau et sur la côte camarguaise. Ceci peut s'expliquer par le fait que certaines espèces de *Dinophysis* ne sont pas toxiques ou que la toxicité n'est pas toujours le même selon l'état physiologique des cellules

En termes de tendances, les épisodes de toxicité lipophile sont relativement stables depuis plusieurs années, touchant des zones similaires d'une année à l'autre, avec une variété assez importante de coquillages touchés.

5.3.2. Toxines paralysantes (PSP)

Les résultats obtenus sur toutes les zones du littoral français sont présentés dans un tableau figurant en annexe REPHY 4 : concentration maximale par mois pour *Alexandrium* et résultat maximal par mois et par coquillage pour les tests de toxicité. Les correspondances nom latin / nom français pour les coquillages sont indiquées en annexe REPHY 7.

Un épisode de toxicité PSP a été observé dans deux zones de Bretagne ouest : Rade de Brest en juillet, et Aber Wrach en août. L'épisode de la rade de Brest a conduit à des toxicités particulièrement fortes : 8 320 µg/kg dans les moules, et 1 730 dans les huîtres, sachant que le seuil sanitaire pour ces toxines est de 800 µg/kg. De telles contaminations sont susceptibles de provoquer des intoxications très graves, voire mortelles. Cet épisode avait été précédé de proliférations exceptionnellement importantes d'*Alexandrium* : jusqu'à 4 174 000 cellules par litre. Dans l'Aber Wrach, la toxicité a atteint 1 110 µg/kg dans les moules, suite à une prolifération d'*Alexandrium*, dont le maximum était 16 500 cellules par litre.

La seule autre zone ayant connu un développement d'*Alexandrium* supérieur à 10 000 cellules par litre est l'étang des Capellans (Languedoc), avec un maximum de 22 300 cellules par litre, qui a conduit à la présence de traces de toxines dans les palourdes (440 µg/kg) sans atteindre le seuil sanitaire. Dans toutes les autres zones, *Alexandrium* n'a été observé qu'à des concentrations inférieures à 10 000 cellules par litre et aucune trace de toxines PSP n'a été observée.

En termes de tendances, les épisodes de toxicité PSP sont très rares depuis plusieurs années sur l'ensemble du littoral. L'épisode de la rade de Brest, avec une ampleur exceptionnelle tant en concentrations cellulaires qu'en toxicité, rappelle que de nouvelles zones peuvent être touchées et qu'il faut rester vigilant, ces toxines PSP étant particulièrement dangereuses.

5.3.3. Toxines amnésiantes (ASP)

Les résultats obtenus sur toutes les zones du littoral français sont présentés dans un tableau figurant en annexe REPHY 5 : concentration maximale par mois pour *Pseudo-nitzschia* et résultat maximal par mois et par coquillage pour les analyses de toxines. Les correspondances nom latin / nom français pour les coquillages sont indiquées en annexe REPHY 7.

Les épisodes de toxicité ASP ont concerné en 2012 de nombreuses zones en Normandie et Bretagne ouest et sud, et une zone du Pertuis Breton. Ils n'ont affecté que les coquilles St Jacques, à l'exception de la baie de Douarnenez pour laquelle des donax ont été contaminées à hauteur de 36 mg/kg, sachant que le seuil sanitaire est de 20. En Normandie, les toxicités ont été fortes, avec un maximum de 300 mg/kg en baie de Seine. En Bretagne, elles ont été plus faibles avec un maximum de 95 aux Glénan (Finistère sud).

Dans la plupart des cas, ces épisodes de toxicité sont difficiles à relier directement à des proliférations de *Pseudo-nitzschia*. En effet, la stratégie de surveillance appliquée aux coquillages de pêche en gisements profonds, comme les coquilles St Jacques et les pétoncles, permet de connaître l'état de la contamination seulement pendant les périodes de pêche. Pour ces coquillages, l'information sur le phytoplancton toxique présent à proximité des coquilles est le plus souvent indisponible, les prélèvements d'eau ne pouvant être effectués à grande profondeur dans le contexte de la surveillance REPHY. En outre, les périodes de contamination des coquilles St Jacques en toxines ASP sont souvent très longues, pouvant durer plusieurs mois après disparition de l'espèce toxique responsable : pour de nombreuses zones, les épisodes 2012 sont un prolongement de ceux de 2011, et donc la conséquence de proliférations antérieures de *Pseudo-nitzschia*.

Quoiqu'il en soit, comme les années antérieures, des proliférations de *Pseudo-nitzschia* sont observées sur l'ensemble du littoral (*cf.* figure 5.1.) avec des concentrations dépassant souvent 100 000 cellules par litre, et même dans plusieurs zones le million de cellules par litre, par exemple en Bretagne ouest et sud (Audierne, Concarneau, Quiberon), à Arcachon, sur les côtes catalane et languedocienne, dans l'étang de Thau et dans le golfe de Fos, le maximum étant de 4 725 000 cellules par litre à Audierne en septembre.

En termes de tendances, les épisodes de toxicité ASP touchent essentiellement les coquilles St Jacques, tous les ans depuis 2006, à l'exception de l'année 2010 qui avait été une année totalement atypique avec diverses espèces de coquillages affectées. A ce titre, l'année 2012 est une année qui se situe plutôt dans la série moyenne sur la période 2006-2012.

5.3.4. Palytoxines

Le tableau en annexe REPHY 6 détaille les résultats par mois des concentrations maximales pour *Ostreopsis* et donne une indication sur les résultats obtenus pour les palytoxines. L'information sur le phytoplancton est disponible sur l'ensemble du littoral, par contre les palytoxines ne sont recherchées qu'en Méditerranée, car seule cette façade est à risque actuellement pour ces toxines.

Ostreopsis est une espèce benthique, qui vit principalement sur un substrat (par exemple sur les macro-algues). Elle n'est donc observée en grande quantité dans la colonne d'eau qu'après brassage des eaux à la suite de forts coups de vent : c'est aussi dans ces conditions qu'elle devient dangereuse puisque les toxines sont alors disséminées dans les embruns. Ainsi, les concentrations observées dans l'eau ne représentent pas la totalité des cellules présentes dans la zone, mais elles permettent de prévoir d'éventuels épisodes toxiques.

En 2012, *Ostreopsis* n'a jamais été observé dans la colonne d'eau dans le cadre du REPHY, à l'exception d'une fois en rade de Toulon en mai, avec une concentration très faible (100 cellules par litre). Le seuil d'alerte pour *Ostreopsis* (égal à 4000 cellules par litre) n'ayant jamais été atteint, et en accord avec la stratégie définie, la recherche des palytoxines n'a donc été faite que sur des oursins en période de pêche professionnelle, c'est-à-dire de janvier à avril et de novembre à décembre. Quatre zones d'oursins étaient concernées : la Côte Bleue, Frioul (rade de Marseille), les îles Embiez, et le golfe d'Ajaccio en Corse. Les résultats de ces analyses sont tous inférieurs aux seuils de détection, ce qui est cohérent avec l'absence d'*Ostreopsis* en 2012.

6. ROCCH : Réseau d'observation de la contamination chimique

6.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre du ROCCH

Les moules et les huîtres sont ici utilisées comme indicateurs quantitatifs de contamination. Ces mollusques possèdent en effet, comme de nombreux organismes vivants, la propriété de concentrer certains contaminants chimiques présents dans le milieu où ils vivent (métaux, contaminants organiques hydrophobes). Le processus de bioaccumulation est lent et peut nécessiter plusieurs mois de présence d'un coquillage sur un site pour que sa concentration en contaminant soit représentative de la contamination du milieu ambiant. On voit ainsi l'avantage d'utiliser de tels indicateurs : concentrations plus élevées que dans l'eau, facilitant les analyses et les manipulations d'échantillons ; représentativité de l'état chronique du milieu permettant de s'affranchir des fluctuations rapides de celui-ci. C'est pourquoi de nombreux pays ont développé des réseaux de surveillance basés sur cette technique sous le terme générique de « Mussel Watch ».

De 1979 à 2007, le principal outil de connaissance des niveaux de contamination chimique du littoral était constitué par le suivi RNO basé sur ce principe. Les résultats servaient également à l'évaluation sanitaire des zones conchylicoles d'où provenaient les mollusques utilisés. Depuis 2008 le suivi chimique ROCCH coordonné et réalisé par l'Ifremer ne concerne plus que les trois métaux réglementés (Cd, Hg et Pb) au titre de la surveillance sanitaire des zones de production conchylicole, pour le compte de la DGAL.

Cependant, à l'initiative de l'Ifremer, les échantillons donnent également lieu à l'analyse de cinq métaux non réglementés, zinc, cuivre, argent, nickel et chrome. Les résultats acquis pour les huit métaux sont présentés ici. A partir de 2009, le nombre de points de prélèvements et taxons cibles a été augmenté de façon à couvrir au mieux les zones de production et les espèces commercialisées. Cependant ne seront présentés ici que les résultats acquis sur les moules et les huîtres, le nombre d'échantillons concernant d'autres espèces étant trop limité pour une exploitation statistique.

Concentrations maximales admises dans les coquillages destinés à la consommation humaine

(Règlements CE 466/2001 et CE 221/2002)

Métal	mg.kg^{-1} poids frais	Equivalence approximative mg.kg^{-1} poids sec
Cadmium	1,0	5,0
Mercure	0,5	2,5
Plomb	1,5	7,5

6.2. Résultats de la surveillance chimique

Dans ce qui suit, deux éléments sont pris en compte, d'une part l'évolution de la médiane nationale (déterminée sur une base de cinq ans) pour connaître l'évolution de la contamination chimique à l'échelle de l'ensemble du littoral (figures 6.1, 6.3 et 6.4), d'autre part le positionnement local par rapport à cette médiane nationale pour la même espèce (figures 6.2 et 6.5). Pour identifier les secteurs de surveillance soumis à des contaminations chimiques significatives, nous avons arbitrairement identifié quatre classes : la première, de 0 à 2 fois la médiane nationale, correspond à des sites sans contamination particulière ; la dernière, plus de 6 fois la médiane nationale, correspond à des sites particulièrement contaminés par le métal considéré. Des niveaux supérieurs à 20 fois la médiane nationale peuvent être observés pour certains contaminants.

Mercure (Hg)

Le mercure est un élément rare de la croûte terrestre et le seul métal volatil. Naturel ou anthropique, il peut être transporté en grandes quantités par l'atmosphère. Les sources naturelles en sont le dégazage de l'écorce terrestre, les feux de forêt, le volcanisme et le lessivage des sols. Les sources anthropiques sont constituées par les processus de combustion (charbon, pétrole, ordures ménagères, etc.), de la fabrication de la soude et du chlore ainsi que de l'orpaillage. Sa très forte toxicité a mené à de nombreuses réglementations d'utilisation et de rejet. Le mercure est un contaminant réglementé au niveau de la protection sanitaire (le niveau maximum admis pour la consommation humaine de coquillages est de 0,5 $mg.kg^{-1}$, poids frais, soit approximativement 2,5 $mg.kg^{-1}$, poids sec). Il est également l'un des quatre métaux prioritaires retenus au titre de la surveillance chimique de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE).

Le niveau de contamination (médiane nationale, figure 6.1) évolue peu sur les 30 ans de suivi et il apparaît une différence significative entre huître et moule (le ratio huître/moule est évalué à 1,5).

Les contaminations les plus importantes (figure 6.2) sont localisées dans la baie du Lazaret en rade de Toulon (4,2 fois la médiane nationale), dans le Pays de Caux (x 3,7 à Yport), et en rade de Marseille (x 2,03 à 2,4). Partout ailleurs, les rapports à la médiane nationale sont compris entre 0,4 et 1,7. A noter qu'au niveau international, le littoral français ne présente pas de problème majeur en ce qui concerne le mercure.

Plomb (Pb)

Depuis l'abandon du plomb-tétraéthyle dans les essences, les usages principaux de ce métal restent la fabrication d'accumulateurs et l'industrie chimique. Son cycle atmosphérique est très important et constitue une source majeure d'apport à l'environnement. Le plomb est un contaminant réglementé au niveau de la protection sanitaire (1,5 $mg.kg^{-1}$ p.h., soit environ 7,5 $mg.kg^{-1}$, poids sec) et l'un des quatre métaux prioritaires retenus au titre de la surveillance chimique DCE.

Le niveau de contamination (médiane nationale, figure.6.1) est en très légère décroissance sur la décennie actuelle, mais les baisses les plus significatives ont été observées pendant la décennie précédente, suite à l'introduction et la généralisation des essences sans plomb. Il n'apparaît pas de différence significative entre huître et moule. La différence apparente dans les années 1980-1990 est fortuite et due au fait que le suivi des sites anciennement les plus contaminés était majoritairement basé sur les moules.

La contamination la plus importante (figure 6.2) est localisée dans la Baie du Lazaret en rade de Toulon (5,9 fois la médiane nationale). Les autres sites impactés par le plomb se situent à l'embouchure de l'Hérault (x 3,9), en rade de Marseille (de 2,01 à 3,5 fois la médiane nationale), dans l'étang de l'Ayrolle sur le littoral de l'Aude (x 2,4), à Hendaye (x 2,4), dans l'estuaire de la Seine (x 2,7 au Cap de la Hève) et à l'embouchure de l'Aulne en rade de Brest (x 3,8), en relation très probable avec les anciennes mines de plomb argentifères des monts d'Arrée d'Huelgoat et de Poullaouen. La Gironde apparaît sur la carte dans la classe de 2 à 4 fois la médiane nationale mais le ratio réel de 2,02 ne traduit pas de contamination significative.

Cadmium (Cd)

Les principales utilisations du cadmium sont les traitements de surface, les industries électriques et électroniques et la production de pigments colorés surtout destinés aux matières plastiques. A noter que les pigments cadmiés sont désormais prohibés dans les plastiques alimentaires. Dans l'environnement, les autres sources de cadmium sont la combustion du pétrole ainsi que l'utilisation de certains engrais chimiques où il est présent à l'état d'impureté.

Le renforcement des réglementations de l'usage du cadmium et l'arrêt de certaines activités notoirement polluantes s'est traduit par une baisse générale des niveaux de présence observés. Le cadmium est un

contaminant réglementé au niveau de la protection sanitaire (1,0 mg.kg^{-1} p.h., soit environ 5,0 mg.kg^{-1}, poids sec) et est un des 4 métaux prioritaires retenus au titre de la surveillance chimique DCE).

Le niveau de contamination (médiane nationale, figure 6.1) continue à décroître légèrement sur la décennie actuelle. Il existe une différence significative du taux de bioaccumulation entre huître et moule (le ratio huître/moule est évalué à 2,3).

Les plus fortes contaminations (figure 6.2) sont toujours observées au débouché de la Gironde qui reste sous l'effet des apports en cadmium des sédiments fluviaux du Lot, contaminés par les anciens rejets industriels du bassin de Decazeville, très en amont de l'estuaire. Cette contamination, à présent historique, atteint 19,4 fois la médiane nationale au point de suivi de "La Fosse", 11,4 fois à "Pontaillac", 4,1 fois à "Palmyre", et se prolonge de façon beaucoup moins marquée jusque dans le Bassin ostréicole de Marennes-Oléron (jusqu'à 1,9 fois aux Palles et à Mus de loup). Par contre l'amont de l'estuaire de la Seudre présente une contamination importante et encore inexpliquée (x 3,4 à L'Eguille) Le second site de forte contamination est l'étang de Bages sur la côte du Languedoc Roussillon , consécutif aux anciens rejets industriels d'une usine de colorants utilisant des pigments à base de cadmium. (5,6 fois la médiane nationale en 2011 mais pas de mesure en 2012 et de ce fait absent sur la carte) Les autres secteurs présentant des médianes significativement supérieures à la médiane nationale se localisent en Corse (x 2,5 à Ajaccio et Sant'amanza), dans le panache de la Seine (x 2,1 à 2,7), à l'embouchure de l'Aulne (x 2,8) et de la Loire (x 2,6).

Cuivre (Cu)

Hormis tous les usages industriels du cuivre, ce métal est également utilisé dans les algicides et les peintures antisalissure des navires, surtout depuis le bannissement du tributylétain (TBT). Par contre il entre dans le métabolisme de nombreux mollusques, dont les moules. De fait, ces bivalves sont de très mauvais indicateurs pour le cuivre car ils en régulent leur contenu autour de 7 mg.kg^{-1},p.s. C'est pourquoi les résultats dans les moules ne sont pas présentés ici.

Dans les huîtres, le niveau de contamination (médiane nationale, figure 6.1) croit de façon continue depuis le début des années 1980 jusqu'au début de l'actuelle décennie. On observe ensuite un palier suivi d'un début de décroissance. L'augmentation observée précédemment est sans doute à mettre en parallèle avec la réglementation de plus en plus contraignante du TBT dans les peintures antisalissure, initiée en 1982 pour les navires de moins de 25 mètres, étendue à tous les navires sauf ceux de la Marine Nationale en 2003, et aboutissant à son interdiction totale en 2008.

A l'échelle locale (figure 6.2), les plus fortes concentrations sont observées en Gironde (jusqu'à 7,3 fois la médiane nationale), vraisemblablement liées aux activités minières responsables de la contamination par le cadmium. Le schéma spatial de distribution est d'ailleurs le même que pour ce dernier avec une influence sur le bassin de Marennes-Oléron (x 3,1 aux Palles). Le secteur de La Rochelle présente également de forts niveaux de présence (x 5,0 au point "Escalier Gaillard").

Chrome (Cr)

Le chrome est l'un des métaux les plus utilisés dans le monde et peut donc être rejeté en quantités significatives dans l'atmosphère et les milieux aquatiques. Sa toxicité dépend de sa forme chimique. La forme oxydée Cr(IV) est toxique et cancérigène. Initié en 2001 dans le cadre du RNO, le suivi du chrome est désormais interrompu. Il est donc traité ici pour la dernière fois.

La série temporelle pour ce métal est trop courte pour autoriser des conclusions très affirmatives (figure 6.3). Une légère différence de taux de bioaccumulation existe entre huître et moule, cette fois à l'avantage des moules (le ratio huître/moule est estimé à 0,7).

A l'échelle locale (figure 6.5), aucune contamination massive n'est observée. Cependant, certains sites montrent des concentrations en chrome significativement plus élevées que le reste du littoral. Ils se

trouvent dans des zones industrialisées ou sous l'influence d'apports fluviaux : la rade de Lorient et l'embouchure de l'Adour (3,3 fois la médiane nationale), l'estuaire et la baie de Seine (x 2,2 à 3,2), la Gironde (x 2,8), la région de Boulogne - Ambleteuse (x 2,3) et la baie de Douarnenez (x 2,2).

Nickel (Ni)

Le nickel entre dans la composition de l'acier inoxydable et de certains pigments. Il est également utilisé comme catalyseur dans l'industrie chimique. Cependant, les principales sources de nickel dans les milieux aquatiques sont les eaux usées domestiques et les boues de station d'épuration ainsi que, via l'atmosphère, la combustion du pétrole et du bois. Dans le cadre du ROCCH il n'est mesuré que depuis 1999.

Aucune tendance ne se dessine à l'échelle nationale sur les 11 premières années de suivi (figure 6.3). Par contre les dernières années montrent une évolution contradictoire entre huîtres et moules. Il existe une différence de taux de bioaccumulation entre huître et moule, cette fois encore à l'avantage des moules (le ratio huître/moule est estimé à 0,7).

Géographiquement (figure 6.5), les seules parties de littoral présentant des teneurs en nickel significativement supérieures à la médiane nationale sont l'estuaire de la Seine et le Pays de Caux situé dans son panache (2,4 à 2,6 fois la médiane nationale), Les Saintes Maries de la mer (x 2,5), et la Gironde de façon non significative (x 2,1).

Zinc (Zn)

Le zinc a des usages voisins de ceux du cadmium auxquels il faut ajouter les peintures antirouille et l'industrie pharmaceutique. Il est peu toxique pour l'homme mais peut perturber la croissance des larves d'huîtres. Les sources de zinc dans les milieux aquatiques peuvent être industrielles et domestiques, mais également agricole car il est présent en quantités significatives comme impureté dans certains engrais phosphatés.

La différence de bioaccumulation du zinc par les moules et les huîtres est telle que nous avons dû présenter les deux séries temporelles sur deux graphiques différents (figure 6.4). Le ratio huître/moule est estimé à 20. A l'échelle nationale une baisse sensible des niveaux de contamination est observée sur la dernière décennie, plus nette dans les moules.

A l'échelle locale aucune contamination spectaculaire n'apparaît mais de nombreux sites, répartis sur tout le littoral, présentent des concentrations en zinc significativement supérieures à la médiane nationale, sans que l'on puisse identifier une typologie particulière (figure 6.5). En ordre géographique nous trouvons l'embouchure de l'Aulne (2,4 fois la médiane nationale), la pointe de Mousterlin (x 2,5), la pointe Castelli au sortir de la Vilaine (x 3,1), la Gironde (x 2,2 à 2,5), et enfin le golfe de Sant'Amanza en Corse (x 2,2). De façon non significative, la carte fait également apparaître le cap Couronne entre Fos et Marseille (x 2,08), les Saintes Maries de la Mer (x 2,01) et la Rance (x 2,05).

Argent (Ag)

Hormis son utilisation en orfèvrerie, l'argent a de nombreux usages en métallurgie, galvanoplastie, électronique et, jusque très récemment, en photographie et donc en radiologie. L'argent présent en milieu côtier provient du lessivage des sols, de la corrosion des équipements industriels et des rejets atmosphériques issus de la combustion des déchets urbains. C'est d'ailleurs un indicateur de pollution urbaine. Mais les sources principales de la contamination en milieu naturel ont longtemps été les effluents des industries photographiques, aujourd'hui progressivement remplacées par le numérique. Les traitements en station d'épuration ne sont pas toujours efficaces pour débarrasser les eaux usées de ce métal. Des études expérimentales ont montré que l'argent est très toxique pour les larves des mollusques. En revanche, les individus ayant dépassé le stade larvaire supportent des expositions prolongées en même temps qu'ils accumulent des quantités importantes de ce métal. L'argent n'est mesuré dans le cadre du ROCCH que depuis 2003.

Comme pour le zinc, la différence de bioaccumulation entre moules et huîtres est telle que nous avons dû présenter les deux séries temporelles sur deux graphiques différents (figure 6.4). Le ratio huître/moule est ici fortement biaisé (≈ 110) du fait que la majorité des points à huîtres sont situés dans des zones contaminées. La réalité est plus proche de 50, vérifiable en comparant les concentrations huîtres/moules sur les quelques sites non contaminés (cf. bulletin RNO 2006). Bien que les séries temporelles soient courtes (9 ans) elles montrent des profils très différents, voire contradictoires, entre les moules et les huîtres. Ce phénomène est dû fortuitement à la répartition moules - huîtres entre des sites évoluant différemment. En effet, une tendance à la diminution de la contamination se dessine clairement dans les huîtres alors que les moules présentent au mieux une stabilisation des niveaux sur les six dernières années. De fait, si l'on calcule le ratio huître/moule non plus globalement mais chaque année sur l'ensemble des observations, celui-ci diminue de 136 à 98 entre 2003 et 2011. Dans ces conditions, seule une analyse des données brutes région par région peut donner une idée de la situation réelle. On se reportera pour ces informations aux bulletins régionaux de la surveillance édités chaque année par Ifremer.

Géographiquement (figure 6.5), de nombreux sites présentent des niveaux de contamination particulièrement élevés, en particulier l'estuaire et la baie de Seine ainsi que le Pays de Caux (de 3,5 à 19,3 fois la médiane nationale). Les données brutes montrent cependant une diminution régulière de la contamination de l'estuaire de Seine. Vers le nord, on observe un gradient décroissant (x 3,6 à Varengeville, x 3,1 à la pointe de St Quentin, x 2,8 à Berk) suivi d'une remontée vers Boulogne (x 3,3 à Ambleteuse). La Gironde apporte également des quantités importantes d'argent au milieu marin (x 10,7 et 8,7 respectivement à "La Fosse" et "Pontaillac") qui se retrouvent en partie dans le bassin de Marennes-Oléron (x 2,5 à 4,2). Enfin, quelques sites isolés présentent des teneurs significativement supérieures à la médiane nationale ; l'embouchure de l'Aulne (x 4,4), la pointe de Mousterlin (x 3,4). Fait remarquable, tous les sites du littoral méditerranéen présentent des teneurs en argent égales (étang du Prévost) ou inférieures à la médiane nationale de ces 5 dernières années.

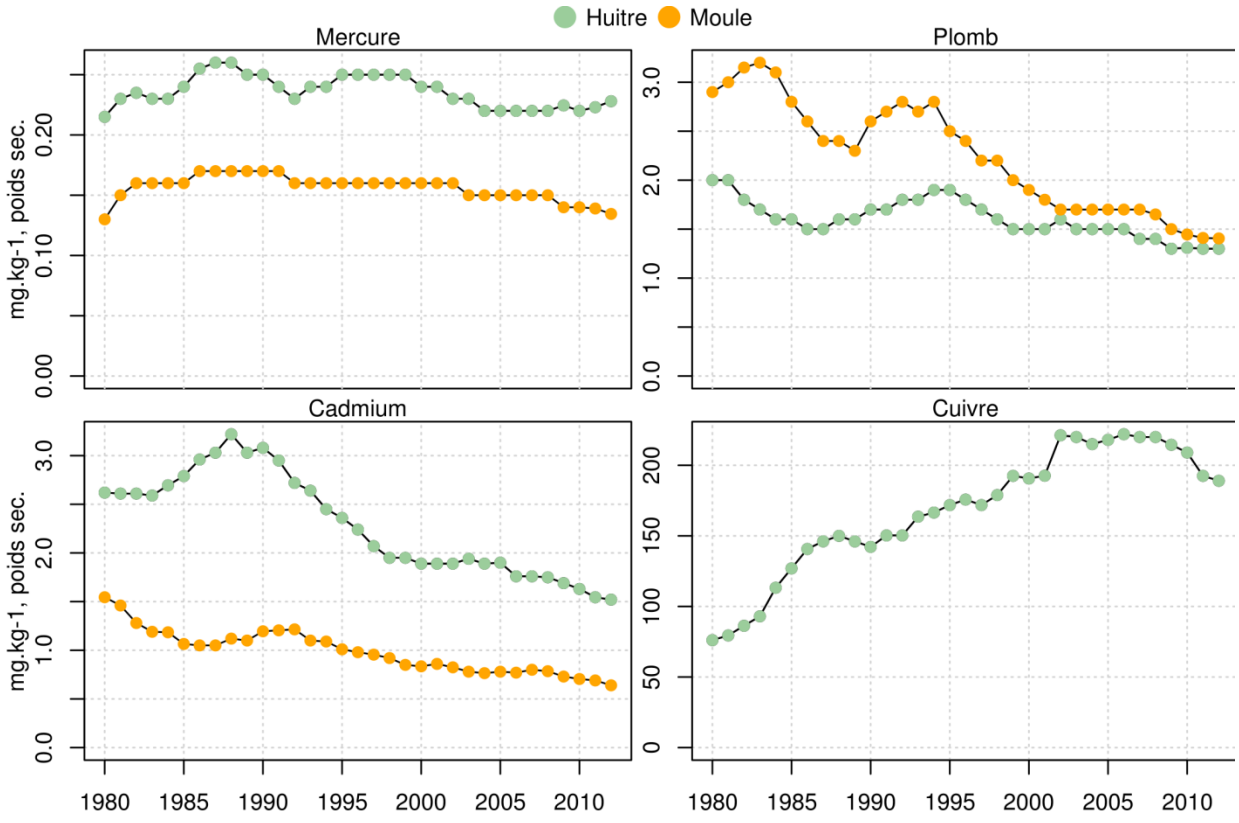


Figure 6.1 - Surveillance chimique. Evolution de la contamination par le mercure, le plomb, le cadmium et le cuivre à l'échelle nationale (médianes sur cinq ans exprimées par rapport au poids sec). Les moules régulent le cuivre et ne sont pas de bons indicateurs pour ce métal. Les résultats correspondant ne figurent donc pas ici.

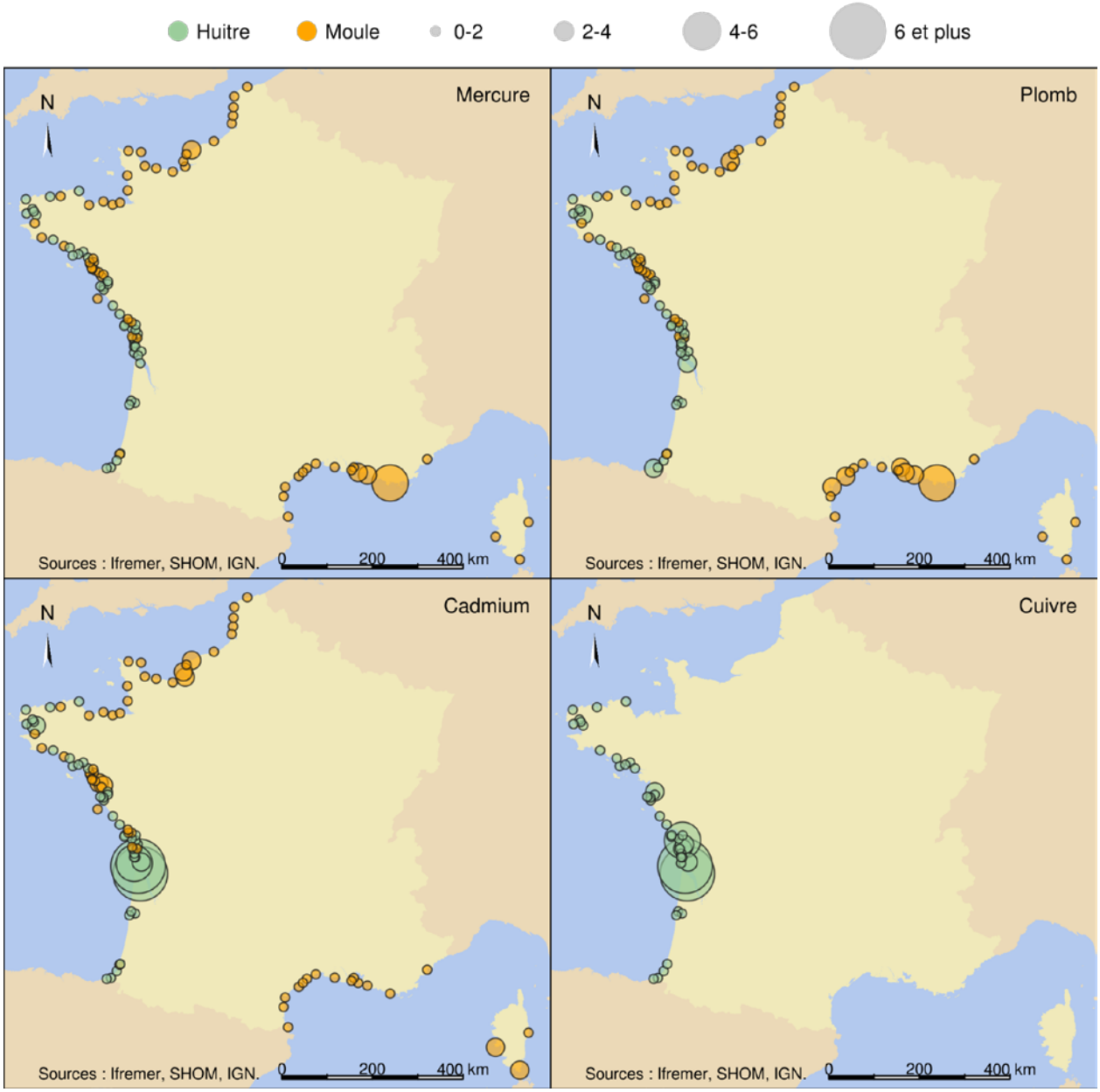


Figure 6.2 - Surveillance chimique. Comparaison des médianes des concentrations en mercure, plomb, cadmium et cuivre à chaque point de prélèvement aux médianes nationales pour les cinq dernières années. Quatre classes ont été identifiées : la première, de 0 à 2 fois la médiane nationale, correspond à des sites sans contamination particulière; la dernière, plus de 6 fois la médiane nationale, correspond à des sites particulièrement contaminés par le métal considéré. Les moules régulent le cuivre et ne sont pas de bons indicateurs pour ce métal. Les résultats correspondant ne figurent donc pas sur la carte.

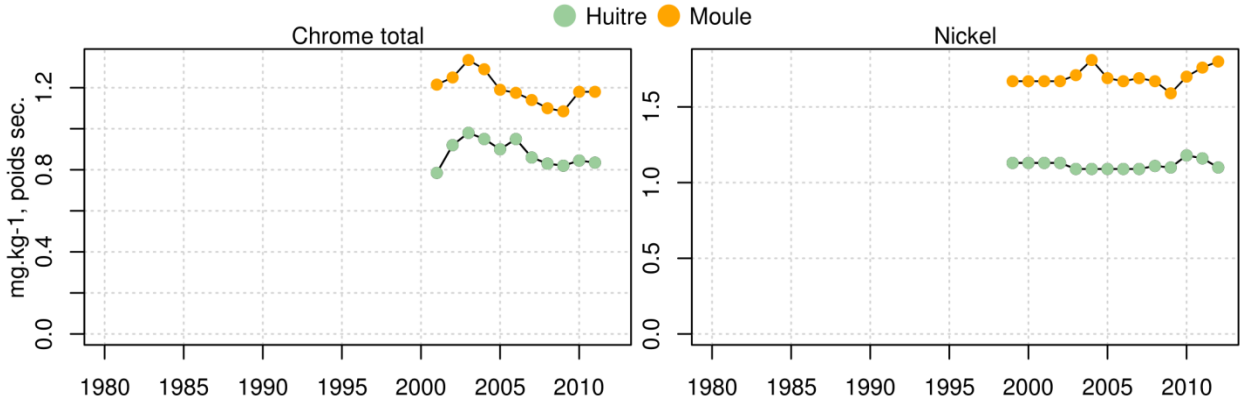


Figure 6.3 - Surveillance chimique. Evolution de la contamination par le chrome et le nickel à l'échelle nationale (médianes sur cinq ans exprimées par rapport au poids sec). Les données disponibles pour le chrome ne permettent pas le calcul d'une médiane pour l'année de référence 2012.

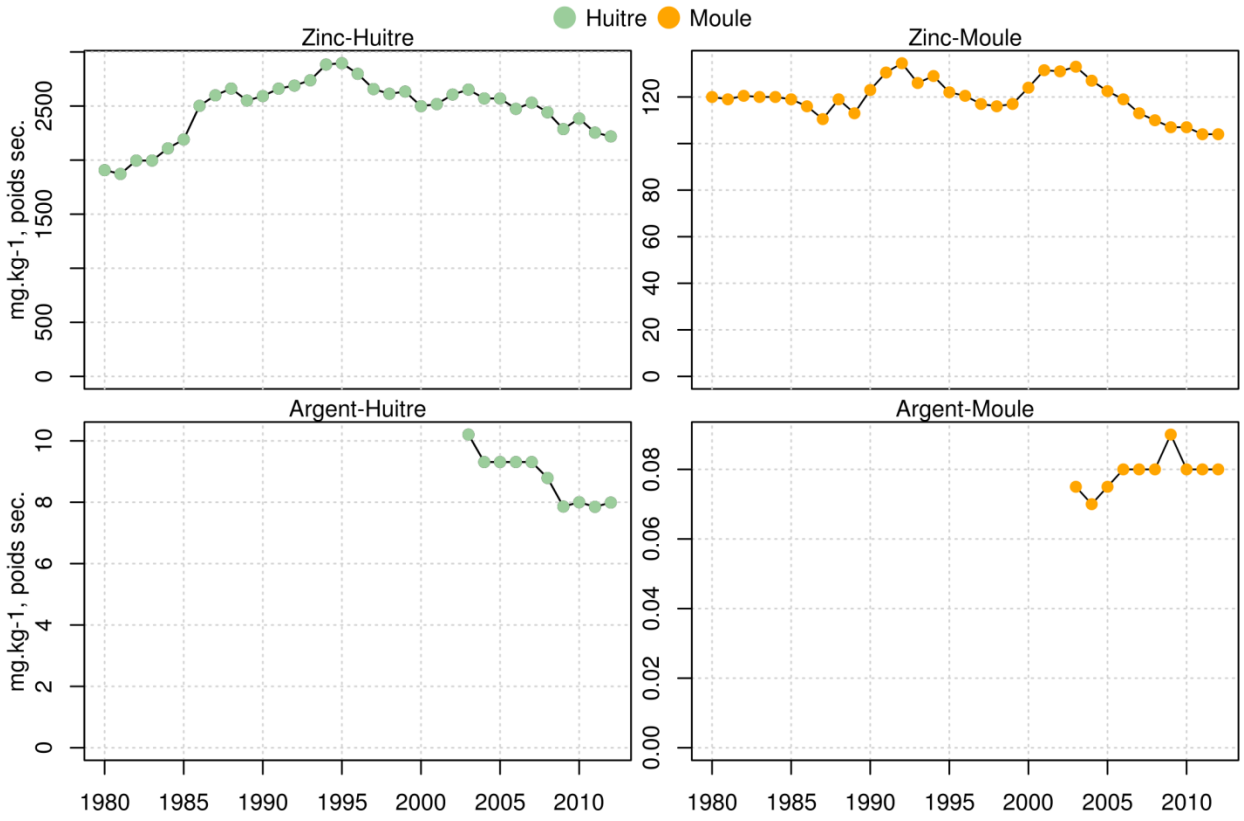


Figure 6.4 - Surveillance chimique. Evolution de la contamination par le zinc et l'argent à l'échelle nationale (médianes sur cinq ans exprimées par rapport au poids sec). Pour ces deux métaux les taux de bioaccumulation des huîtres et des moules sont très différents. C'est pourquoi il n'est pas possible de représenter leurs médianes respectives sur un même graphique (noter les différences d'échelles en ordonnée).

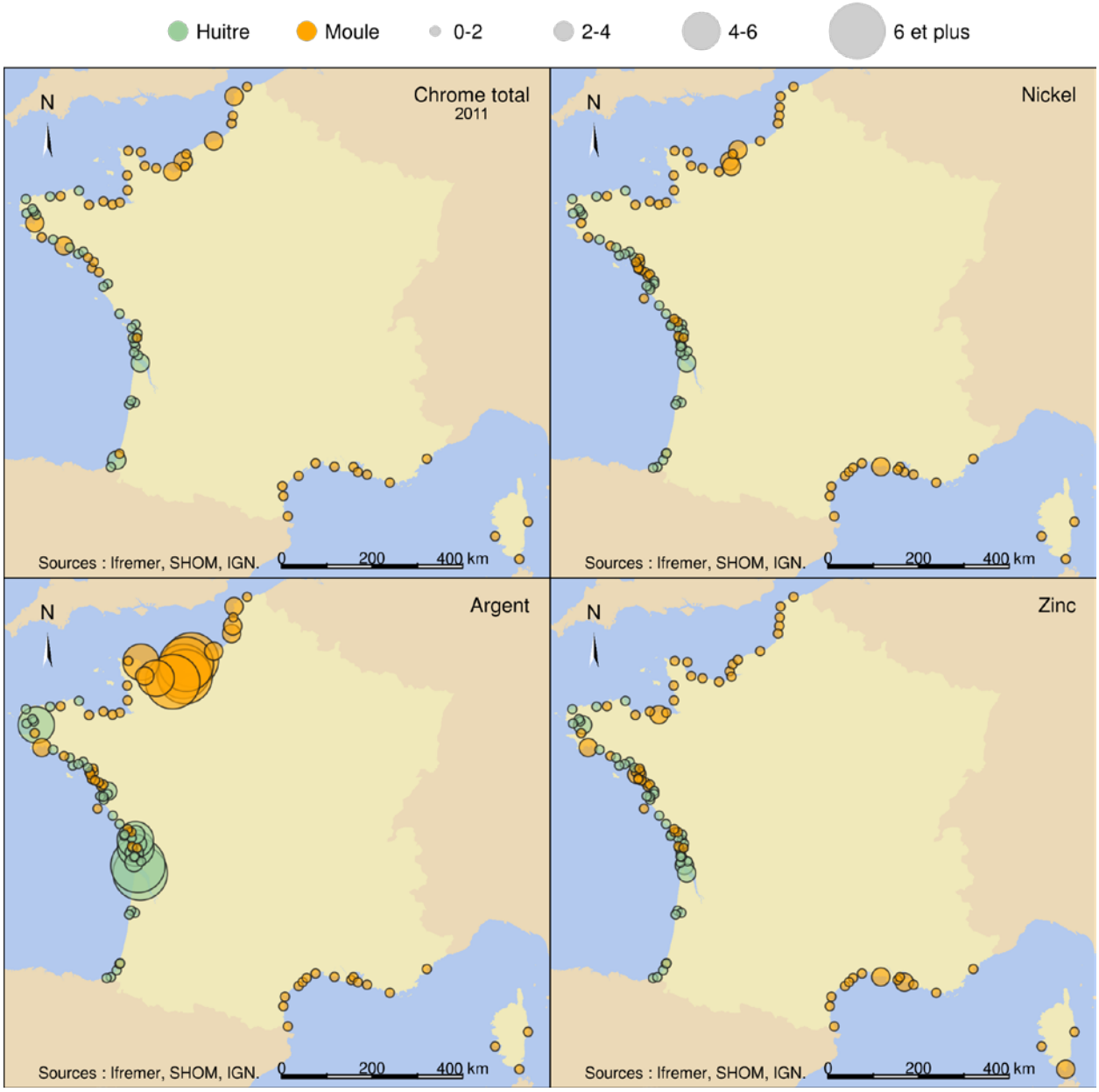


Figure 6.5 - Surveillance chimique. Comparaison des médianes des concentrations en chrome, nickel, argent et zinc à chaque point de prélèvement aux médianes nationales. Quatre classes ont été identifiées : la première, de 0 à 2 fois la médiane nationale, correspond à des sites sans contamination particulière; la dernière, plus de 6 fois la médiane nationale, correspond à des sites particulièrement contaminés par le métal considéré. Pour le chrome la carte est celle de l'édition précédente de ce bulletin suite à l'interruption du suivi.

Tableau 6.1 : Synthèse de la surveillance chimique par zone de suivi

Zones de suivi	Situations observées
Nord, Pas-de-Calais, Somme	Sur les 5 stations suivies, les concentrations des trois métaux réglementés, **Cd**, **Pb**, **Hg**, sont en-dessous des seuils sanitaires et inférieures ou voisines des médianes nationales. En ce qui concerne les autres métaux, on observe quelques dépassements significatifs de la médiane nationale en argent et chrome.
Seine maritime, Eure, Calvados, Manche	Les points influencés par le panache de la Seine, et dans une moindre mesure par le panache de l'Orne, peuvent présenter des contaminations significatives (Argent, cadmium, mercure). En ce qui concerne les trois métaux réglementés les concentrations sont en dessous des seuils sanitaires et varient de 0,6 à 3,7 fois les médianes nationales.
Ille-et-Vilaine, Côtes d'Armor	Les médianes nationales ne sont jamais significativement dépassées, même pour le zinc en Rance (x 2,05). Les concentrations des 3 métaux réglementés sont en dessous des seuils sanitaires.
Finistère	Les anciennes activités minières de plomb argentifère des Monts d'Arrée expliquent très probablement les niveaux significatifs en plomb et argent dans la partie sud de la Rade de Brest (embouchure de l'Aulne). Des niveaux supérieurs de 2,4 à 2,8 fois la médiane nationale y sont également enregistrés pour le zinc et le cadmium. La pointe de Mousterlin présente une contamination significative en argent et zinc ainsi que la baie de Douarnenez en chrome. Les concentrations des trois métaux réglementés sont en dessous des seuils sanitaires.
Morbihan	Les concentrations des trois métaux réglementés sont inférieures ou comparables aux médianes nationales. Elles sont également toutes en dessous des seuils sanitaires. Seule la rade de Lorient présente des concentrations significativement élevées en chrome.
Loire Atlantique, Vendée	Les médianes nationales ne sont significativement dépassées que pour le zinc à la Pointe Castelli (x 3,7), le cadmium en estuaire de Loire à la Pointe de Chemoulin (x 2,6) et l'argent à la Sennetière en baie de Bourgneuf (x 2,4). Les concentrations des trois métaux réglementés sont en dessous des seuils sanitaires, y compris en Loire.
Charente maritime	Le phénomène majeur de cette région reste la contamination de la Gironde par le cadmium (x 4,1 et 11,4 en rive nord), bien que les plus fortes concentrations se rencontrent sur la rive sud. Ces apports ont toujours une influence visible sur le bassin de Marennes Oléron et la Seudre à l'Eguille présente des concentrations 3,4 fois supérieures la médiane nationale. D'autres contaminations significatives apparaissent en Gironde nord et bassin de Marennes, par l'argent (2,3 à 8,7 fois la médiane nationale), le cuivre (x 2,5 à 7,3), et dans une moindre mesure et en Gironde seulement par le chrome (x 2,8) et le zinc (x 2,5). Les seuils sanitaires en cadmium sont largement dépassés sur la rive nord de la Gironde (pas de conchyliculture) et les concentrations observées dans le bassin de Marennes Oléron en sont proches, et peuvent les dépasser sporadiquement.

Zones de suivi	Situations observées
Gironde, Landes, Pyrénées atlantiques	La Gironde est toujours fortement contaminée par le **cadmium** (19,4 fois la médiane nationale en rive sud à "La Fosse"), bien que les niveaux décroissent. Les apports du fleuve sont également importants en argent (x 10,7), cuivre (x 7,3), et zinc (x 2,5). Sur la côte landaise et dans le bassin d'Arcachon la contamination observée est peu élevée par rapport aux autres sites. La côte basque présente des contaminations significatives en chrome dans l'Adour (x 3,3) et en plomb dans la Bidassoa (2,4 fois la médiane nationale). Les concentrations des trois métaux réglementés sont en dessous des seuils sanitaires, sauf pour le cadmium en Gironde, où ce seuil est largement dépassé.
Languedoc - Roussillon	Cette région peu contaminée est surtout marquée par le problème du cadmium dans l'étang de Bages. Cette pollution, désormais historique, est en diminution régulière mais se situe encore à 5,6 fois la médiane nationale. Les deux seuls autres contaminations significatives concernent le plomb au débouché de l'Hérault (x 3,9) et dans l'étang de l'Ayrolle (2,4 fois la médiane nationale). Les concentrations des trois métaux réglementés sont en dessous des seuils sanitaires, toutefois les teneurs en **cadmium** approchent ce seuil et peuvent le dépasser sporadiquement dans l'étang de Bages.
Provence-Côte-d'Azur, Corse	Les zones urbaines et portuaires (Toulon, Marseille, Ajaccio, Fos) peuvent montrer des concentrations élevées pour certains métaux lourds. C'est particulièrement le cas de la baie du Lazaret à Toulon, notamment pour le plomb (5,9 fois la médiane nationale) et le mercure (x 4,3). L'île de Pomègues en baie de Marseille présente également une contamination en plomb (x 3,5). En Corse, les niveaux de présence sont généralement faibles, sauf pour le cadmium dans le golfe d'Ajaccio et à Sant'Amanza (x 2,5) et le zinc à Sant'Amanza (x 2,2). Les concentrations des trois métaux réglementés sont en dessous des seuils sanitaires, sauf en baie du Lazaret où les teneurs en plomb dépassent sporadiquement le seuil.

Des cartes interactives du type des figures 6.2 et 6.5 peuvent être consultée sur le site "environnement littoral de l'Ifremer à :

http://wwz.ifremer.fr/envlit/ ["Résultats" et "Les contaminants chimiques dans les moules et les huîtres du littoral français"] ou directement à :
http://wwz.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/parammaps/contaminants-chimiques/index.html

Il peut y avoir des différences avec le présent travail du fait qu'elles sont élaborées avec des données antérieures à 2008 et portant sur des périodes de prélèvements différentes.

7. RESCO : Réseau d'observations conchylicoles

7.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre du RESCO

Le réseau d'observations conchylicoles RESCO assure, depuis 2009, le suivi de lots sentinelles d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* sur des sites ateliers disposés sur l'ensemble du littoral français. Leur suivi permet d'acquérir des données nationales de croissance et de mortalité, de traduire la dynamique spatio-temporelle des performances d'élevage et ainsi de participer à la compréhension des phénomènes observés. Pour ce faire, des lots sentinelles d'huîtres correspondant à différentes origines (captage ou écloserie, diploïdes ou triploïdes) et à différents stades d'élevage (naissain ou adultes 18 mois) sont déployés simultanément sur 13 sites ateliers représentant les grandes régions conchylicoles du littoral français. En parallèle des suivis de croissance et de mortalité, des données associées à la présence d'agents infectieux dans ces huîtres, ainsi que des variables environnementales (température, salinité, flores sur certains sites) sont acquises (figure 7.1).

L'ensemble des données acquises par le RESCO est saisi dans la base de données Quadrige, puis diffusé en temps quasi-réel, par l'intermédiaire d'un site internet dédié (http://wwz.ifremer.fr/observatoire_conchylicole) affichant les courbes de mortalité, de croissance et de température sur chaque site. Des bulletins résumant les évolutions des divers paramètres sont également téléchargeables sur le site. Enfin, les mesures haute fréquence de température, pression et salinité des différents sites sont accessibles en temps réel sur un serveur spécifique (http://www.ifremer.fr/co-en/).

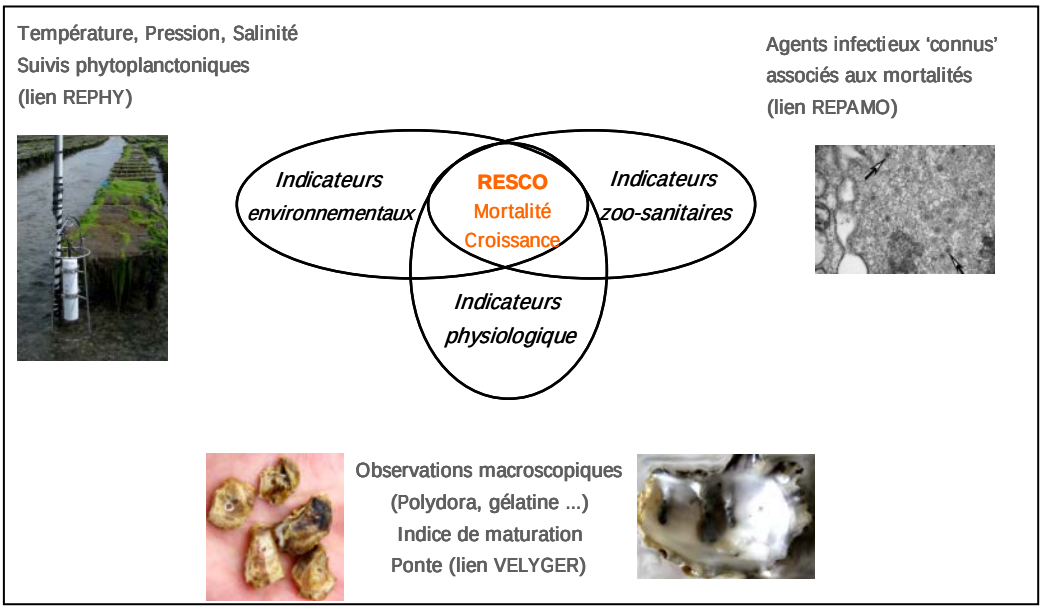


Figure 7.1 : le RESCO réalise un suivi intégratif des facteurs susceptibles d'influencer> les variations des performances conchylicoles.

L'acquisition des données s'effectue sur 13 sites ateliers (figure 7.2) qui ont été choisis parmi les 43 stations suivies dans le réseau REMORA, afin de ne pas entraver la continuité avec les données historiques. La plupart des sites-ateliers RESCO correspondent à des stations positionnées sur estran, à des niveaux d'immersion comparables. Deux stations en milieu non découvrant sont positionnées sur la baie de Quiberon et en Méditerranée, afin de répondre aux pratiques culturales locales.

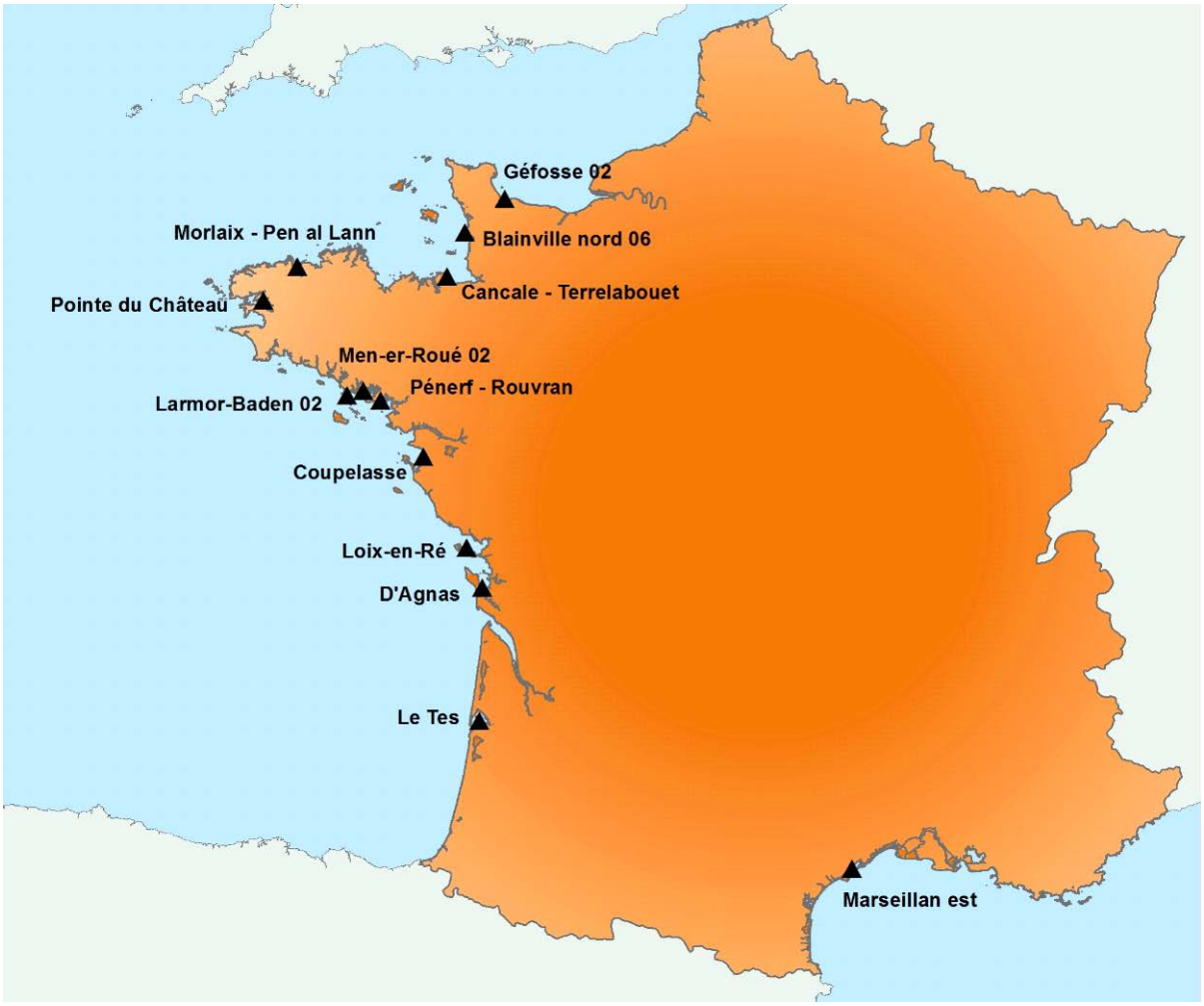


Figure 7.2 : Localisation des 13 sites-ateliers du réseau RESCO

A ces sites-ateliers s'ajoutent 3 stations en Bretagne sud et 3 en Bretagne nord, suivies selon une fréquence allégée, afin de prendre en compte la variété des sites sur ces régions, et conserver l'historique des performances : leurs résultats ne sont pas présentés dans cette synthèse nationale, mais apparaissent dans les bulletins de la surveillance du département correspondant.

La coordination du réseau RESCO est assurée par le LER/MPL de la Trinité sur mer. Le suivi est réalisé par les Laboratoires Environnement Ressources (LER) d'Ifremer, le laboratoire LPI et le SMEL.

7.2. Résultats des suivis RESCO 2012

7.2.1. Mortalités

- Evolution spatio-temporelle des mortalités

La cinétique d'apparition des mortalités au cours de l'année 2012 met en évidence, pour les lots de naissain issus de captage naturel, des premières hausses de mortalité dès la mi-Avril (sites de 'Marseillan' ou 'd'Agnas'). On distingue ensuite 4 vagues principales de mortalité pour début Juin, mi-Juin, début Juillet et mi-Juillet ('Géfosse' ou 'Morlaix') (figure 3). Notons également que sur le site de 'Géfosse', des mortalités tardives ont été enregistrées à la mi-Septembre.

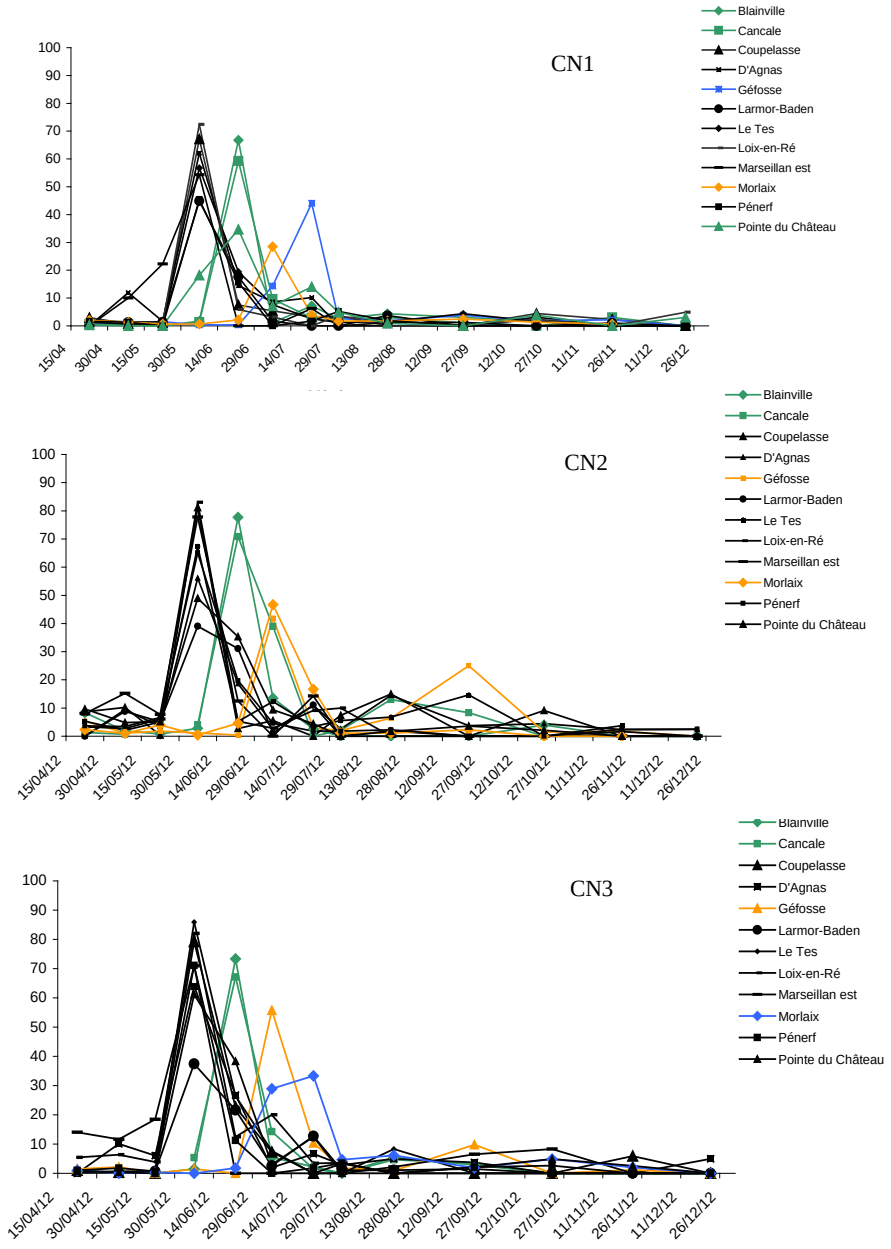


Figure 7.3 : Mortalités instantanées sur les lots de captage naturel CN1, CN2 et CN3

En ce qui concerne les lots d'écloserie, des cinétiques relativement identiques sont relevées, avec 3 principales vagues de mortalité enregistrées début-Juin, mi-Juin puis mi-Juillet (Figure 7.4). Notons que pour l'un des lots 'ETc' suivi, une mortalité résiduelle est observée sur la plupart des sites à partir de fin Septembre. En effet, pour ce lot, la mortalité ne cessera jamais totalement, les taux de mortalité instantanée restant toujours aux alentours de 15-20% entre chaque passage.

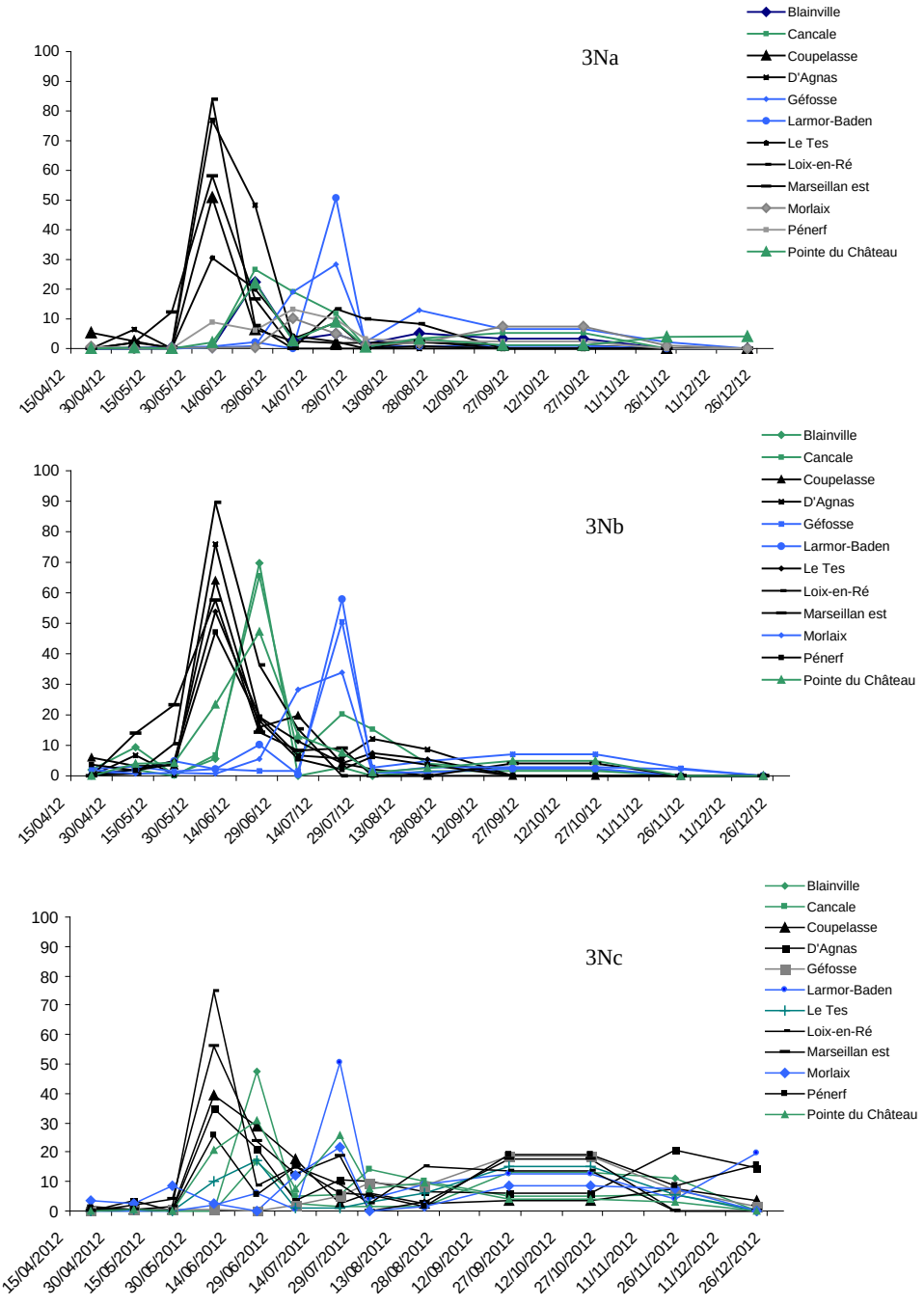


Figure 7.4 : Mortalités instantanées sur les lots de captage naturel 3Na, 3Nb et 3Nc

- ## Taux de mortalité cumulée

Les taux moyens de mortalité cumulée pour l'ensemble des sites sont respectivement de **13.6**% ± 5.8 pour le lot '18 mois', **64.1**% ± 13.4, **76.4**% ± 14.5 et **75.1**% ± 15.7 pour les lots 'CN1', 'CN2 et 'CN3' et **55.0**% ± 19.7, **73.4**% ± 12.7 et **66.9**% ± 14 pour les lots 'ETa', 'ETb' et 'ETc' (tableau 1). On peut ainsi souligner une assez forte hétérogénéité des taux de mortalités cumulées entre les différents lots testés. Avec 13% de mortalité en moyenne, le lot '18 mois' reste significativement moins touché par les mortalités que les lots de naissain, même si la moyenne nationale est plus élevée que celle obtenue en 2011 (de l'ordre de 6%). Les valeurs de mortalité des huîtres adultes observées en 2012 sur les sites RESCO restent cependant

inférieures à certaines déclarations recensées dans le cadre du réseau REPAMO, pour lesquelles des taux de mortalité dépassant les 50% ont été relevés (http://wwz.ifremer.fr/repamo).

Tableau 7.1 : Taux de mortalité cumulée des différents lots en Décembre 2012. Les valeurs minimum et maximum pour chaque lot sont soulignées.

Sites	lot '18 mois'	lot 'CN1'	lot 'CN1'	lot 'CN3'	lot 'ETa'	lot 'ETb	lot 'ETc'
Géfosse	21.1	59.6	66.0	67.3	55.9	65.3	48.6
Blainville	5.8	73.7	84.3	78.0	36.0	76.2	63.3
Cancale	7.0	68.0	86.9	76.1	53.0	82.9	51.4
Morlaix	10.5	40.8	62.5	62.4	25.9	61.1	52.4
Pte du Château	21.4	62.9	79.1	82.5	45.9	78.1	74.6
Men-er-Roué	24.5	38.7	36.7	32.6	41.7	45.8	63.0
Larmor-Baden	7.4	58.7	73.3	64.8	53.4	67.3	75.2
Pénerf	10.6	59.2	79.2	77.6	38.7	67.1	71.1
Coupelasse	15.4	77.5	89.9	86.6	62.3	80.0	66.1
Loix-en-Ré	14.9	78.5	88.7	90.0	92.0	95.0	94.9
D'Agnas	12.4	81.9	79.2	85.3	91.2	88.9	83.7
Tès	11.7	72.1	83.3	91.4	51.7	74.3	50.8
Marseillan	14.1	62.2	83.8	81.2	67.4	71.7	74.4
Moyenne	**13.6**	**64.1**	**76.4**	**75.1**	**55.0**	**73.4**	**66.9**
Ecart-Type	**5.8**	**13.4**	**14.5**	**15.7**	**19.7**	**12.7**	**14.0**
Min	**5.8**	**38.7**	**36.7**	**32.6**	**25.9**	**45.8**	**48.6**
Max	**24.5**	**81.9**	**89.9**	**91.4**	**92.0**	**95.0**	**94.9**

- Relation avec la température

Les enregistrements haute fréquence de température effectués via les sondes SMATCH positionnées sur les différents sites (ou par les enregistreurs déposés au sein même des poches) ont permis d'obtenir, en continu, les données de température sur l'ensemble des sites-ateliers. La figure 7.5 représente la température moyenne de l'eau de mer en 2012 et son degré d'anomalie par rapport à la moyenne des données de température obtenues lors des 10 dernières années. Notons cependant que pour certains sites, les graphiques d'anomalies n'ont pas pu être générés, l'historique des données de température n'étant pas assez long pour générer une courbe moyenne.

Il est ainsi possible d'observer des tendances communes aux différents sites étudiés, indépendantes de la valeur absolue de la température, mais liées aux anomalies observées par rapport aux années passées (figure 7.5). Par conséquent, l'année 2012 se caractérise par un hiver doux, avec une température de l'eau supérieure aux normales pour les mois de Janvier et de Mars. Le printemps présente davantage d'anomalies négatives, sauf pour la période de début Juin, pour laquelle on repasse en anomalie positive sur la quasi-totalité des sites. De même, l'été apparaît plutôt froid au mois de Juillet, et plutôt chaud au mois d'Août.

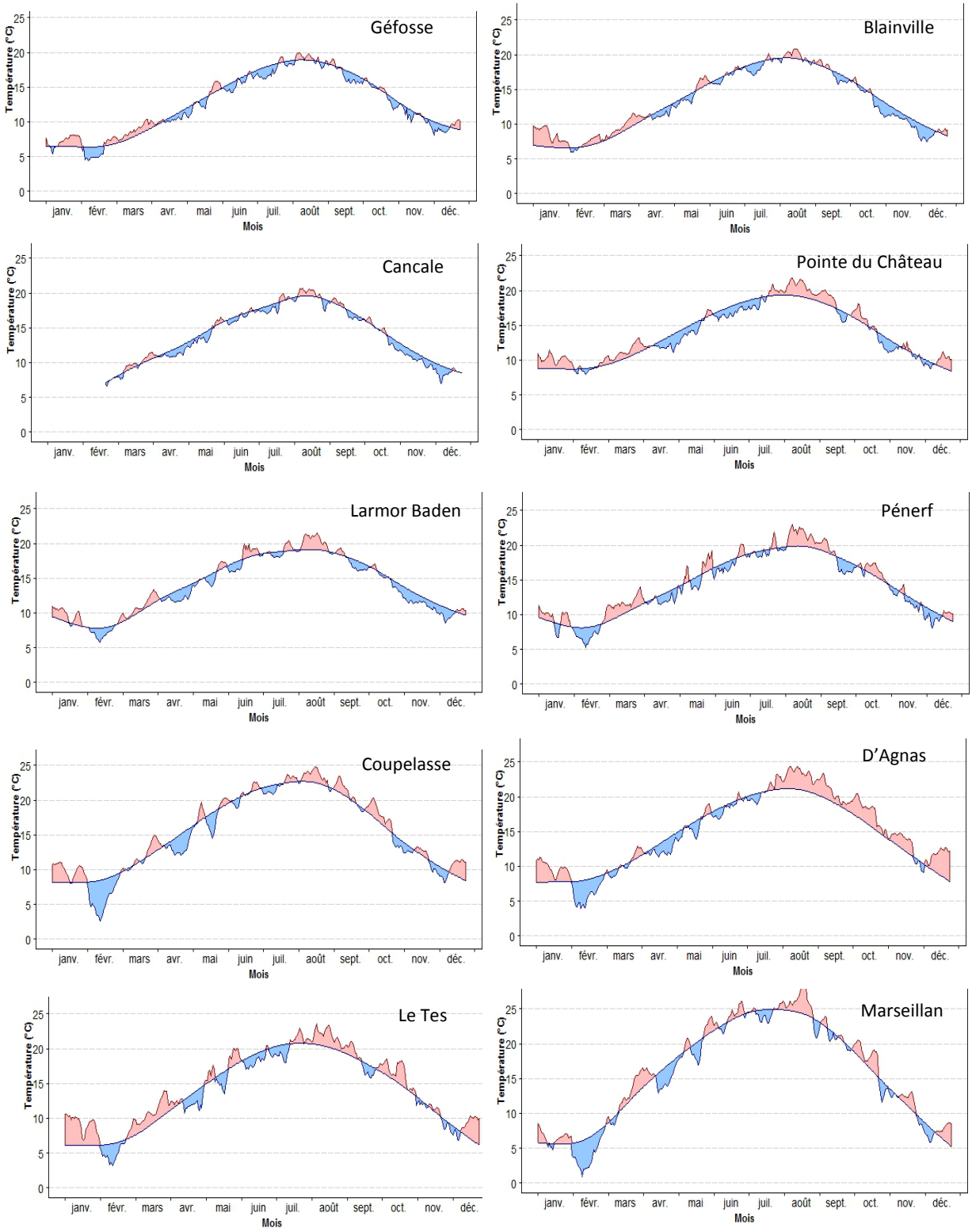


Figure 7.5 : Température moyenne journalière de l'eau de mer en 2012 et anomalies positives (rouges) et négatives (bleu) par rapport à la moyenne des données acquises lors des 10 dernières années.

Compte tenu des spécificités climatiques de cette année 2012, les mortalités des différents lots de naissain ont globalement débuté un mois plus tard que celles observées lors de l'année 2011, et sur des pas de temps comparables à ceux observés en 2011. En effet, les graphiques détaillés des cinétiques d'apparition des mortalités en lien avec la température indiquent que les mortalités ont, dans l'ensemble, débuté 7 à 14 jours après le passage du seuil des 16°c (tableau 7.2). Il faut cependant noter que les observations des

mortalités se faisant sur un cycle de marées, la mortalité observée à une date donnée est la résultante de la mortalité qui est survenue durant la morte-eau précédente, ce qui ne peut donner qu'une valeur indicative comparativement aux données de température de l'eau, qui sont acquises de façon journalière.

Tableau 7.2 : Date de constations des premières mortalités
et du passage du seuil des 16° sur les différents sites

Site-atelier RESCO	Date moyenne passage 16°C (T1)	Date moyenne constat mortalité (T2)	Délai (T2 – T1)	Température à T2
Géfosse	25/06/2012	01/07/2012	7 jours	16.1
Blainville	01/06/2012	15/06/2012	14 jours	15.7
Cancale	01/06/2012	15/06/2012	14 jours	16.0
Morlaix	15/07/2012	01/07/2012	------	15.4
Pointe du Château	01/06/2012	01/06/2012	0 jours	17.1
Larmor Baden	25/05/2012	01/06/2012	7 jours	17.5
Pénerf	25/05/2012	01/06/2012	7 jours	17.8
Coupelasse	25/05/2012	01/06/2012	7 jours	20.0
Loix en Ré	25/05/2012	01/06/2012	7 jours	18.6
D'Agnas	25/05/2012	01/06/2012	7 jours	18.9
Tès	15/05/2012	01/06/2012	14 jours	19.4
Thau	01/04/2012	15/05/2012	14 jours	19.8

- Comparaison inter-annuelle des taux de mortalité

Le figure 7.6 représente l'évolution des moyennes des taux de mortalité obtenus sur les lots '18 mois' depuis 1995 (les données de 1995 à 2008 correspondants à celles acquises au sein du réseau REMORA). La moyenne obtenue en 2012 sur l'ensemble des sites (13.6%) représente donc une légère augmentation par rapport aux taux de mortalité observées en 2010 et 2011 (environ 6% de moyenne pour ces deux années). La forte mortalité observée pour l'année 2009 correspondrait davantage à une mortalité associée au parcours zootechnique du lot, les taux de mortalité ayant été observés dès la mise à l'eau sur les différents sites.

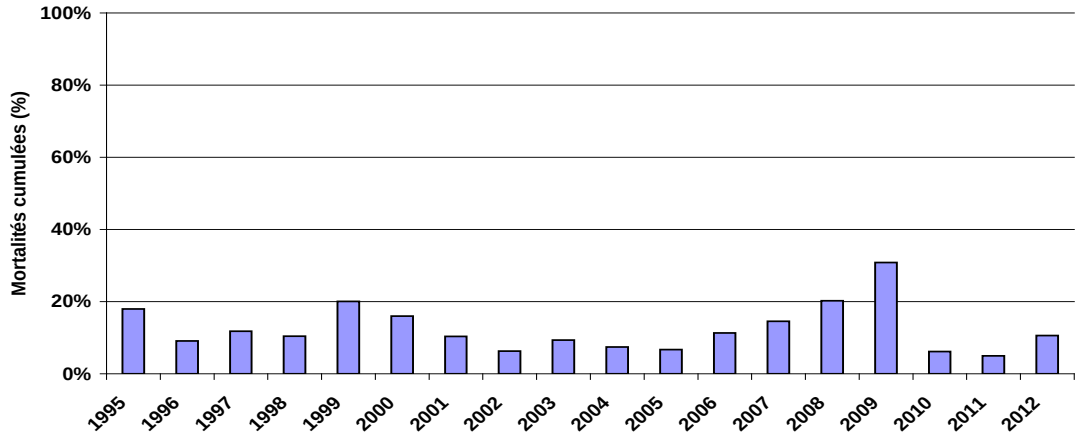


Figure 7.6 : Taux de mortalité moyens du lot d'huîtres adultes '18 mois' depuis 1995 sur les sites RESCO (les données antérieures à 2009 sont issues du réseau REMORA).

La figure 7.7 permet de situer la moyenne des taux de mortalité du naissain de captage Arcachon (considéré comme lot de référence pour lequel il existe des données REMORA depuis 1995) en 2012 dans l'évolution des mortalités de ce type de naissain relevées depuis 1995. Les tendances observées mettent en évidence des taux moyens en 2012 (64.1% ± 13.4) légèrement inférieurs à ceux observés en 2011 et 2010 (respectivement 73.4% ± 10.5 et 69.0% ± 14.4). C'est en effet le cas sur la majorité des sites suivis par le RESCO.

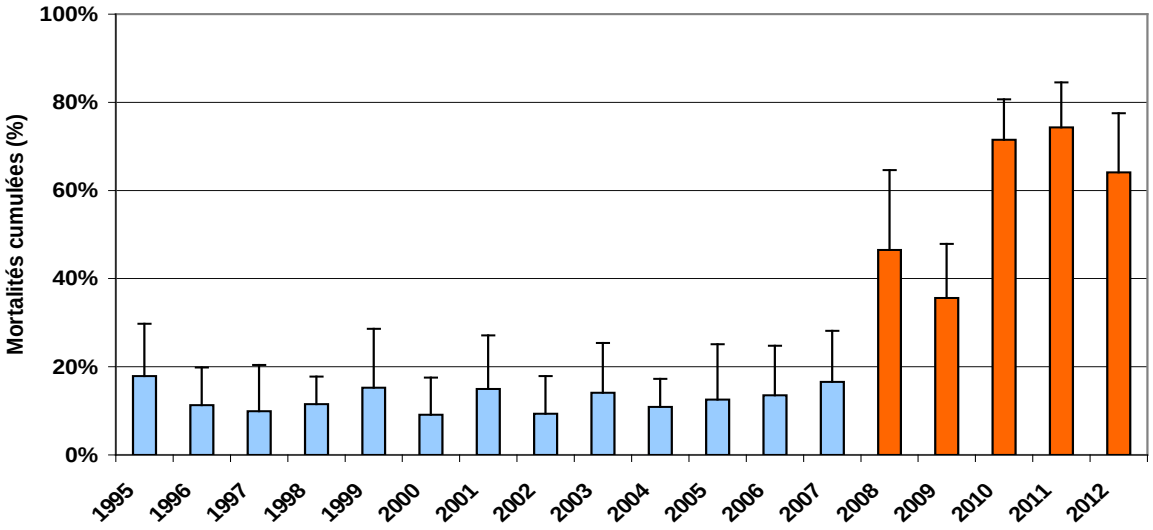


Figure 7.7 : Taux de mortalité moyens du naissain de captage Arcachon depuis 1995 sur les sites (les données antérieures à 2009 sont issues du réseau REMORA).

Notons cependant que ces tendances sont à nuancer du fait des variations intra-lot et inter-annuelle des lots qui ne sont pas prises en compte dans cette représentation. Par exemple, en 2009, les taux de mortalité observés pour le lot 'CN Arcachon' sont considérés comme non représentatifs au vu des résultats obtenus par les professionnels sur des lots de naissains de même origine. Une hypothèse suggérant que ce lot en particulier avait déjà été exposé à une première vague de mortalité pourrait expliquer les taux de mortalité beaucoup plus faibles obtenus sur les sites RESCO en comparaison des déclarations faites par les professionnels.

7.2.2. Croissance

- Poids moyens des lots suivis en 2012

Les taux de croissance obtenus à la fin des suivis (Décembre 2012) pour les 6 lots de naissain (CN1, CN2, CN3, ETa, ETb et ETc) et le lot d'huîtres adultes '18 mois' sont présentés dans le tableau 3. Les résultats obtenus mettent en évidence des disparités dans l'évolution de la croissance, pour un lot donné, au sein des différents sites. Les valeurs de poids moyens nationaux obtenus respectivement pour les lots 18 mois, CN1, CN2, CN3, ETa, ETb et ETc sont respectivement de 50.3 ± 8 , 26.7 ± 7, 22.5 ± 7, 26.4 ± 7, 26.9 ± 11.4, 29.7 ± 12 et 18.4 ± 13 grammes.

Tableau 7.3 : Poids moyen des différents lots sentinelles en Décembre 2012

Sites	lot '18 mois'	lot 'CN1'	lot 'CN2'	lot 'CN3'	lot 'ETa'	lot 'ETb	lot 'ETc'
Géfosse	63.6	32.0	28.3	33.2	31.2	34.2	24.6
Blainville	46.7	20.4	15.8	21.1	22.2	22.2	8.0
Cancale	49.4	26.3	23.7	25.3	16.2	20.2	13.4
Morlaix	51.0	19.0	11.9	18.8	15.9	19.1	13.1
Pte du Château	50.3	29.4	26.2	29.9	29.1	35.2	28.4
Men-er-Roué	56.8	21.7	17.1	21.5	20.0	24.7	23.7
Larmor-Baden	66.8	31.1	25.1	28.2	24.8	29.7	20.0
Pénerf	46.8	27.1	25.6	25.7	26.6	27.7	17.6
Coupelasse	41.8	22.1	18.0	25.6	24.1	23.2	7.0
Loix-en-Ré	50.1	30.5	30.0	27.3	22.0	NA	5.0
D'Agnas	46.4	22.6	20.2	20.5	27.5	32.9	11.6
Tès	38.2	20.7	15.1	22.0	28.6	23.6	14.2
Marseillan	46.7	44.0	35.3	44.8	61.3	64.2	53.3
Moyenne	**50.3**	**26.7**	**22.5**	**26.4**	**26.9**	**29.7**	**18.4**
Ecart-Type	**8.0**	**6.9**	**6.8**	**6.9**	**11.4**	**12.1**	**12.7**
Min	**38.2**	**19.0**	**11.9**	**18.8**	**15.9**	**19.1**	**5.0**
Max	**66.8**	**44.0**	**35.3**	**44.8**	**61.3**	**64.2**	**53.3**

Pour tous les lots considérés, on observe ainsi des différences inter-sites indiquant des sites à plus ou moins bonne croissance. En effet, la figure 7.8, représentant les différents box-plots pour chaque site, met en évidence que des sites tels que 'Morlaix', 'Blainville', 'Men Er Roué' (eau profonde) ou encore 'Coupelasse' présentent de faibles moyennes de poids finaux. A l'inverse, le site de 'Marseillan' (étang de Thau) présente des rendements de croissances beaucoup plus élevés que ceux observés sur les autres sites. On constate également que les sites de 'Pointe du Château' ou 'Géfosse' (sur estrans) présentent de relativement bons taux de croissance.

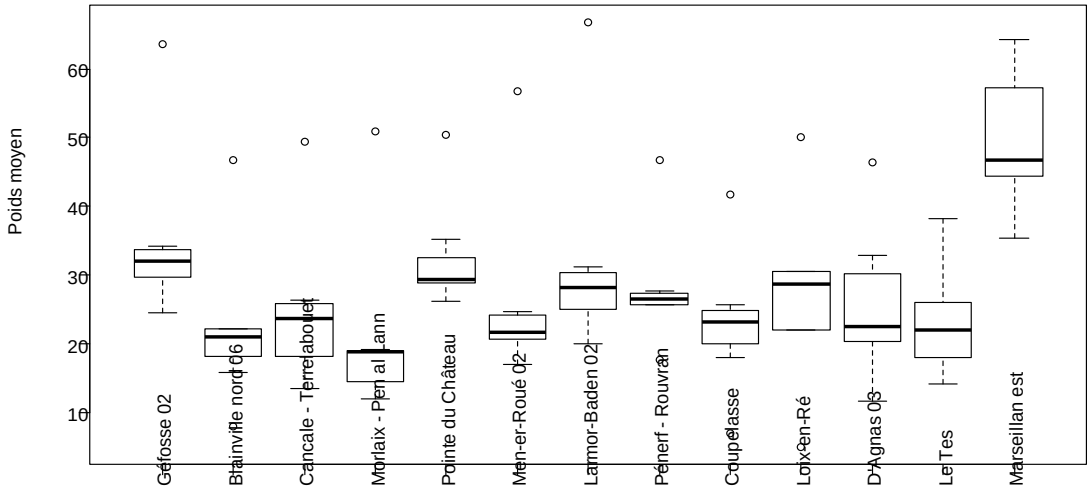


Figure 7.8 : Box plots des poids moyens finaux pour les différents sites-ateliers en Décembre 2012.

- Comparaison inter-annuelle des taux de croissance

Comparativement aux dix dernières années, l'année 2012 apparaît comme une année assez hétérogène en terme de gain de poids annuel obtenu sur le lot '18 mois' sur les différents sites. En effet, pour certains sites tels que 'Géfosse', 'Blainville Nord', 'Larmor Baden' ou 'Loix-en-Ré', les valeurs pondérales atteintes en Décembre 2012 sont supérieures à la moyenne décennale 2002-2011 (figure 7.9). En revanche, pour d'autres sites, l'année 2012 n'apparaît pas comme une bonne année de croissance, les valeurs pondérales de Décembre 2012 étant inférieures à la moyenne décennale 2002-2012 : c'est en effet le cas pour les sites 'Marseillan', 'Morlaix', 'Pointe du Château', 'Pénerf' ou encore 'Le Tès'.

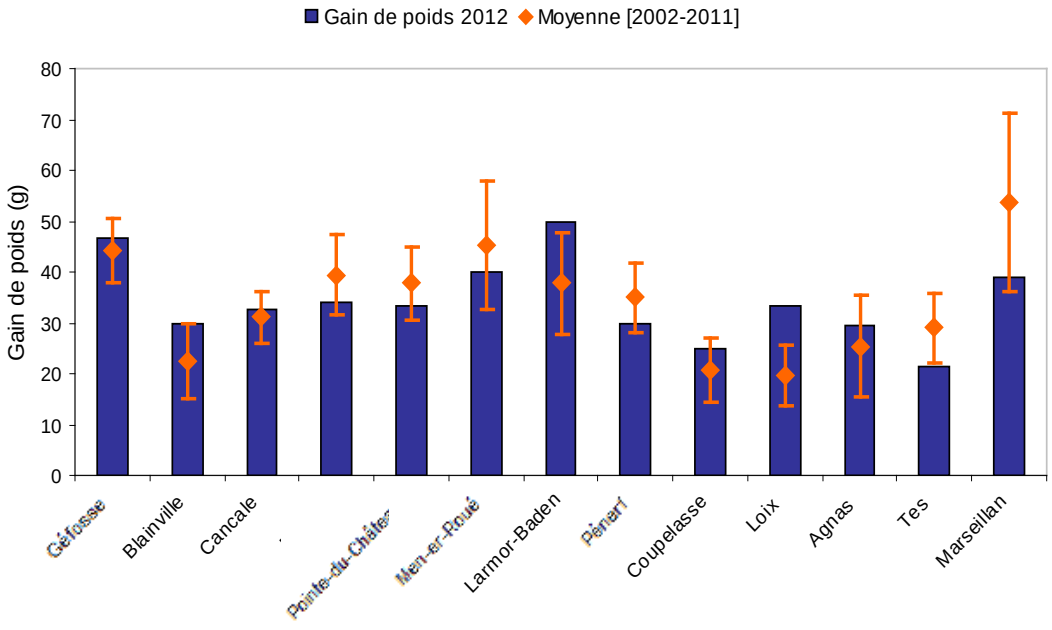


Figure 7.9 : Comparaison des gains de poids du lot '18 mois' en Décembre 2012 par rapport à la moyenne des gains de poids obtenus de 2002 à 2011.

Les observations faites sur le lot '18 mois' peuvent être élargies à celles obtenues pour le lot de naissain 'CN1'. Ainsi, de même que pour les lots d'adultes, les valeurs pondérales des lots de naissains au mois de Décembre 2012 apparaissent plus ou moins bonnes par rapport à la moyenne obtenue sur 2002-2011 (figure 7.10). Ces tendances sont accentuées pour les sites 'Cancale', 'Morlaix', 'Men Er Roué', 'Larmor Baden' et 'Pénerf', pour lesquels le gain de poids 2011 est nettement inférieur à la moyenne des 10 dernières années.

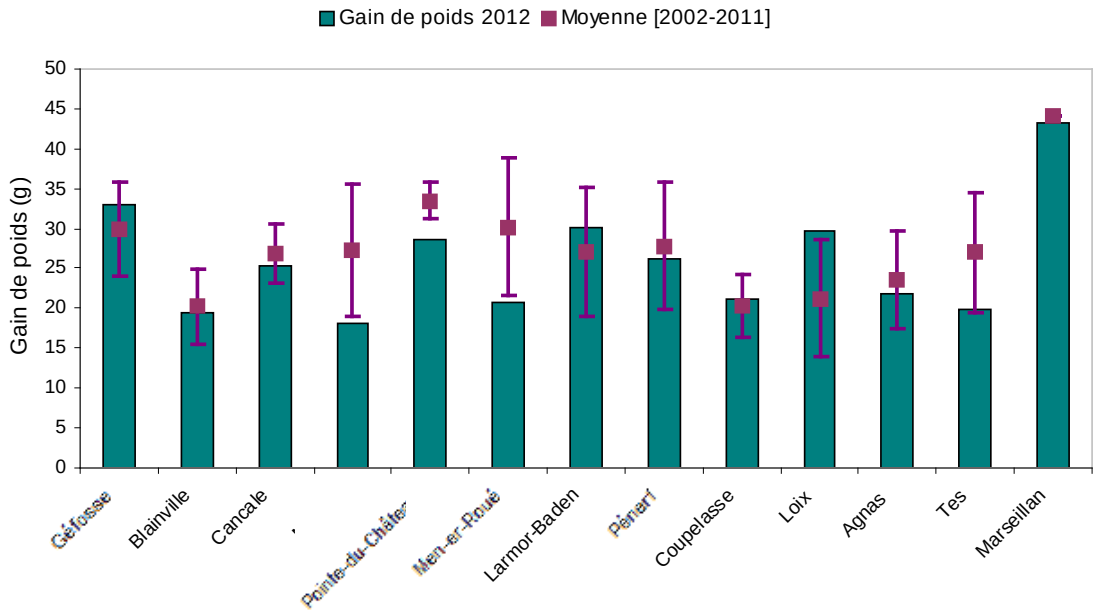


Figure 7.10 : Comparaison des gains de poids du lot 'CN Arcachon' en 2012 par rapport à la moyenne des gains de poids obtenus de 2002 à 2011.

Les figures 7.11 et 7.12 présentent la typologie des années pour les adultes et les naissains respectivement, traduite en termes de gain de poids et de taux de mortalités annuels. Ainsi, pour le lot '18 mois', l'année 2012 s'avère relativement 'élevée' en terme de taux de mortalité, notamment par rapport aux taux de mortalité de 2011 et 2010 (qui restaient de l'ordre de 5%). Il en est de même pour le gain de poids, l'année 2012 se trouvant parmi les 7 moins bonnes années de croissance depuis 1993.

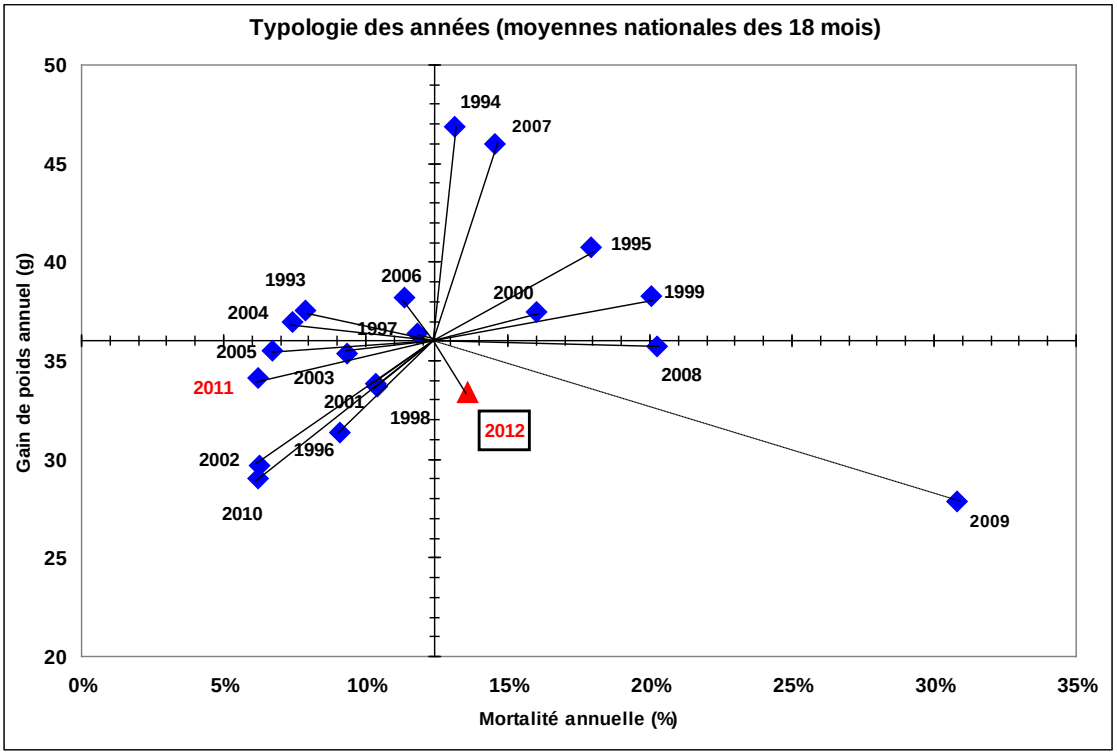


Figure 7.11 : Typologie des années pour les performances annuelles de croissance et de mortalité pour le lot '18 mois'. Les axes sont centrés sur la moyenne décennale.

En ce qui concerne le lot de naissain 'CN1' (captage naturel Arcachon), la figure 7.12 montre que les taux de mortalité restent anormalement élevés depuis 2008. En revanche, l'année 2012 constitue une année relativement bonne en terme de gain de poids, du même ordre que celui observé en 2011.

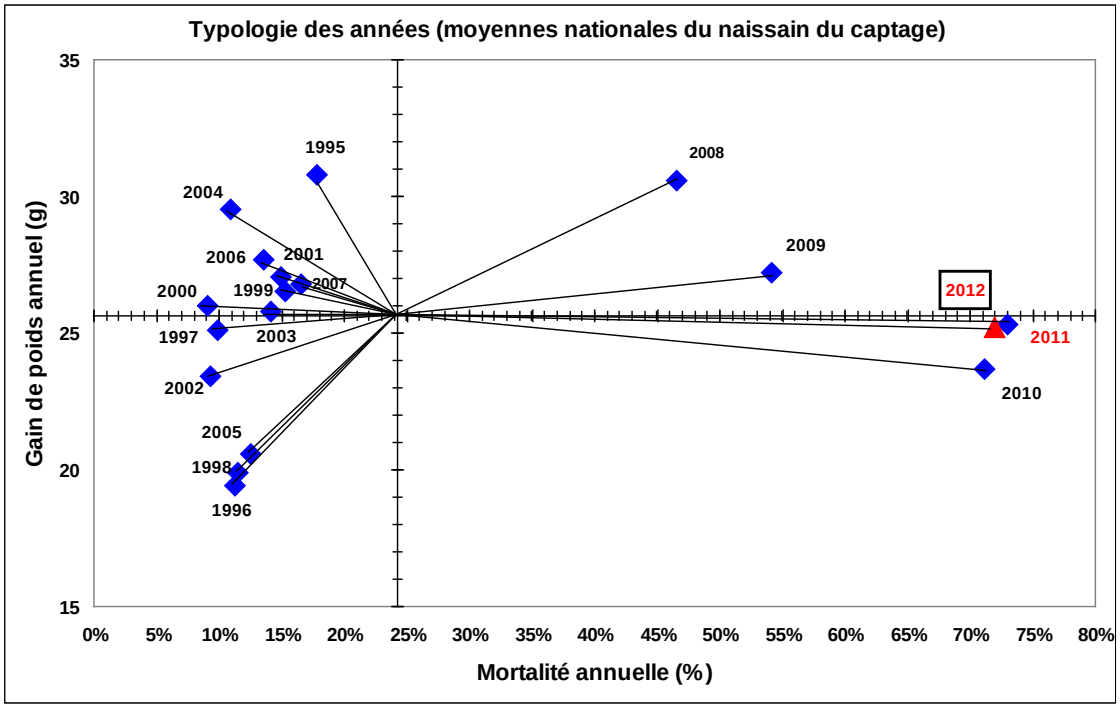


Figure 7.12 : Typologie des années pour les performances annuelles de croissance et de mortalité pour le lot 'CN1' (captage naturel Arcachon). Les axes sont centrés sur la moyenne décennale

8. Surveillance dans les Départements d'Outre-Mer

Ce chapitre présente l'état de développement de la DCE dans les DOM en 2012. Il s'appuie sur la synthèse intitulée « Mise en œuvre de la surveillance pour la Directive Cadre Européenne sur l'Eau dans les départements d'Outre-Mer – volet littoral » (Buchet, 2013, en cours). Sur le plan de la gouvernance, la maîtrise d'ouvrage de la surveillance est assurée par les DEAL de chaque DOM jusqu'à la fin 2012. Pour sa mise en œuvre, les DEAL s'appuient en général sur des bureaux d'étude. L'Ifremer assure une assistance à maîtrise d'ouvrage, depuis la métropole, aux Antilles et en Guyane. A La Réunion, celle-ci est réalisée principalement par l'équipe Ifremer sur place. A Mayotte, ce sera le Parc Marin (AAMP) qui prendra en charge cette tâche à partir de 2013. Une classification hydro-morphologique des masses d'eau par le BRGM est soit réalisée, soit en projet sur l'ensemble des DOM.

La mise en application de la DCE depuis 2007 a conduit à mettre en place un nouveau dispositif de surveillance adapté aux exigences réglementaires en métropole. La mise en œuvre de la DCE dans les DOM relève des mêmes contingences, soulève les mêmes questions et rencontre les mêmes problèmes de mise au point de protocoles méthodologiques et de stratégies de surveillance. En revanche, les modalités d'avancement ne sont pas totalement identiques entre les départements concernés. Cette situation résulte des disparités entre DOM concernant les compétences scientifiques présentes localement, et de l'état des connaissances de l'environnement littoral sur place.

8.1. Antilles Françaises

Les Antilles françaises comprennent les îles de la Martinique, de la Guadeloupe (et ses îles rattachées de Marie Galante, La Désirade et des Saintes), de Saint Martin et de Saint Barthélemy.

8.1.1. Situation en Martinique

Initialement, le littoral martiniquais était découpé en 23 masses d'eau (19 ME côtières et 4 ME de transition). Une redéfinition du découpage initial a été réalisée à l'occasion de la révision de l'état des lieux en 2013 : les mangroves ont été intégrées aux masses d'eau côtières adjacentes (type « baie »). Le nombre de masses d'eau littorales est maintenant de 20, réparti entre 19 ME côtières et 1 ME de transition (étang des Salines).

Les résultats des campagnes réalisées entre 2007 et 2012 ont montré que, sur la base des indicateurs biologiques actuellement développés en Martinique, aucun des sites de référence ne pouvait être classé en « très bon état écologique ». La question de la pertinence du choix initial reste actuellement posée en l'absence d'un modèle hydrodynamique permettant d'ajuster le positionnement de ces sites de référence.

La surveillance des masses d'eau littorales a commencé en 2007 avec une montée en puissance des suivis en fonction du développement des indicateurs. Pour le phytoplancton en eau côtière, il s'agit de l'indice biomasse (métrique : P90 [chl a]) et de l'indice d'abondance (nombre moyen de blooms annuels). Les acquisitions de données en cours permettront d'ajuster les fréquences de suivi et d'établir des seuils pour chacune de ces métriques. Pour les paramètres physico-chimiques, températures et salinité sont suivies mais ne sont pas pris en compte dans l'évaluation. Plusieurs grilles ont été proposées pour l'oxygène dissous (percentile 10), les nutriments (moyennes des concentrations mesurées en azote inorganique dissous et en orthophosphates) et la turbidité (moyenne des valeurs de turbidité) ; pour l'instant aucune n'a été retenue. Des améliorations méthodologiques sont nécessaires au préalable concernant l'analyse des nutriments et de la turbidité.

Le suivi de la macrofaune de substrats durs (récifs coralliens) est réalisé également depuis 2007. L'indicateur n'est pas encore stabilisé, de même que les grilles d'évaluation initialement proposées. Dans ce cas également la fréquence de suivi est susceptible d'évoluer.

Le suivi des macrophytes (herbiers) devrait reprendre, dès 2013, sur la base des recommandations formulées par le MNHN.

En eaux de transition, à l'exception de l'étang des Salines qui reste un milieu mal connu, le suivi est basé sur les indicateurs physico-chimiques et sur les invertébrés de substrat meuble. Concernant le premier groupe, la situation dans les MET est identique à celle évoquée pour les MEC. Pour le second groupe, l'indicateur est pertinent ; il s'agit du M-AMBI également utilisé en métropole. La grille d'évaluation proposée actuellement est encore provisoire.

La première campagne de surveillance chimique dans le cadre de la DCE s'est déroulée en 2012, au moyen d'échantillonneurs passifs (DGT, POCIS et SBSE), en même temps que la campagne concernant l'étude prospective nationale sur les micropolluants. Les résultats devraient être disponibles au cours du second semestre 2013.

Le littoral martiniquais a fait l'objet d'un classement de l'état hydromorphologique par le BRGM. Sur les 19 masses d'eau côtières, 13 masses d'eau ont été classées en « très bon état hydromorphologique ».

8.1.2. Situation en Guadeloupe

Depuis 2008, Saint Barthélémy élabore son propre SDAGE. Depuis lors, le littoral de la Guadeloupe est découpé en 11 masses d'eau côtières (MEC), comprenant ses dépendances avec les îles de la Désirade, de Marie Galante et des Saintes, y compris celle de Saint Martin. Leur caractérisation a permis de définir 6 typologies de masses d'eau.

Les 13 sites de référence ont fait l'objet, entre 2007 et 2009, d'un suivi destiné à définir l'état de référence sur la base des méthodes préalablement définies : 8 campagnes de prélèvements hydrologiques (décembre 2007, mars, juin, septembre et décembre 2008, mars, juin et septembre 2009), ainsi que 2 campagnes d'étude des peuplements benthiques (juin 2008 et juin 2009) ont été réalisées. Les résultats montrent qu'aucun site ne peut prétendre à un classement en très bon état écologique. De même qu'en Martinique, le besoin de disposer d'un modèle hydrodynamique est clairement identifié.

La surveillance DCE comprend :

- 10 stations Benthos
- 11 stations Herbiers
- 11 stations Phyto-Hydro

Les méthodologies de suivi sont similaires à celles retenues en Martinique. Pour le phytoplancton, seul le paramètre « biomasse » (métrique P90 [Chl a]) est étudié ; pour la physico-chimie, le suivi porte sur la température, la salinité, l'oxygène dissous, la turbidité, le phosphore et l'azote minéral. Des seuils provisoires ont été établis sur la base de données bibliographiques ; ils seront affinés en fonction des résultats obtenus.

Le suivi de la macrofaune benthique de substrat dur (récifs coralliens) est identique à celui appliqué en Martinique, avec un complément relatif à la capacité de renouvellement des peuplements coralliens. Celui relatif aux herbiers s'appuie sur 3 paramètres : densité de l'herbier, longueur des feuilles et état de santé de l'herbier. La surveillance de ces 2 éléments de qualité devrait évoluer en fonction des réflexions menées sur ces sujets par le MNHN.

La Guadeloupe n'a pas encore fait l'objet d'une surveillance chimique de ses masses d'eau DCE littorales. Par contre, des échantillonneurs passifs ont été posés au cours de l'été 2012 dans le cadre de l'étude prospective sur les micropolluants.

8.2. Guyane

Le programme de surveillance DCE (figure 9.1) a été défini pour les eaux littorales de Guyane en juillet 2011, et fin 2011 les aspects opérationnels (partenaires, financements, choix prioritaires) étaient traités pour la mise en œuvre de la surveillance écologique et chimique. Cependant, ce programme n'a pas encore démarré ; il débutera progressivement à partir de 2013 du fait de contraintes budgétaires.

Le littoral guyanais est découpé en 1 masse d'eau côtière (MEC) et 8 masses d'eau de transition (MET), caractérisées par 3 typologies différentes. Celles-ci font encore l'objet de discussion. Les MET ont été redécoupées en 2012 et s'étendent désormais plus vers l'amont, intégrant parfois des points de suivi anciennement situés dans des masses d'eau « cours d'eau ».

Le peu de données disponibles sur les écosystèmes marins guyanais n'a pas permis de définir l'ensemble des indicateurs biologiques. En masses d'eau côtières, seuls le phytoplancton et l'hydrologie feront l'objet d'une surveillance à partir de 2013. L'élément de qualité biologique « macrophytes » n'est pas jugé pertinent du fait de la turbidité naturelle des eaux limitant leur développement. Aucun suivi n'est prévu sur les invertébrés benthiques. Le suivi chimique sera mis en œuvre en 2013/2014 avec des échantillonneurs passifs. En eaux de transition, seuls les paramètres physico-chimiques et les poissons devraient faire l'objet d'un suivi. Le suivi du phytobenthos pourrait représenter une alternative au phytoplancton. Concernant la chimie, la surveillance sera déployée progressivement entre 2013 et 2014, et comportera des systèmes d'échantillonnage passifs, l'analyse de contaminants dans le sédiment et celle du mercure dans le biote.

L'étude prospective nationale sur les micropolluants a été réalisée en fin d'année 2012 dans 3 MET guyanaises avec des échantillonneurs passifs.

Figure 9.1 : Secteur sous surveillance, l'Ile du Grand Connétable au large de l'estuaire de l'Approuague (Guyane – photo Ifremer Guyane)

8.3. La Réunion

La typologie et le découpage des masses d'eau ont été revus en 2012 grâce aux acquis des projets HYDRORUN, CARTOMAR et SPECTRHABENT. Quatre grands profils de typologie ont été distingués à l'échelle des masses d'eau côtières, complétés par un type caractérisant les masses d'eau récifales. Le littoral réunionnais est découpé en 8 masses d'eau côtières, comprenant 3 MEC de type 1, 2 MEC de type 2,

1 MEC de type 3 et 2 MEC de type 4 ainsi qu'un type particulier incluant 4 masses d'eau récifales (MER). Les limites des masses d'eau ont été ajustées ainsi que les superficies pour les MER.

La Réunion est le département ultramarin dans lequel la DCE littorale est la plus développée. Des grilles de qualité, adaptées au contexte réunionnais, sont définies pour les paramètres physico-chimiques (température, oxygène dissous et transparence), le phytoplancton (biomasse en MEC uniquement), les invertébrés benthiques de substrat meuble (M-AMBI en MEC uniquement) et de substrat dur (sur pentes externes des MER). Suivant les cas, ces grilles devraient faire l'objet d'ajustement en fonction des nouvelles données acquises en surveillance. Les réseaux de surveillance de ces éléments de qualité sont définis et opérationnels.

La surveillance chimique est préconisée dans le biote et avec les échantillonneurs passifs. Les fréquences de suivi ont été augmentées au cours d'un plan de gestion et adaptées en fonction des matrices utilisées.
Les échantillonneurs passifs ont été utilisés en septembre 2012 dans 3 masses d'eau dans le cadre de l'étude prospective nationale sur les micropolluants.

8.4. Mayotte

Le littoral mahorais est découpé en 17 masses d'eau côtières (réparties en 8 types). Plusieurs campagnes prospectives ont permis de définir le Réseau Hydrologique du Littoral Mahorais (RHLM), constitué de 17 stations. Les paramètres suivis sont la température, la salinité, la turbidité, l'oxygène dissous, les nutriments, la chlorophylle a et le dénombrement et l'identification du phytoplancton. Ce réseau est opérationnel depuis 2011. L'acquisition de séries temporelles est un préalable aux développements d'indicateurs.

La surveillance des autres paramètres biologiques est encore en phase prospective et aucune métrique n'est encore développée. Les suivis des invertébrés (substrats meuble et dur) et des macrophytes sont jugés pertinents. Le suivi des invertébrés benthiques de substrat dur s'appuie sur les suivis patrimoniaux existants (*ex* : méthodes Manta Tow et Belt Transect).

Les échantillonneurs passifs ont été utilisés fin 2012 dans 3 masses d'eau dans le cadre de l'étude prospective nationale sur les micropolluants.

Le littoral mahorais a fait l'objet d'un classement de l'état hydromorphologique. Sur les 17 masses d'eau côtières, 10 masses d'eau ont été classées en « très bon état ».

9. Pour en savoir plus

Adresses WEB Ifremer utiles

Le site Ifremer : http://www.ifremer.fr/

Le site environnement : http://envlit.ifremer.fr/

Le site DCE : http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce/presentation

Le site Observatoire conchylicole : http://wwz.ifremer.fr/observatoire_conchylicole

Le site REMORA : http://www.ifremer.fr/remora/

Le site REBENT : http://www.rebent.org/

Bulletins RNO : http://envlit.ifremer.fr/documents/bulletins/rno

Les bulletins de surveillance des Laboratoires Environnement Ressources (LER) peuvent être téléchargés à partir de : http://envlit.ifremer.fr/documents/bulletins/regionaux_de_la_surveillance

Les inventaires cartographiques des points et la visualisation des données de la surveillance sont accessibles à partir de : http://envlit.ifremer.fr/resultats/surval
Cartographie des données sur les contaminants chimiques :
http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/parammaps/contaminants-chimiques/index.html

Cartographie du phytoplancton toxique sur le littoral français
http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/parammaps/phytoplancton/index.html

Cartographie des phycotoxines sur le littoral français
http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/parammaps/toxines/index.html

Synoptique des toxines lipophiles
http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/synoptique_toxine/DSP/perYear/index.html

Synoptique des toxines paralysantes
http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/synoptique_toxine/PSP/perYear/index.html

Synoptique des toxines amnésiantes
http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/synoptique_toxine/ASP/perYear/index.html

Evaluation de la qualité microbiologique des coquillages sur les points suivis du littoral
http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/parammaps/microbio/index.html

Accès aux données cartographiques partagées : Sextant
Thématique : contamination microbiologique
http://www.ifremer.fr/sextant/fr/web/contamination-microbio

Observations et prévisions côtières : http://www.previmer.org/

Autre documentation

Agence de l'eau Seine Normandie, 2008.Guide pratique des substances toxiques dans les eaux douces et littorales du bassin Seine-Normandie, ed. AESN : 271 pp.

RNO 2006.- *Surveillance du Milieu Marin. Travaux du RNO. Edition 2006*. Ifremer et Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. ISSN 1620-1124. 52 p.

Chiffoleau J.F., Crochet S., Rozuel E., Claisse D., 2010. Etude de la contamination de pectinidés (coquilles Saint-Jacques et pétoncles) par le cadmium, le mercure et le plomb dans quelques zones de pêche françaises. Rapport Ifremer RST.DCN.BE/2010.01

Bédier E., Claude S., Simonne C., d'Amico F., Palvadeau H., Guilpain P., Le Gall P. et Pien S. (2008). Réseau national de suivi des performances de l'huître creuse (Crassostrea gigas) REMORA. Synthèse des résultats des stations nationales. Année 2007. Rapport Ifremer RST/LER/MPL/2008.

Mazurié J., Bédier E., Langlade A., Claude S., Chauvin J., Allenou J.P. Mortalités estivales d'huîtres creuses Crassostrea gigas, en 2008, en Bretagne Sud : quantification et tentative d'explication. Rapport Ifremer RST/LER/MPL/08. 13. 29 p

R Development Core Team, 2006. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-08-0, URL http://www.R-project.org.

Hess P., Amzil Z., Belin C., Compère C., Lassus P. & Ménesguen A., 2012. Evolution of European monitoring systems for shellfish toxins – an increased need for the surveillance of phytoplankton. Pagou, P. and Hallegraeff, G. (eds). Proceedings of the 14th International Conference on Harmful Algae. International Society for the Study of Harmful Algae and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO 2012. ISBN 978-87-990827-3-5. 4 p.

Journées REPHY 2012, Nantes, 26 et 27 septembre 2012.
Compilation des interventions pour la session environnementale, surveillance et recherche
http://envlit.ifremer.fr/content/download/81438/559043/version/2/file/Journees_rephy2012_compilation_session_environnement.pdf
Compilation des interventions pour la session sanitaire, surveillance et recherche.
http://envlit.ifremer.fr/content/download/81439/559046/version/3/file/Journees_rephy2012_compilation_session_sanitaire.pdf

Belin C. & Neaud-Masson N., 2012. Cahier de Procédures REPHY 2012-2013. Document de prescription. Document Ifremer/ODE/DYNECO/VIGIES/12-07.
http://envlit.ifremer.fr/content/download/81386/558742/version/4/file/Cahier_REPHY_2012_version_finale_12_sep_+2012.pdf

Belin C., 2011. La surveillance des phycotoxines dans les coquillages du milieu marin. Le réseau REPHY : objectifs, stratégies, et principaux résultats. Bulletin épidémiologique santé animale - alimentation. Anses & DGAL N° 45, octobre 2011. pp 19-23.

10. Glossaire

Source : http://envlit.ifremer.fr/infos/glossaire

Bloom ou « **poussée phytoplanctonique** » ou « **efflorescence phytoplanctonique** ». Développement rapide d'une microalgue entraînant la présence d'un grand nombre de cellules dans l'eau (plusieurs millions de cellules par litre) qui dans certains cas peut prendre la couleur de l'algue : eau colorée. Le phénomène de forte prolifération phytoplanctonique dans le milieu aquatique résulte de la conjonction de facteurs du milieu comme température, éclairement, concentration en sels nutritifs. Suivant la nature de l'espèce phytoplanctonique concernée, cette prolifération peut se matérialiser par une coloration de l'eau (= eaux colorées).

Conchyliculture. Elevage des coquillages qui regroupe la cerastoculture (coques), la mytiliculture (moules), l'ostréiculture (huîtres), la pectiniculture (coquilles St-Jacques), la vénériculture (palourdes, clovisses)

Ecosystème. Ensemble des êtres vivants (Biocénose), des éléments non vivants et des conditions climatiques et géologiques (Biotopes) qui sont liés et interagissent entre eux et qui constitue une unité fonctionnelle de base en écologie

Eutrophisation. Enrichissement des cours d'eau et des plans d'eau en éléments nutritifs, essentiellement le phosphore et l'azote qui constituent un véritable engrais pour les plantes aquatiques. L'eutrophisation se manifeste par la prolifération excessive des végétaux dont la décomposition provoque une diminution notable de la teneur en oxygène. Il s'en suit, entre autres, une diversité animale et végétale amoindrie et des usages perturbés

Niveau trophique. Position qu'occupe un organisme dans le réseau alimentaire

Photosynthèse. Processus bioénergétique qui permet aux plantes, aux algues et à certains micro-organismes de synthétiser de la matière organique grâce à l'énergie apportée par les rayonnements du soleil.

Phytoplancton. Ensemble des organismes du plancton appartenant au règne végétal, de taille très petite ou microscopique, qui vivent en suspension dans l'eau; communauté végétale des eaux marines et des eaux douces, qui flotte librement dans l'eau et qui comprend de nombreuses espèces d'algues et de diatomées.

Phycotoxines. Substances toxiques sécrétées par certaines espèces de phytoplancton

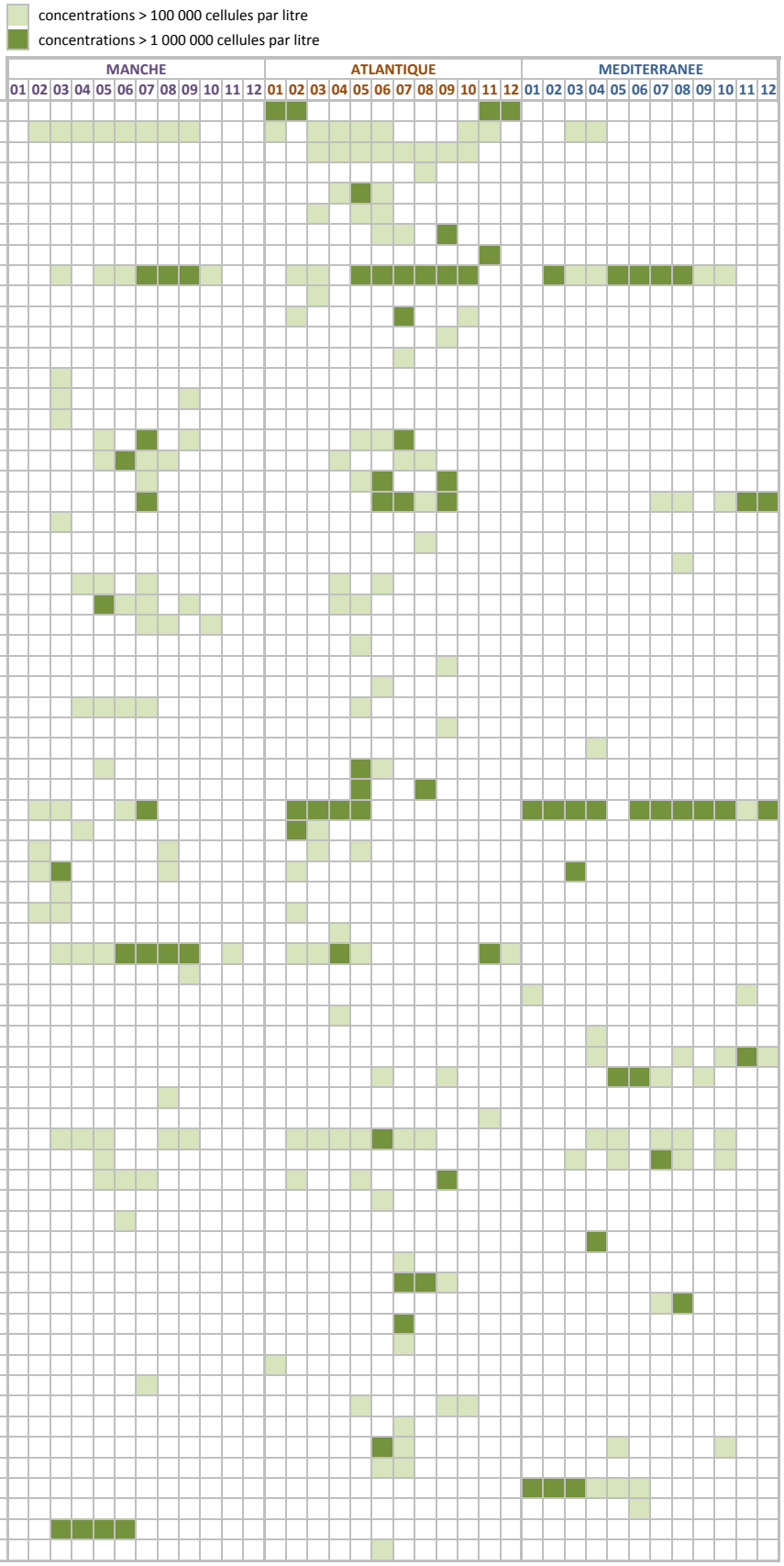
Taxon. Groupe faunistique ou floristique correspondant à un niveau de détermination systématique donné : classe, ordre, genre, famille, espèce.

«

11. Annexes

Annexe REPHY 1

Blooms phytoplanctoniques sur l'année 2012, par taxon, par façade et par mois



(1) Pseudo-nitzschia, complexe americana (americana + brasiliana)
(2) Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines (calliantha + delicatissima + pseudodelicatissima + subcurvata)
(3) Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des effilées (multiseries + pungens)
(4) Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des larges (australis + fraudulenta + seriata + subpacifica)
(5) Pseudo-nitzschia, groupe des larges asymétriques (australis + seriata + subpacifica)
(6) Pseudo-nitzschia, groupe des larges symétriques (fraudulenta)
(7) Scrippsiella + Ensiculifera + Pentapharsodinium + Bysmatrum

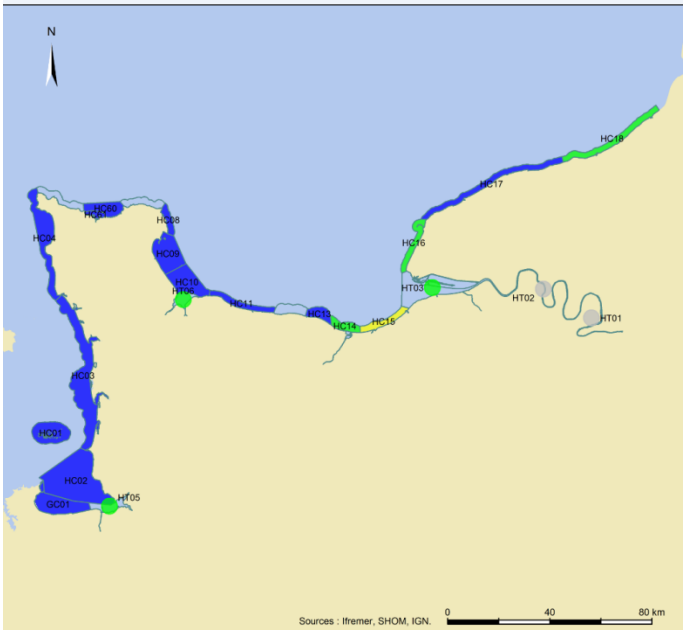
Annexe REPHY 2

Evaluation de la qualité des masses d'eau pour l'élément de qualité phytoplancton sur la période 2007-2012

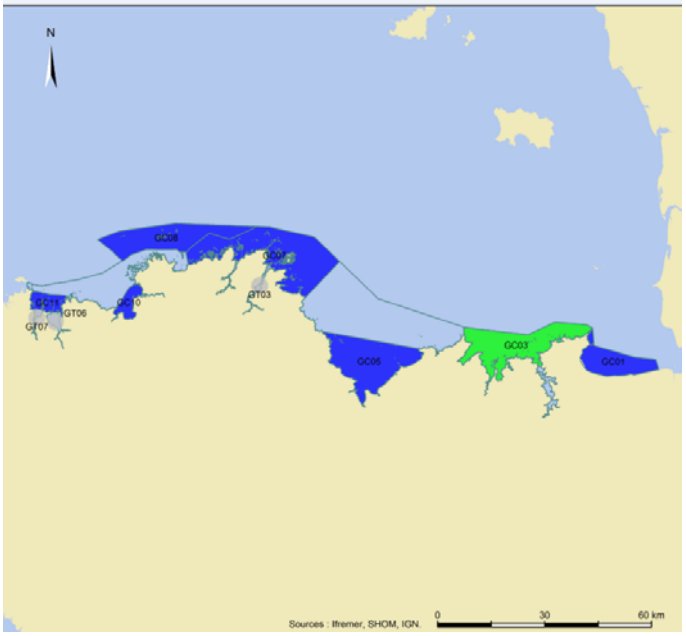
Cette évaluation, réalisée dans le cadre de la DCE (Directive européenne Cadre sur l'Eau), résulte d'une intégration des résultats chlorophylle représentatifs de la biomasse du phytoplancton, et des résultats relatifs à la fréquence des blooms représentatifs de l'abondance du phytoplancton. Les classes de qualité sont représentées par un aplat de couleur pour les masses d'eau côtières, et par un rond coloré pour les masses d'eau de transition (estuaires ou lagunes).

Indicateur phytoplancton
Artois-Picardie

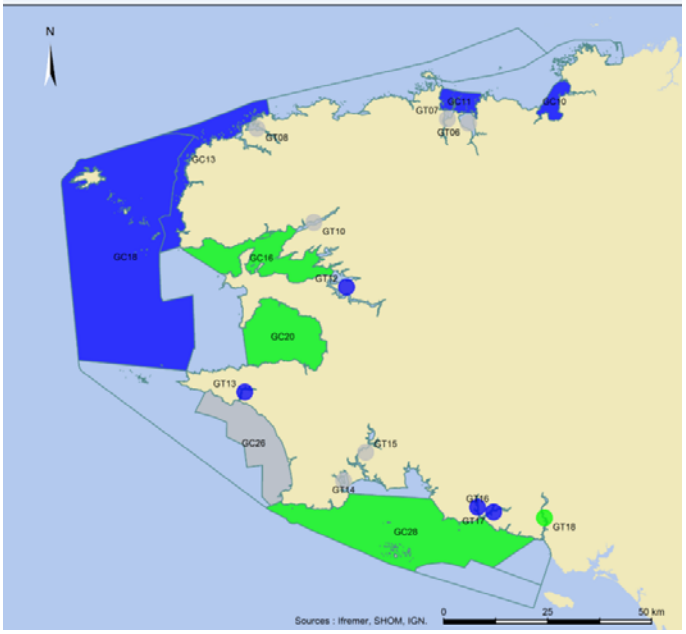
Indicateur phytoplancton
Normandie



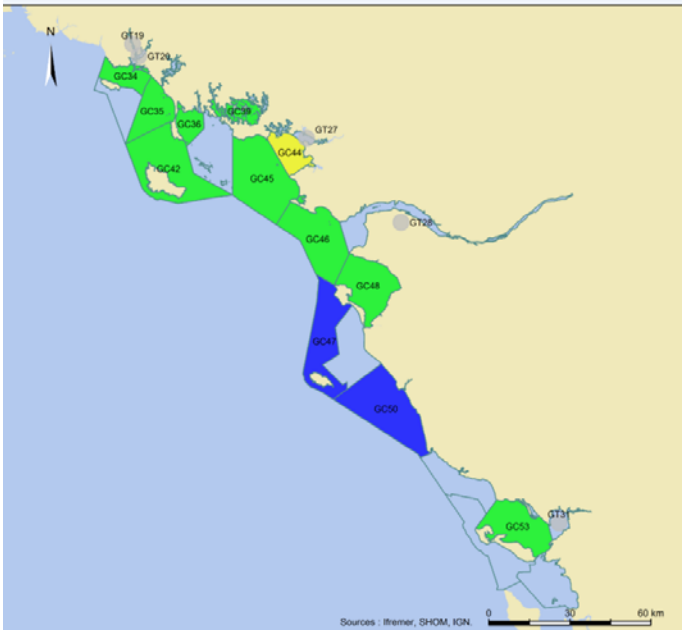
Indicateur phytoplancton
Bretagne nord



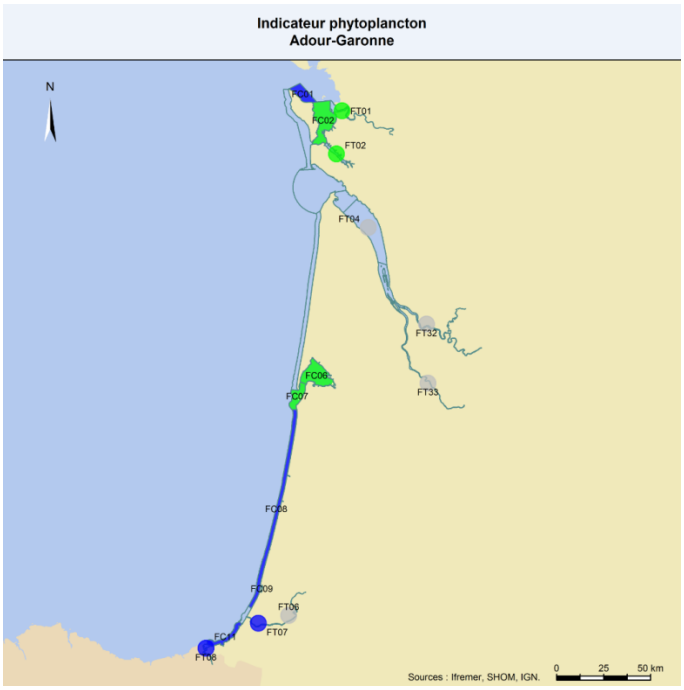
Indicateur phytoplancton
Bretagne ouest

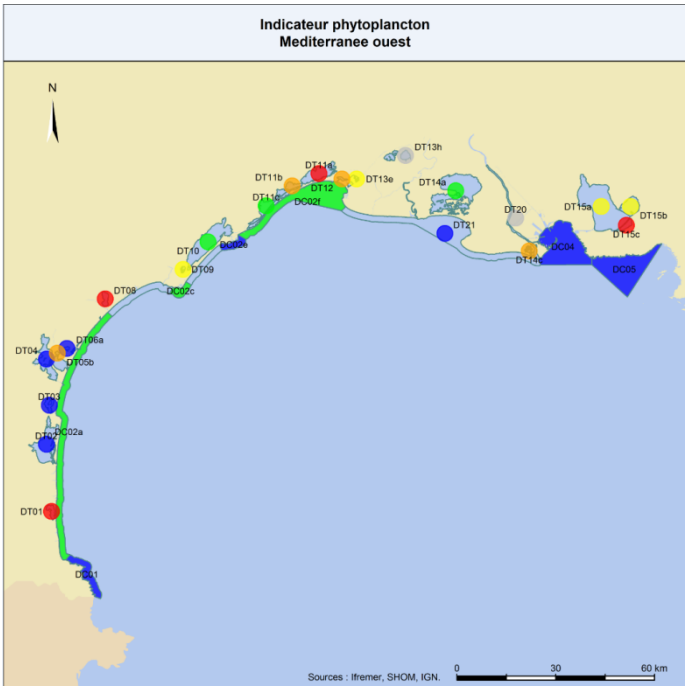


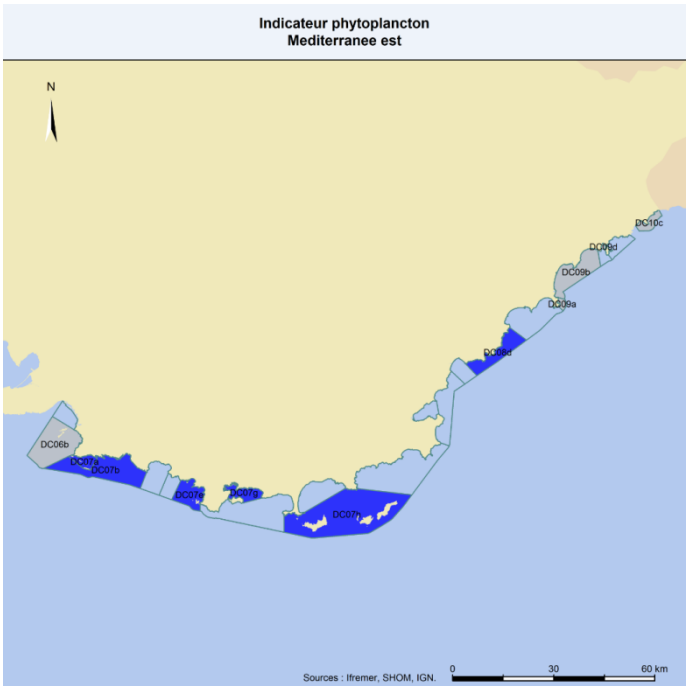
Indicateur phytoplancton
Bretagne sud et Loire

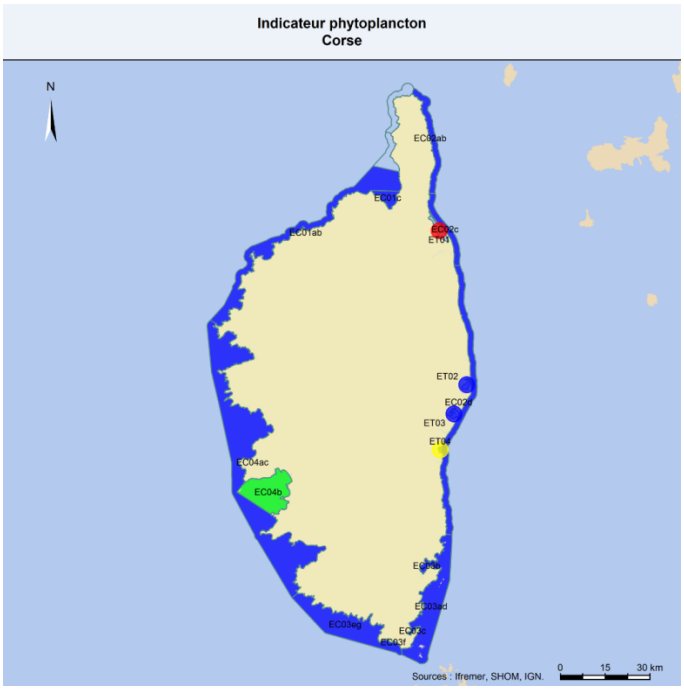


- Très bon
- Bon
- Moyen
- Médiocre
- Mauvais
- Non évaluée









Très bon
Bon
Moyen
Médiocre
Mauvais
Non évaluée

Annexe REPHY 3

Résultats *Dinophysis* (concentrations maximales par mois) et toxines lipophiles (résultats maximaux par mois et par coquillage, en µg/kg)

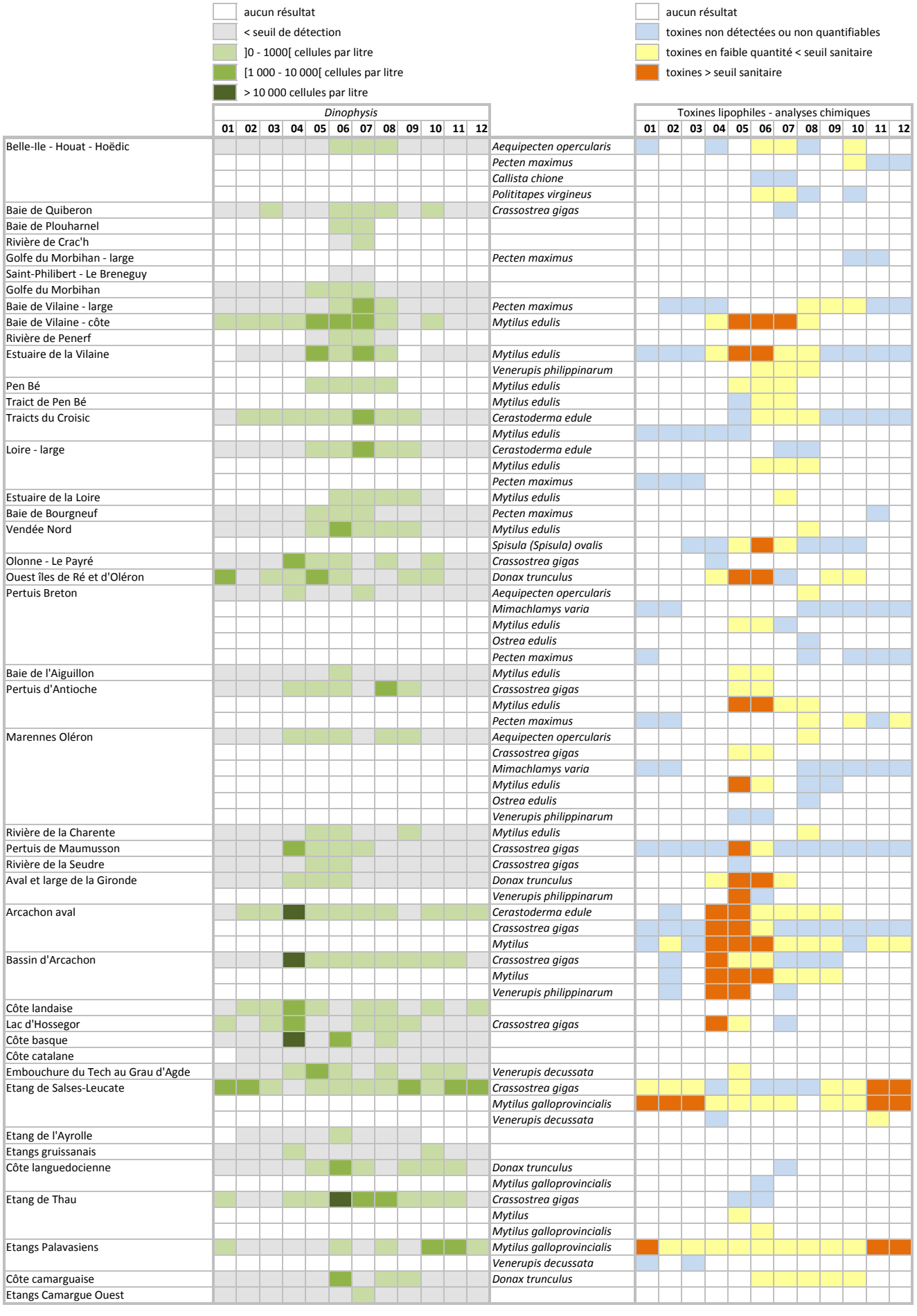
aucun résultat
< seuil de détection
]0 - 1000[cellules par litre
[1 000 - 10 000[cellules par litre
> 10 000 cellules par litre

aucun résultat
toxines non détectées ou non quantifiables
toxines en faible quantité < seuil sanitaire
toxines > seuil sanitaire

	Dinophysis													Toxines lipophiles - analyses chimiques											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Frontière belge - Cap Gris Nez																									
Cap Gris Nez - Le Boulonnais																									
Manche Nord Est - large													*Pecten maximus*												
Baie de Somme - large													*Mytilus edulis*												
Baie de Somme																									
Pays de Caux Nord																									
Pays de Caux Sud													*Pecten maximus*												
Baie de Seine et Orne													*Pecten maximus*												
													Mytilus edulis												
Estuaire de la Seine																									
Côte de Nacre													*Pecten maximus*												
Côte du Bessin													*Pecten maximus*												
Baie des Veys													*Mytilus edulis*												
													Pecten maximus												
Ravenoville - Saint Vaast - Barfleur													*Pecten maximus*												
													Mytilus edulis												
Cotentin Nord													*Pecten maximus*												
La Hague - Carteret																									
Cotentin Ouest													*Ostrea edulis*												
													Glycymeris glycymeris												
													Venus verrucosa												
													Pecten maximus												
													Mytilus edulis												
Archipel Chausey																									
Baie du Mont Saint-Michel																									
Rance - estuaire et large													*Pecten maximus*												
Arguenon - estuaire et large																									
Baie de Saint-Brieuc - large													*Pecten maximus*												
Baie de Saint-Brieuc - fond de baie																									
Trieux - Bréhat																									
Perros Guirrec																									
Baie de Lannion													*Cerastoderma edule*												
													Crassostrea gigas												
													Mytilus galloprovincialis												
													Mytilus edulis												
													Mytilus												
Baie de Morlaix - large													*Aequipecten opercularis*												
													Pecten maximus												
Rivière de Morlaix																									
Penzé																									
Ouessant - Abers													*Donax trunculus*												
Iroise - Camaret													*Pecten maximus*												
													Glycymeris glycymeris												
													Donax trunculus												
Rade de Brest													*Mytilus edulis*												
													Pecten maximus												
													Glycymeris glycymeris												
													Mytilus												
													Crassostrea gigas												
Baie de Douarnenez													*Pecten maximus*												
													Glycymeris glycymeris												
													Donax trunculus												
Baie d'Audierne													*Donax trunculus*												
Concarneau large - Glénan													*Polititapes virgineus*												
													Pecten maximus												
Bénodet													*Mytilus edulis*												
Rivière de Pont L'Abbé													*Mytilus edulis*												
Odet													*Mytilus edulis*												
Baie de Concarneau													*Cerastoderma edule*												
													Mytilus												
													Crassostrea gigas												
													Mytilus galloprovincialis												
Aven - Belon - Laïta													*Crassostrea gigas*												
													Mytilus edulis												
Rade de Lorient - Groix													*Pecten maximus*												
													Callista chione												
													Mytilus												
Petite mer de Gâvres													*Mytilus edulis*												
Baie d'Etel													*Donax trunculus*												
Rivière d'Etel													*Venerupis philippinarum*												
													Crassostrea gigas												

Annexe REPHY 3

Résultats *Dinophysis* (concentrations maximales par mois) et toxines lipophiles (résultats maximaux par mois et par coquillage, en µg/kg)



Annexe REPHY 3

Résultats *Dinophysis* (concentrations maximales par mois) et toxines lipophiles (résultats maximaux par mois et par coquillage, en µg/kg)

- aucun résultat
- < seuil de détection
-]0 - 1000[cellules par litre
- [1 000 - 10 000[cellules par litre
- > 10 000 cellules par litre

- aucun résultat
- toxines non détectées ou non quantifiables
- toxines en faible quantité < seuil sanitaire
- toxines > seuil sanitaire

	Dinophysis													Toxines lipophiles - analyses chimiques											
	01	**02**	**03**	**04**	**05**	**06**	**07**	**08**	**09**	**10**	**11**	**12**		**01**	**02**	**03**	**04**	**05**	**06**	**07**	**08**	**09**	**10**	**11**	**12**
Golfe de Fos													*Donax trunculus*												
													Mytilus galloprovincialis												
Marseille et calanques																									
Rade de Toulon													*Mytilus galloprovincialis*												
Giens - Estérel																									
Cannes - Menton																									
Cap Corse - Bastia																									
Etang de Diana													*Mytilus galloprovincialis*												
Etang d'Urbino																									
Corse Ouest																									

Annexe REPHY 4

Résultats *Alexandrium* (concentrations maximales par mois) et toxines PSP (résultats maximaux, par mois et par coquillage)

Légendes

- aucun résultat
- < seuil de détection
-]0 - 10 000[cellules par litre
- [10 000 - 1 000 000[cellules par litre
- > 1 000 000 cellules par litre

- aucun résultat
- toxines non détectées ou non quantifiables
- toxines en faible quantité < seuil sanitaire
- toxines > seuil sanitaire

	Alexandrium													Toxines paralysantes - bio-essais											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Frontière belge - Cap Gris Nez																									
Cap Gris Nez - Le Boulonnais																									
Manche Nord Est - large													*Pecten maximus*												
Baie de Somme - large																									
Baie de Somme																									
Pays de Caux Nord																									
Pays de Caux Sud													*Pecten maximus*												
Baie de Seine et Orne													*Pecten maximus*												
Estuaire de la Seine																									
Côte de Nacre													*Pecten maximus*												
Côte du Bessin													*Pecten maximus*												
Baie des Veys													*Pecten maximus*												
													Mytilus edulis												
Ravenoville - Saint Vaast - Barfleur													*Mytilus edulis*												
													Pecten maximus												
Cotentin Nord													*Pecten maximus*												
La Hague - Carteret																									
Cotentin Ouest													*Glycymeris glycymeris*												
													Ostrea edulis												
													Pecten maximus												
													Venus verrucosa												
Archipel Chausey																									
Baie du Mont Saint-Michel																									
Rance - estuaire et large													*Pecten maximus*												
Arguenon - estuaire et large																									
Baie de Saint-Brieuc - large													*Pecten maximus*												
Baie de Saint-Brieuc - fond de baie																									
Trieux - Bréhat																									
Perros Guirrec																									
Baie de Lannion																									
Baie de Morlaix - large													*Pecten maximus*												
													Aequipecten opercularis												
Rivière de Morlaix													*Crassostrea gigas*												
Penzé																									
Ouessant - Abers													*Crassostrea gigas*												
													Mytilus												
Iroise - Camaret													*Pecten maximus*												
													Glycymeris glycymeris												
Rade de Brest													*Crassostrea gigas*												
													Buccinum undatum												
													Mytilus edulis												
													Glycymeris glycymeris												
													Littorina littorea												
													Mytilus												
													Venerupis decussata												
													Venerupis philippinarum												
													Pecten maximus												
Baie de Douarnenez													*Glycymeris glycymeris*												
													Pecten maximus												
Baie d'Audierne																									
Concarneau large - Glénan													*Pecten maximus*												
													Polititapes virgineus												
Baie de Concarneau																									
Aven - Belon - Laïta																									
Rade de Lorient - Groix													*Callista chione*												
													Pecten maximus												
Petite mer de Gâvres																									
Baie d'Etel																									
Rivière d'Etel																									
Belle-Ile - Houat - Hoëdic													*Callista chione*												
													Pecten maximus												
													Polititapes virgineus												
													Aequipecten opercularis												
Baie de Quiberon																									
Baie de Plouharnel																									
Rivière de Crac'h																									
Golfe du Morbihan - large													*Pecten maximus*												
Saint-Philibert - Le Breneguy																									
Golfe du Morbihan																									
Baie de Vilaine - large													*Pecten maximus*												
Baie de Vilaine - côte																									
Rivière de Penerf																									
Estuaire de la Vilaine																									
Pen Bé																									

Annexe REPHY 4

Résultats *Alexandrium* (concentrations maximales par mois) et toxines PSP (résultats maximaux, par mois et par coquillage)

Légendes

- aucun résultat
- < seuil de détection
-]0 - 10 000[cellules par litre
- [10 000 - 1 000 000[cellules par litre
- > 1 000 000 cellules par litre

- aucun résultat
- toxines non détectées ou non quantifiables
- toxines en faible quantité < seuil sanitaire
- toxines > seuil sanitaire

	Alexandrium													Toxines paralysantes - bio-essais											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Traicts du Croisic																									
Loire - large													*Pecten maximus*												
Estuaire de la Loire																									
Baie de Bourgneuf													*Pecten maximus*												
Vendée Nord													*Spisula (Spisula) ovalis*												
Olonne - Le Payré																									
Ouest îles de Ré et d'Oléron																									
Pertuis Breton													*Mimachlamys varia*												
													Pecten maximus												
Baie de l'Aiguillon																									
Pertuis d'Antioche													*Pecten maximus*												
Marennes Oléron													*Aequipecten opercularis*												
													Mimachlamys varia												
													Ostrea edulis												
Rivière de la Charente																									
Pertuis de Maumusson																									
Rivière de la Seudre																									
Aval et large de la Gironde																									
Arcachon aval																									
Bassin d'Arcachon																									
Côte landaise																									
Lac d'Hossegor																									
Côte basque																									
Côte catalane																									
Embouchure Tech au Grau d'Agde													*Venerupis decussata*												
Etang de Salses-Leucate																									
Etang de l'Ayrolle																									
Etangs gruissanais																									
Côte languedocienne																									
Etang de Thau																									
Etangs Palavasiens																									
Côte camarguaise																									
Etangs Camargue Ouest																									
Golfe de Fos																									
Marseille et calanques																									
Rade de Toulon																									
Giens - Estérel																									
Cannes - Menton																									
Cap Corse - Bastia																									
Etang de Diana																									
Etang d'Urbino																									
Corse Ouest																									

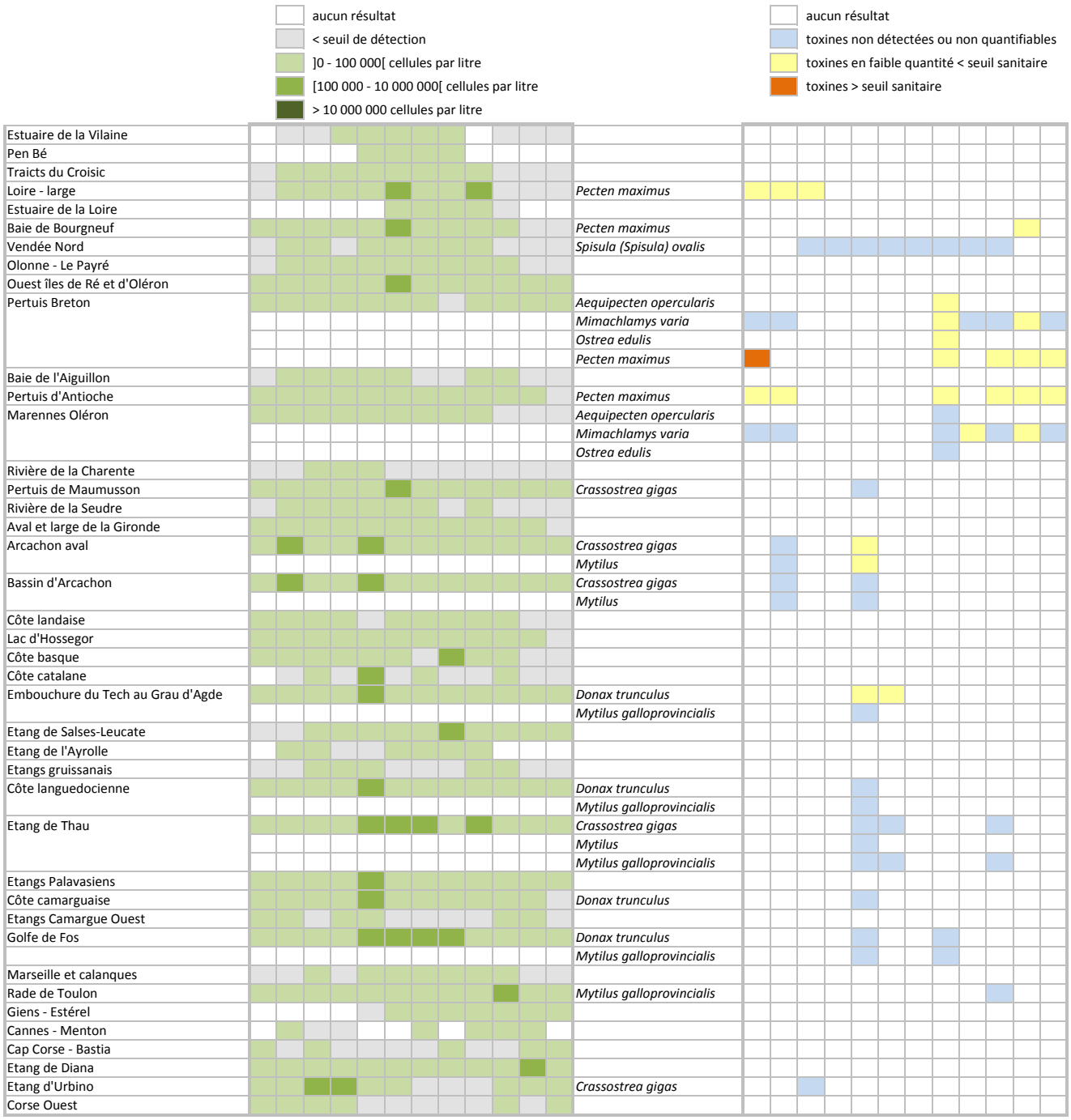
Annexe REPHY 5

Résultats *Pseudo-nitzschia* (concentrations maximales par mois) et toxines ASP (résultats maximaux par mois et par coquillage, en mg/kg)

	Pseudo-nitzschia													Toxines amnésiantes - analyses chimiques											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Frontière belge - Cap Gris Nez																									
Cap Gris Nez - Le Boulonnais																									
Manche Nord Est - large													*Pecten maximus*												
Baie de Somme - large													*Mytilus edulis*												
Baie de Somme																									
Pays de Caux Nord																									
Pays de Caux Sud													*Pecten maximus*												
Baie de Seine et Orne													*Mytilus edulis*												
													Pecten maximus												
													Cerastoderma edule												
Estuaire de la Seine																									
Côte de Nacre													*Pecten maximus*												
													Crassostrea gigas												
Côte du Bessin													*Pecten maximus*												
Baie des Veys													*Mytilus edulis*												
													Pecten maximus												
Ravenoville - Saint Vaast - Barfleur													*Pecten maximus*												
													Mytilus edulis												
Cotentin Nord													*Pecten maximus*												
La Hague - Carteret																									
Cotentin Ouest													*Glycymeris glycymeris*												
													Venus verrucosa												
													Ostrea edulis												
													Pecten maximus												
Archipel Chausey																									
Baie du Mont Saint-Michel																									
Rance - estuaire et large													*Pecten maximus*												
Arguenon - estuaire et large																									
Baie de Saint-Brieuc - large													*Pecten maximus*												
Baie de Saint-Brieuc - fond de baie																									
Trieux - Bréhat																									
Perros Guirrec																									
Baie de Lannion													*Crassostrea gigas*												
													Mytilus edulis												
													Cerastoderma edule												
Baie de Morlaix - large													*Pecten maximus*												
													Aequipecten opercularis												
Rivière de Morlaix																									
Penzé																									
Ouessant - Abers													*Donax trunculus*												
Iroise - Camaret													*Donax trunculus*												
													Glycymeris glycymeris												
													Pecten maximus												
Rade de Brest													*Mytilus edulis*												
													Pecten maximus												
													Glycymeris glycymeris												
Baie de Douarnenez													*Pecten maximus*												
													Donax trunculus												
													Glycymeris glycymeris												
Baie d'Audierne													*Donax trunculus*												
Concarneau large - Glénan													*Polititapes virgineus*												
													Pecten maximus												
Baie de Concarneau													*Mytilus*												
Aven - Belon - Laïta																									
Rade de Lorient - Groix													*Callista chione*												
													Pecten maximus												
Petite mer de Gâvres																									
Baie d'Etel																									
Rivière d'Etel																									
Belle-Ile - Houat - Hoëdic													*Callista chione*												
													Pecten maximus												
													Polititapes virgineus												
													Aequipecten opercularis												
Baie de Quiberon													*Pecten maximus*												
													Crassostrea gigas												
Baie de Plouharnel													*Crassostrea gigas*												
													Venerupis philippinarum												
Rivière de Crac'h																									
Golfe du Morbihan - large													*Pecten maximus*												
Saint-Philibert - Le Breneguy																									
Golfe du Morbihan																									
Baie de Vilaine - large													*Pecten maximus*												
Baie de Vilaine - côte																									
Rivière de Penerf																									

Annexe REPHY 5

Résultats *Pseudo-nitzschia* (concentrations maximales par mois) et toxines ASP (résultats maximaux par mois et par coquillage, en mg/kg)



Annexe REPHY 6

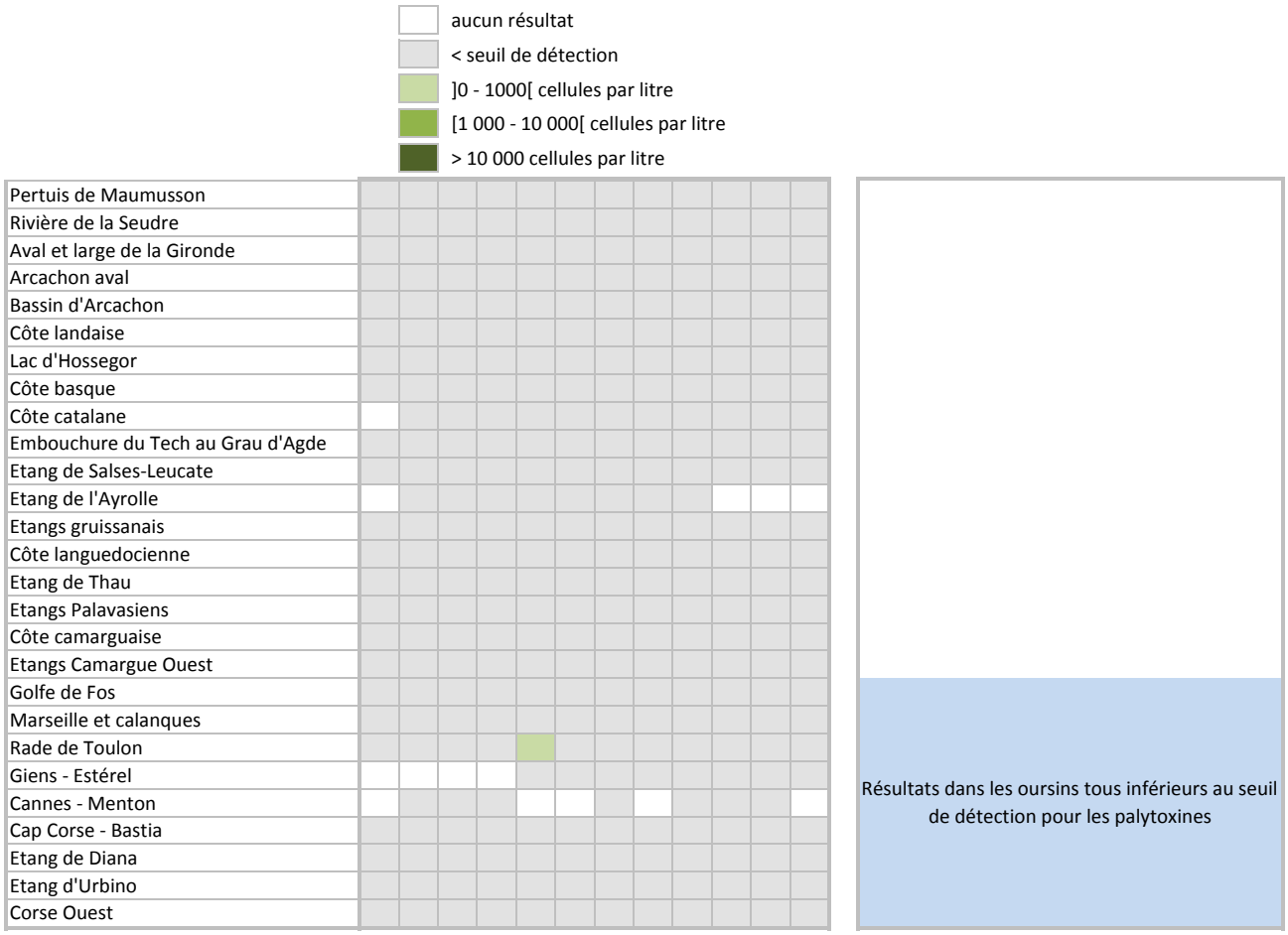
Résultats *Ostreopsis* (concentrations maximales par mois) et palytoxines

- aucun résultat
- < seuil de détection
-]0 - 1000[cellules par litre
- [1 000 - 10 000[cellules par litre
- > 10 000 cellules par litre

	Ostreopsis												Palytoxines
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
Frontière belge - Cap Gris Nez													Pas d'analyses de palytoxines dans les coquillages de Manche - Atlantique
Cap Gris Nez - Le Boulonnais													
Manche Nord Est - large													
Baie de Somme - large													
Baie de Somme													
Pays de Caux Nord													
Pays de Caux Sud													
Baie de Seine et Orne													
Estuaire de la Seine													
Côte de Nacre													
Côte du Bessin													
Baie des Veys													
Ravenoville - Saint Vaast - Barfleur													
Cotentin Nord													
La Hague - Carteret													
Cotentin Ouest													
Archipel Chausey													
Baie du Mont Saint-Michel													
Rance - estuaire et large													
Arguenon - estuaire et large													
Baie de Saint-Brieuc - fond de baie													
Trieux - Bréhat													
Perros Guirrec													
Baie de Lannion													
Baie de Morlaix - large													
Rivière de Morlaix													
Penzé													
Ouessant - Abers													
Iroise - Camaret													
Rade de Brest													
Baie de Douarnenez													
Baie d'Audierne													
Baie de Concarneau													
Aven - Belon - Laïta													
Rade de Lorient - Groix													
Petite mer de Gâvres													
Baie d'Etel													
Rivière d'Etel													
Belle-Ile - Houat - Hoëdic													
Baie de Quiberon													
Baie de Plouharnel													
Rivière de Crac'h													
Saint-Philibert - Le Breneguy													
Golfe du Morbihan													
Baie de Vilaine - large													
Baie de Vilaine - côte													
Rivière de Penerf													
Estuaire de la Vilaine													
Pen Bé													
Traicts du Croisic													
Loire - large													
Estuaire de la Loire													
Baie de Bourgneuf													
Vendée Nord													
Olonne - Le Payré													
Ouest îles de Ré et d'Oléron													
Pertuis Breton													
Baie de l'Aiguillon													
Pertuis d'Antioche													
Marennes Oléron													
Rivière de la Charente													

Annexe REPHY 6

Résultats *Ostreopsis* (concentrations maximales par mois) et palytoxines



Annexe REPHY 7
Correspondances nom latin / nom français pour les coquillages

nom latin	nom français	regroupement utilisé pour la figure 5.2.
Mytilus	moule	moules
Mytilus edulis	moule atlantique	
Mytilus galloprovincialis	moule méditerranéenne	
Crassostrea gigas	huître creuse	huîtres
Ostrea edulis	huître plate	
Venerupis decussata	palourde grise	palourdes
Venerupis philippinarum	palourde japonaise	
Polititapes virgineus	palourde rose	
Aequipecten opercularis	pétoncle blanc - vanneau	pectinidés
Mimachlamys varia	pétoncle noir	
Pecten maximus	coquille saint jacques	
Cerastoderma edule	coque	autres coquillages
Donax trunculus	donace	
Glycymeris glycymeris	amande	
Spisula (Spisula) ovalis	spisule	
Venus verrucosa	praire	
Callista chione	vernis	