

Décembre 2012 – ODE/DYNECO/VIGIES/12.09

Synthèse réalisée par les coordonnateurs des réseaux d'observation et de surveillance :

C. Belin, D. Claisse, A. Daniel, E. Fleury, P. Le Mao, M. Marchand, M. Nedellec

Avec le soutien du service DYNECO/VIGIES :

A. Boisseaux, D. Soudant

IFREMER

Qualité du Milieu Marin Littoral Synthèse Nationale de la Surveillance 2011

Edition 2012



Photo : Alain Le Magueresse

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, M. Marchand, M. Nedellec,

Avec le soutien du service DYNECO/VIGIES :

A. Boisseaux, D. Soudant

Centre Ifremer de Nantes

Rue de l'Île d'Yeu, BP 21105

44311 Nantes Cédex

Tél : 02 40 37 41 58

Sommaire

1. Dispositif de surveillance de la qualité du milieu marin littoral	1
2. Evènements marquants 2011	2
3. Hydrologie	4
3.1. Présentation	4
3.2. Bilan météorologique et hydrologique 2011	4
3.3. Contribution à l'évaluation de la qualité des eaux (DCE)	5
4. REMI : Réseau de contrôle microbiologique	6
4.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre du REMI	6
4.2. Résultats de la surveillance microbiologique	8
5. REPHY - Réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines.....	13
5.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre du REPHY.....	13
5.2. Aspects environnementaux : résultats phytoplancton	14
5.3. Aspects sanitaires : phytoplancton toxique et phycotoxines.....	17
6. Réseau d'observation de la contamination chimique	23
6.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre du ROCCH.....	23
6.2. Résultats de la surveillance chimique	23
7. REBENT : Réseau de surveillance des peuplements benthiques.....	33
7.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre du Rebent.....	33
7.2. Résultats : 2 exemples.....	35
8. RESCO : réseau d'observations conchylicoles	39
8.1. Contexte, objectifs et en œuvre du RESCO	39
8.2. Résultats RESCO 2011	42
9. Surveillance dans les Départements d'Outre-Mer	51
9.1. Antilles Françaises	51
9.2. Guyane	54
9.3. La Réunion	56
9.4. Mayotte	58
9.5. Zooms sur la surveillance DCE dans les DOM.....	59
10. Pour en savoir plus.....	62
11. Glossaire	63
12. Annexes	64

En cas d'utilisation de données ou d'éléments de ce bulletin, il doit être cité sous la forme suivante :

Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral, Edition 2012.

Synthèse nationale de l'année 2011.

IFREMER/ODE/DYNECO/VIGIES/10.09, 87 p.

1. Dispositif de surveillance de la qualité du milieu marin 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 national RESCO (RESeau d'observations COnchylicoles). 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 et par certains centres techniques (exemple : SMEL pour site en côte Ouest Cotentin de RESCO). Ils mettent également en œuvre des réseaux de surveillance régionaux 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 Quadrigé2. 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, dix bulletins de la surveillance sont édités à une échelle régionale pour communiquer annuellement 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	Provence-Alpes-Côte d'Azur, Corse

2. Evènements marquants 2011

L'année 2011 est caractérisée par une météorologie exceptionnelle se traduisant par un printemps et un automne très secs et ensoleillés et par un été plutôt frais. De ce fait, les apports de nutriments par les fleuves ont été très limités et n'ont permis qu'une faible production phytoplanctonique en Manche-Atlantique. Aucune période d'hypoxie n'a été observée sur l'ensemble du littoral.

La surveillance régulière de la qualité microbiologique des zones de production de coquillages (REMI) montre une qualité moyenne pour 84% des points surveillés. La surveillance en alerte qui met en évidence les risques de contamination ou les contaminations inhabituelles dépasse le record observé en 2007 (212 alertes) avec 231 alertes déclenchées. Sur une période décennale (2001-2011), l'évolution des niveaux de contamination reste identique aux observations faites en 2009, 65% des points disposant d'un historique de 10 ans ne présentent pas d'évolution significative des niveaux de contamination (aucune évolution en Méditerranée), tandis qu'une dégradation est mise en évidence pour 25% des points (essentiellement sur les côtes bretonnes et normandes) et une amélioration est mise en évidence pour 10% des points (répartis en Charente-Maritime et dans le bassin d'Arcachon).

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 2006-2011 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 80 % 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 2011 d'un point de vue phytoplancton toxique et épisodes de toxicité sont assez similaires globalement aux années précédentes. Les épisodes de toxicité lipophile sont stables, affectant majoritairement les côtes atlantiques. Aucun épisode de toxicité PSP n'a été observé en 2011. Les épisodes de toxicité ASP n'ont touché en 2011 que les coquilles St Jacques, mais dans plusieurs régions : Normandie, Bretagne ouest et sud, Pertuis Charentais..

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. Le niveau de contamination du plomb (Pb) est toujours en légère décroissance au niveau national, les plus fortes concentrations sont encore relevées dans la baie du Lazaret, mais aussi à Hendaye sur la côte basque, 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.

Concernant la surveillance des peuplements benthiques (REBENT), l'intégration des données dans la base Quadrige² se poursuit. Déployé au niveau national depuis 2006, en métropole et dans les départements d'outre-mer, ce réseau contribue principalement à la définition des indicateurs de l'état des lieux et d'évolution des masses d'eau DCE. Coordonné par l'Ifremer, l'originalité du REBENT est d'être géré par façade géographique (Manche-Mer du Nord, Bretagne, Atlantique, Méditerranée et départements outre-mer) en associant de nombreux partenaires scientifiques et techniques. Deux exemples sont présentés pour illustrer la contribution du réseau au classement des masses d'eau côtière des deux façades Manche et Atlantique en suivant soit les ceintures de macroalgues intertidales, soit les blooms de macroalgues opportunistes.

Les suivis des mortalités de naissain d'huîtres réalisés par le réseau RESCO (Observatoire Conchylicole) en 2011 mettent en évidence des différences significatives entre les taux de mortalité

cumulée sur les lots de naissains diploïdes (moyenne nationale 73 % \pm 11%), de naissain triploïde (moyenne nationale 44.4 % \pm 20%). Les huîtres de 18 mois restent peu touchées par le phénomène (moyenne nationale 3.1 % \pm 4%). Certains sites apparaissent fortement touchés tel que l'étang de Thau (79.3 % sur le naissain de captage) ou Loix en Ré (98.8 %), en opposition à certains autres sites pour lesquels les taux de mortalité cumulée sont plus faibles (Morlaix 59.9 %, Géfosse 64.7 %). La cinétique d'apparition des mortalités diffère selon les sites, et suit un gradient sud-nord, fortement corrélé à la date du passage d'une température seuil voisine de 16° C. Ainsi, la première vague de mortalité est observée sur l'étang de Thau dès la mi-avril, alors qu'elle n'apparaît qu'à partir du mois de juin sur les sites de Normandie, Blainville ou Géfosse. De manière générale, les taux de mortalité observés sur le lot de 'référence' (captage naturel Arcachon) sur les différents sites en 2009, 2010 et 2011 mettent en évidence une intensification du phénomène, avec notamment l'apparition des mortalités de 2011 avec un mois, voire un mois et demi, d'avance par rapport à 2010. Les mortalités restent corrélées à la présence de l'herpès virus de l'huître OsHV-1. L'ensemble des données de mortalité et de croissance sont désormais accessibles en temps quasi-réel par l'intermédiaire d'un site internet, qui a bénéficié en 2011 d'une extension extranet permettant l'accès à des données détaillées et au téléchargement des différents rapports du réseau. La plupart des sites du réseau ont été équipés en 2011 de sondes d'enregistrement de la température et de la salinité, développées par la société NKE Instruments en collaboration avec le département RDT de l'Ifremer, et assurant une émission des données en temps réel, via le serveur CDOCO.

Le dispositif de surveillance DCE, qui est en train de se mettre en place dans les 4 départements d'outre-mer (DOM) : Martinique, Guadeloupe, Guyane et Réunion, est présenté de manière succincte.

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, RNO hydrologie), 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, de 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.

3.2. Bilan météorologique et hydrologique 2011

3.2.1. Manche - Atlantique

Les conditions météorologiques ont été atypiques en 2011 :

- la pluviométrie a été exceptionnellement basse avec près de 9 mois déficitaires par rapport aux moyennes de référence (environ 5 fois inférieure à la moyenne au printemps et 2 fois inférieure en automne). Il est à noter que les pluies de décembre représentent près de 30 % de la pluviométrie annuelle ;
- l'ensoleillement a été très fort au printemps puis faible au cours de l'été. De ce fait, les températures de l'air ont été supérieures à la normale au printemps mais fraîches en juillet.

Par conséquent, les débits mensuels des principaux fleuves ont été largement plus faibles que les normales saisonnières sur l'ensemble de l'année (figure 3.1). Il en découle des apports fluviaux limités uniquement à l'embouchure des estuaires. Les salinités relevées sur les points côtiers montrent donc très peu de fluctuations saisonnières et les concentrations maximales de nutriments mesurées en février sont faibles par rapport aux années précédentes. Il en résulte une biomasse phytoplanctonique printanière très faible, voire quasiment nulle sur certaines zones, par rapport aux concentrations habituellement observées à cette période. Suivant les zones, les pluies d'août ont permis de reconstituer un petit stock de nutriments qui a soutenu un bref développement phytoplanctonique début septembre. Aucune période d'hypoxie n'a été observée notamment en raison de la très faible biomasse phytoplanctonique.

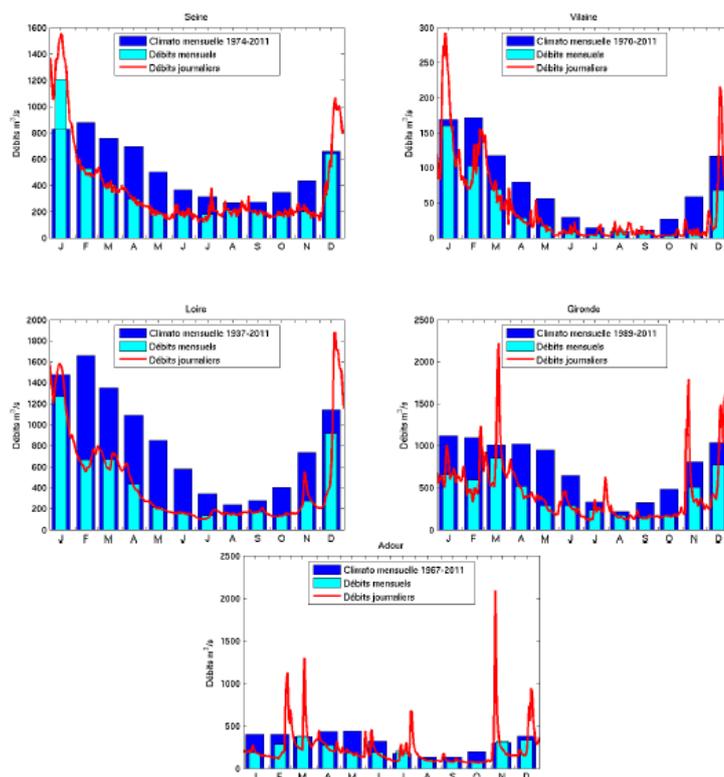


Figure 3.1 : Débits des 5 principaux fleuves de Manche-Atlantique en 2011. Débits journaliers 2011 (courbe rouge continue), moyenne mensuelle de référence (histogramme bleu foncé), moyenne mensuelle 2011 (histogramme bleu clair). (source : Banque Hydro – eaufrance)

3.2.2. Méditerranée

Tout comme en Manche-Atlantique, le printemps 2011 a été un des plus chaud observé sur la côte méditerranéenne au cours du siècle dernier. Par contre, les précipitations ont été près de deux fois supérieures à la normale au cours du mois de mars en région Languedoc-Roussillon. A l'inverse, le mois de mai a été le plus sec depuis 50 ans et a entraîné le plus faible débit du Rhône enregistré depuis 1920. Les fluctuations de salinité et de turbidité ont donc été très faibles, sauf sur certaines zones en mars et décembre. La température de l'eau de surface mesurée au printemps est relativement élevée par rapport aux températures enregistrées depuis 10 ans. A l'inverse, l'eau de surface est plutôt fraîche en été par rapport aux années précédentes. Il faut noter que les concentrations de chlorophylle sont globalement comparables à celles mesurées les années précédentes.

3.3. 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 nutriments¹. La classification est effectuée selon un système à cinq classes : état très bon, bon, moyen, médiocre ou mauvais.

¹ Les rapports d'évaluation DCE des éléments de qualité physico-chimique sont disponibles en ligne à l'adresse suivante : <http://envlit.ifremer.fr/documents/publications> section Directive Cadre sur l'Eau

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 indicateurs 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 (fig. 4.1).

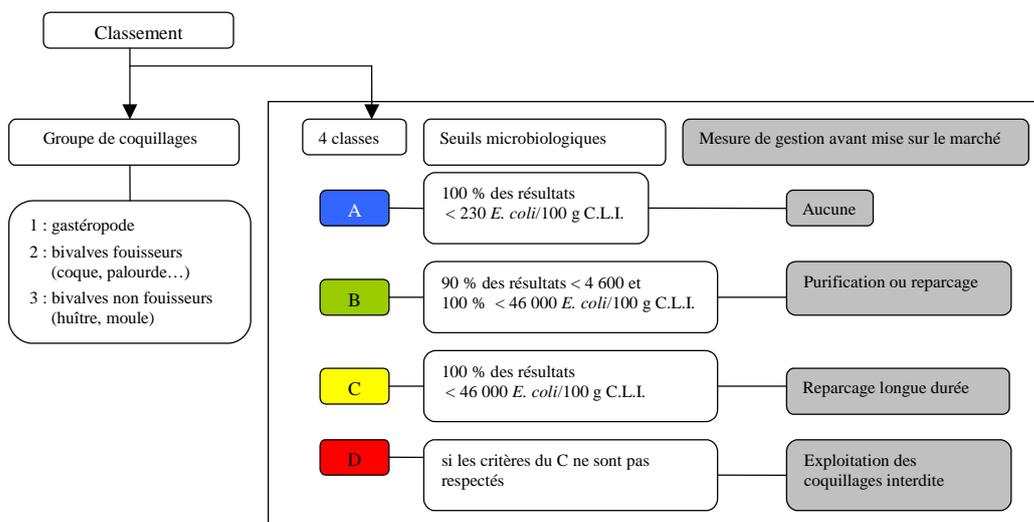


Figure 4.1 : Exigences réglementaires microbiologiques du classement de zone (Règlement (CE) n°854/2004²; arrêté du 21/05/1999³)

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

² Règlement CE n° 854/2004² 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.

4.1.1. Surveillance régulière des zones classées A, B et C

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 08-106⁴ ou ISO/TS 16 649-3⁵ 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.



Photos : prélèvements :
d'huîtres à partir d'une
embarcation Ifremer (1), de
palourdes en plongée en apnée
(2) (source LER-LR Ifremer)



4.1.2. Surveillance en alerte

Organisé en niveau d'alerte, le dispositif peut être déclenché de façon préventive en cas de risque de contamination (niveau 0), ou en cas de contamination détectée (niveau 1) qui peut être maintenu en cas de contamination persistante (niveau 2). Les seuils de mise en alerte sont définis pour chaque classe :

- Zone A $\geq 1\ 000$ *E. coli*/100 g CLI ;
- Zone B $\geq 4\ 600$ *E. coli*/100 g CLI ;
- Zone C $\geq 46\ 000$ *E. coli*/100 g CLI.

L'alerte se traduit par l'information de l'autorité compétente (Préfecture, DDTM), de façon à ce qu'elle puisse prendre les mesures adaptées en terme de protection de la santé des consommateurs ; et par la mise en place d'une surveillance renforcée jusqu'à la levée du dispositif d'alerte.

Au cours de l'année 2011, la surveillance régulière s'est appuyée sur 371 points de prélèvement qui ont permis d'assurer la surveillance sur 323 zones classées géographiquement différentes.

La figure 4.2 précise le nombre de points et de zones classées dans les différentes catégories.

⁴ Norme NF V 08-106 - janvier 2002. Microbiologie des aliments - Dénombrement des *E. coli* présumés 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-positives - Partie 3 : technique du nombre le plus probable utilisant bromo-5-chloro-4-indolyl-3 beta-D-glucuronate

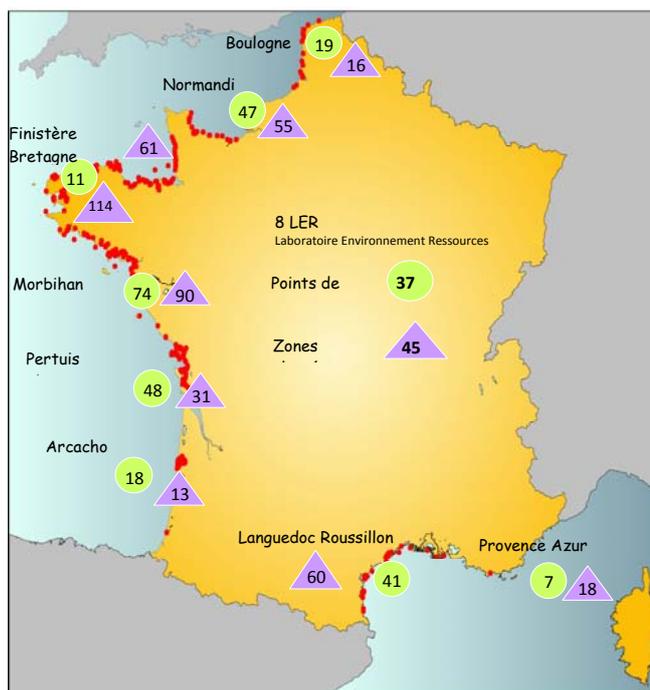


Figure 4.2 : Répartition des points de suivi par laboratoire Ifremer et des zones classées

Au total 458 zones sont classées pour les groupes 1, 2 ou 3. Les zones A représentent 34 % (155 zones) des classements en 2011, les zones classées B : 56 % (258 zones), les zones classées C : 7 % (32 zones) et les zones classées provisoirement : 2,4 % (11 zones).

4.2. Résultats de la surveillance microbiologique

4.2.1. Surveillance régulière

La qualité est estimée pour 309 points (figure 4.3 et tableau 4.1) dont 65 assurent la surveillance des coquillages fouisseurs et 244 la surveillance des coquillages non fouisseurs. Pour une meilleure visibilité de la qualité des points de suivi des coquillages non fouisseurs, une carte représente les points de qualité B et une autre, les points de qualités A, C et D. Les points de toutes les qualités des coquillages fouisseurs sont représentés sur une même carte. Enfin, une carte représente l'évolution des niveaux de contamination de la qualité microbiologique (tendance sur 10 ans de 2001 à 2011) des points des groupes 2 et 3. Les cartes par façade maritime (Annexes REMI) permettent de visualiser plus précisément la qualité microbiologique des points et des tendances.

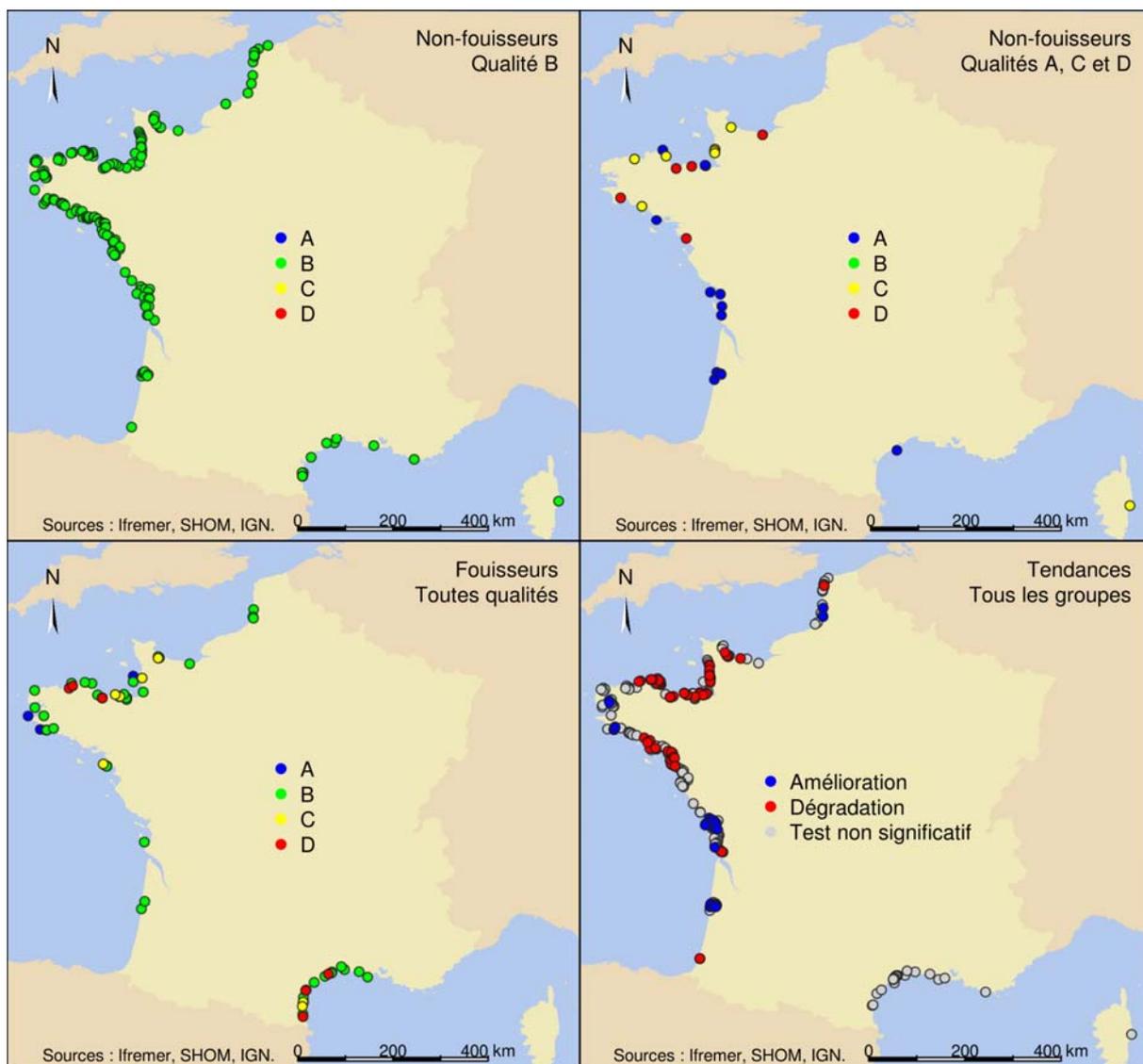


Figure 4.3 : Qualité microbiologique des points en 2011 et évolution des niveaux de contamination par point de 2002 à 2011

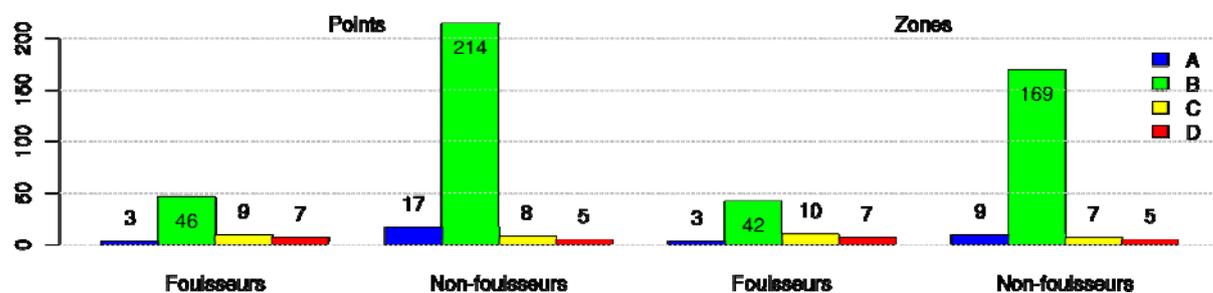


Figure 4.4 : Qualité microbiologique des points et des zones

Tableau 4.1 : répartition des points par façade, groupe et qualité microbiologique

Façade	Groupe	Bonne qualité	Qualité moyenne	Mauvaise qualité	Très mauvaise qualité	Total
Manche Mer du nord	Fouisseurs	1	19	5	4	29
	Non-fouisseurs	3	74	6	3	86
Atlantique	Fouisseurs	2	15	1	0	18
	Non-fouisseurs	13	120	1	2	136
Méditerranée	Fouisseurs	0	12	3	3	18
	Non-fouisseurs	1	20	1	0	22
Total		20	260	17	12	309

La qualité microbiologique des zones de production conchylicoles (qui peut être suivie d'un ou plusieurs points de surveillance) peut être estimée pour 252 zones disposant de données suffisantes dont 190 zones pour les non fouisseurs et 62 zones classées pour les fouisseurs. 12 zones affichent une bonne qualité, 211 une qualité moyenne, 17 une mauvaise qualité et 12 une très mauvaise qualité. De façon générale, les zones concernant les bivalves fouisseurs, présentent des profils de contamination plus dégradés que les zones concernant les bivalves non fouisseurs, comme en témoigne la figure 4.4.

Les cartes de la qualité microbiologique de la figure 4.3 mettent en évidence la forte proportion des points de bonne qualité des coquillages non fouisseurs présents principalement en Charente-Maritime et dans le bassin d'Arcachon.

4.2.2. Evolution de la qualité microbiologique

En plus de l'aspect sanitaire, les données REMI reflètent les contaminations microbiologiques auxquelles sont soumises les zones. Le maintien ou la reconquête de la qualité microbiologique des zones 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. 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.

L'évolution de la qualité des zones est présentée au niveau national par groupe de coquillages (figure 4.5). Bien que ces zones aient pu changer au cours du temps, cela permet d'avoir une vision globale de l'évolution des zones de production au cours du temps.

L'augmentation du nombre de zones pour lesquelles il est possible d'estimer la qualité s'explique en partie par l'amélioration de la surveillance sur ces zones, dans le sens où un effort est fait depuis plusieurs années pour récupérer des échantillons sur des points qui présentent parfois des difficultés d'accès. Cette augmentation du nombre de zone concerne essentiellement la Bretagne et la Méditerranée.

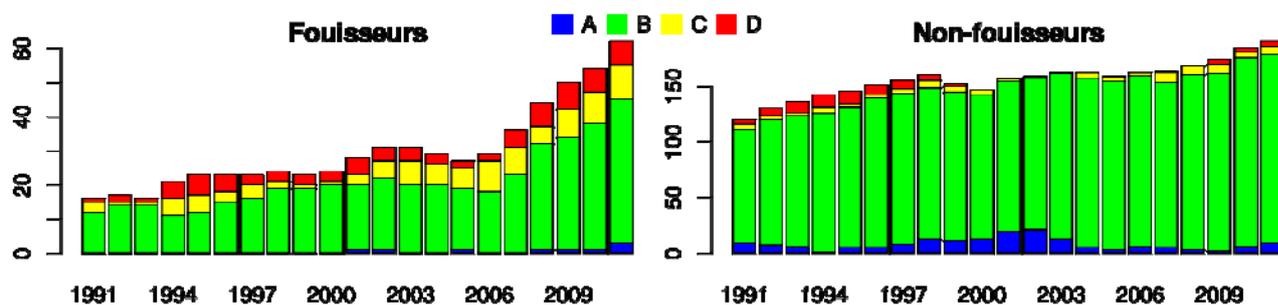


Figure 4.5 : Evolution au niveau national de la qualité des zones classées au 01/01/2012. Traitement des données acquises sur la période 1989-2011, interprétation sur 3 années calendaires par année glissante.

La qualité microbiologique des zones s'améliore jusqu'en 2000-2002, qui sont les années les plus favorables puisque le nombre de zones de bonne qualité est le plus important pour les fouisseurs et les non fouisseurs et les zones de mauvaise qualité et de très mauvaises qualité sont inexistantes pour les non fouisseurs. Depuis 2002, une dégradation est amorcée, elle semble s'intensifier légèrement d'année en année. En 2011, le nombre de zones surveillées augmentent et les répartitions des qualités des zones sont les suivantes : 4 zones sont de bonne qualité, 66 de moyenne qualité, 11 de mauvaise qualité et 10 en très mauvaise qualité pour les fouisseurs, et 11 zones sont de bonne qualité, 172 de moyenne qualité, 7 de mauvaise qualité et 5 de très mauvaise qualité pour les non fouisseurs.

4.2.3. Surveillance en alerte

Les alertes mettent en évidence les risques de contamination ou les contaminations inhabituelles détectées sur une zone.

En 2011, le nombre d'alertes REMI, dépasse le record observé en 2007 (212 alertes) avec 231 alertes déclenchées. Les alertes préventives représentent une part très importante des alertes : 51%, en constante augmentation sur les dernières années. Parmi les 231 alertes, 30 ont confirmé une persistance de la contamination. Les zones de production les plus touchées se situent dans le Languedoc-Roussillon, en Finistère Bretagne Nord et en Morbihan Pays de Loire.

Tableau 4.2 : Nombre d'alertes des différents niveaux pour chaque station LER en 2011

Laboratoires Ifremer	Information zone A	Alertes déclenchées	Alertes préventives	Alertes niveau 1	Alertes niveau 2
Boulogne sur Mer	1	7	-	7	-
Normandie	7	17	1	15	1
Finistère Bretagne Nord	6	39	14	23	2
Morbihan Pays de Loire	8	26	6	19	1
Pertuis Charentais	14	13	9	4	-
Arcachon	1	1	-	1	-
Languedoc Roussillon	1	114	79	11	24
Provence Azur Corse	-	14	9	3	2
Total	38	231	118	83	30

4.2.4. Evolution des niveaux de contamination par point

Les informations sur l'évolution des niveaux de contamination par point sur 10 ans de 2002 à 2011 sont mises en évidence sur la carte de tendance de tous les groupes (figure 4.3) et dans le tableau 4.3 ci-dessous. Des cartes par façade maritime en annexe permettent de mieux visualiser la tendance par point. En 2011, 247 points disposent d'un historique de 10 ans de données. La majorité des points (160) ne présentent pas d'évolution significative des niveaux de contamination au cours de la période. Nous l'observons notamment en Méditerranée sur la carte de la figure 4.3 où tous les points ont une évolution non significative. Pour **87 points, une évolution significative est mise en évidence** (tableau 4.3 et figure 4.3). La tendance croissante observée sur **62 points** témoigne d'une **dégradation de la qualité** en Manche Mer du nord et sur la côte Atlantique, particulièrement en Normandie, Bretagne Nord et Sud comme l'on peut voir sur la carte de la tendance des points en figure 4.3. La tendance décroissante mise en évidence sur **25 points** marque une **amélioration de la qualité**, concentrée sur la côte Atlantique, plus précisément en Charente-Maritime et dans le bassin d'Arcachon.

Tableau 4.3 : Nombre de points présentant une tendance significative et non significative entre 2002 et 2011

	Non significative	Tendance décroissante amélioration	Tendance croissante dégradation	Nombre de points avec une tendance
Manche Mer du nord	48	2	44	94
Atlantique	90	23	18	131
Méditerranée	22	0	0	22
Total	160	25	62	247

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.

La surveillance du phytoplancton est organisée de sorte qu'elle puisse répondre aux questions relevant de ces deux problématiques environnementales ou sanitaires.

5.1.1. Aspects environnementaux

L'ensemble des espèces de phytoplancton identifiables au microscope sont identifiées et dénombrées de façon régulière sur près de 60 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, sur les 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) sont réalisées simultanément aux observations phytoplanctoniques.

Toutes ces données sont utilisées pour répondre aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) relatives à l'évaluation de la qualité des masses d'eau du point de vue de l'élément phytoplancton et des paramètres physico-chimiques associés.

5.1.2. Aspects sanitaires

Les protocoles décrits ci-dessus incluent l'observation du phytoplancton toxique, mais le nombre de sites de prélèvement (environ 150) n'est pas suffisant pour suivre de façon précise les développements de celui-ci à petite échelle. Le dispositif est donc complété par environ 90 sites qui ne sont échantillonnés que pendant les épisodes toxiques, et seulement pour ces espèces.

Par ailleurs, le REPHY comporte de nombreux sites de prélèvement « coquillages » (près de 300 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, associés aux phycotoxines, sont actuellement en France liés à trois familles de toxines : (i) toxines lipophiles incluant les diarrhéiques ou DSP (pouvant provoquer des

intoxications de type diarrhéique), produites par des espèces phytoplanctoniques appartenant majoritairement au genre *Dinophysis*, (ii) toxines paralysantes ou PSP (neurotoxines pouvant provoquer des intoxications graves, voire mortelles), produites par des espèces appartenant au genre *Alexandrium*, (iii) toxines amnésiantes ou ASP (neurotoxines pouvant conduire à des atteintes neurologiques graves, voire mortelles, avec perte de mémoire), produites par des espèces appartenant au genre *Pseudo-nitzschia*.

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 phytoplancton⁶, 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 professionnelles, et dans les coquillages si le seuil d'alerte *Ostreopsis* (correspondant à une concentration de 4000 cellules par litre) est dépassé.

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 (éventuellement deux) 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"⁷, 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"⁸. 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.

⁶ Ce seuil d'alerte phytoplancton est variable selon les espèces et selon les régions

⁷ Diatomées ou Bacillariophyta : classe de phytoplancton, avec squelette siliceux externe et absence de flagelles

⁸ Dinoflagellés ou Dinophyceae : classe de phytoplancton, comportant des flagelles

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 2011 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 1 million de cellules par litre, ou bien supérieures à 1 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 d'une grande 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 familles différentes.

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 :

- plusieurs espèces du genre *Chaetoceros* ou appartenant à la famille des *Chaetocerotaceae* ;
- plusieurs espèces de *Leptocylindrus* ;
- le genre *Skeletonema*, en particulier l'espèce *S. costatum* ;
- plusieurs espèces de *Pseudo-nitzschia* : à noter que des espèces de ce genre sont susceptibles de produire des toxines amnésiantes, mais 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.

En revanche, certains taxons prolifèrent plus particulièrement dans une des trois façades :

- *Rhizosolenia* : surtout en Manche ;
- *Thalassiosira* : seulement en Manche ;
- *Asterionellopsis glacialis*, plus fréquent en Manche et en Atlantique, quasiment toute l'année ;
- *Nitzschia*, et en particulier l'espèce *N. longissima*, surtout en Méditerranée, et toute l'année.

Dinophyceae

Les blooms sont répartis d'avril à septembre en Manche, de mars à juillet en Atlantique, et de mars à décembre en Méditerranée. Les espèces proliférant sur les trois façades appartiennent toutes au genre *Prorocentrum*, avec des blooms plus fréquents et plus importants en concentration en Méditerranée. Tous les autres taxons blooment de façon plutôt épisodique : certains sont présents en Manche et Atlantique seulement comme *Gymnodinium* et *Lepidodinium chlorophorum*, ce dernier formant des eaux vertes très caractéristiques ; d'autres en Méditerranée seulement, comme *Gonyaulax* et *Lingulodinium polyedrum*. Enfin deux espèces d'*Alexandrium*, toutes deux susceptibles de produire des toxines paralysantes, sont observées en Manche et en Méditerranée, sur un seul mois de l'année dans les deux cas.

Autres classes

Il s'agit plus particulièrement de :

- la classe des *Cryptophyceae*, dont les espèces prolifèrent 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 est observée exclusivement en Manche, de mars à mai. Un autre genre de cette classe, *Chrysochromulina*, est observée en mai 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 2006-2011, 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 à partir 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. Il faut bien noter que cette évaluation résulte d'une intégration des résultats sur six années et non sur la seule année 2011.

Les résultats de cette évaluation montrent que la qualité des masses d'eau françaises est globalement bonne pour l'élément phytoplancton, puisque 94 masses d'eau sur 117 évaluées (soit 80%) sont jugées en état non ou très bon. L'évaluation en état moyen (12 masses d'eau) ou médiocre (6 masses d'eau) concerne essentiellement les masses d'eau du littoral Artois Picardie, celles situées à proximité de grands estuaires (sud baie de Seine, sortie de la baie de Vilaine), ou bien des lagunes du Languedoc Roussillon ou de Corse. L'évaluation en état mauvais (5 masses d'eau) concerne strictement des lagunes du Languedoc Roussillon ou de 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. En 2011, les méthodes et les seuils sanitaires définis par la réglementation européenne sont les suivants :

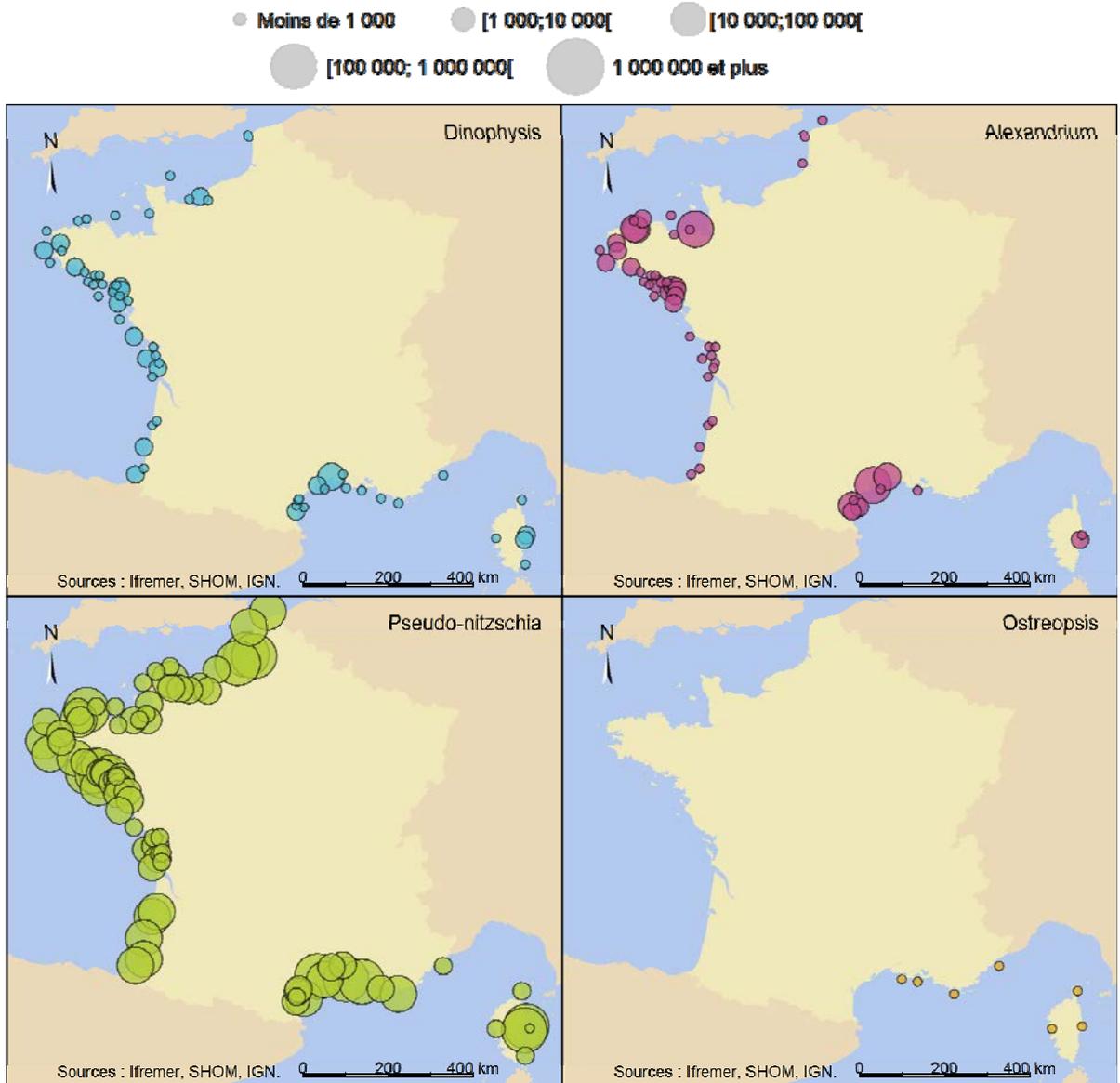
- toxines lipophiles (analyse chimique par CL-SM/SM⁹) : 160 µg / kg de chair de coquillage pour la famille AO+DTXs+PTXs¹⁰ et pour la famille des Azaspiracides, 1000 µg / kg pour la famille des Yessotoxines ;
- toxines paralysantes (bio-essai sur souris) : 800 µg / kg de chair de coquillage ;
- toxines amnésiantes (analyse chimique par CL/UV¹¹) : 20 mg / kg de chair de coquillage.

Les cartes en figure 5.1 visualisent les zones géographiques dans lesquelles ont été observées 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* : toujours supérieures à 100 000 cellules par litre et même souvent supérieures à un million, alors qu'elles sont presque toujours inférieures à 10 000 cellules par litre pour *Dinophysis*, et généralement inférieures à 100 000 cellules par litre pour *Alexandrium*. *Ostreopsis* n'est observé qu'en Méditerranée, avec des concentrations très faibles.

⁹ CL-SM/SM = Chromatographie Liquide par Spectrométrie de Masse

¹⁰ AO+DTXs+PTXs = Acide Okadaïque + Dinophysistoxines + Pectenotoxines

¹¹ 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 2011 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 2011. Des épisodes de contamination des coquillages liés à la présence de phycotoxines ont été observés en 2011 sur les trois façades mais surtout en Atlantique pour les toxines lipophiles, en Manche et Atlantique pour les toxines amnésiantes (ASP). Aucun épisode toxique n'a été enregistré pour les toxines paralysantes (PSP). La présence de palytoxines n'a pas été détectée en Méditerranée.

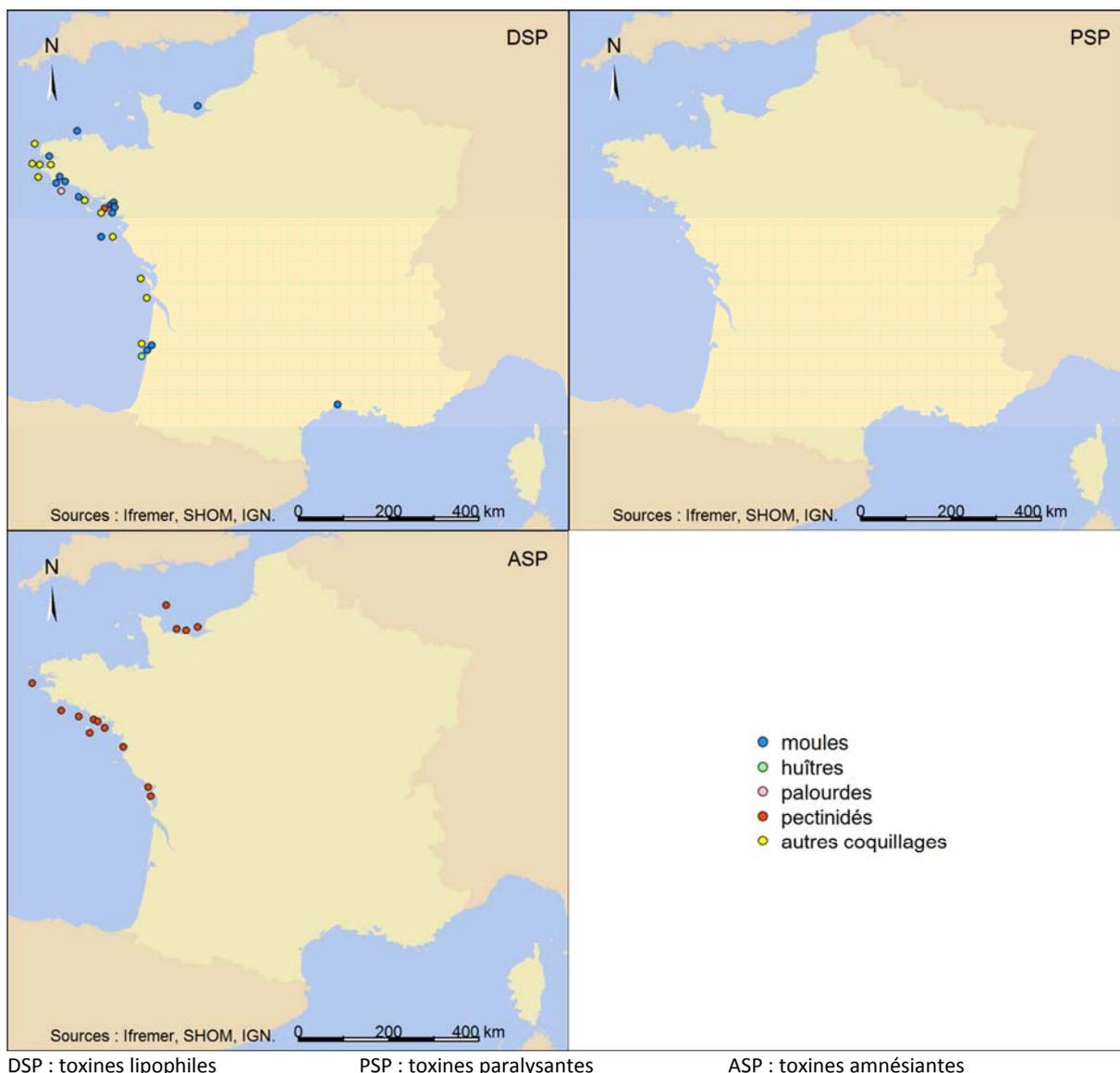


Figure 5.2 : Zones et coquillages touchés en 2011 par la présence de phycotoxines en concentration supérieure aux seuils sanitaires

Il convient de noter que la stratégie de surveillance appliquée aux coquillages de pêche en gisements profonds, tels que les coquillages de pêche et les pétoncles, permet de ne connaître l'état de la contamination que pendant les périodes de pêche. Pour ces coquillages, l'information sur le phytoplancton toxique est le plus souvent indisponible, les prélèvements d'eau ne pouvant être effectués à de grandes profondeurs dans le contexte de la surveillance REPHY.

5.3.1. Toxines lipophiles, incluant les toxines DSP

Les résultats obtenus chaque mois sur toutes les zones du littoral français sont présentés dans un tableau figurant en annexe REPHY-3 : concentration maximale pour *Dinophysis* et résultat maximal pour les analyses de toxines. Ce tableau contient les résultats de toutes les zones sur lesquelles des résultats *Dinophysis* ou bien des résultats de toxines lipophiles sont disponibles.

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

- en baie de Seine : sur les moules, de mai à septembre ;

- en Bretagne ouest : sur divers coquillages, principalement entre avril et juin, mais avec des épisodes pouvant durer tard dans l'année ;
- dans le Finistère sud et le Morbihan, de la baie de Vilaine au nord de la Loire, en Vendée et Charente : sur divers coquillages et sur une durée réduite entre mai et juin ;
- au large de la Gironde et dans le bassin d'Arcachon : sur divers coquillages, entre avril et juin ;
- dans les étangs palavasiens : sur les moules en hiver.

Ces épisodes sont tous expliqués par la présence du groupe des toxines réglementées AO+DTXs+PTXs. Sachant que le seuil sanitaire réglementaire pour ce groupe est de 160 µg/kg, les concentrations maximales observées au niveau national en 2011 sont les suivantes : pour les moules il s'agit de la rade de Brest (4126 µg/kg en mai), et pour les donaces, il s'agit de la baie de Douarnenez (3048 µg/kg en mai). Pour les deux autres groupes réglementés, les résultats ont toujours été largement inférieurs aux seuils sanitaires : les azaspiracides n'ont été observées que dans seulement deux zones du Finistère, à des concentrations très faibles (inférieures à 50 µg/kg) ; les yessotoxines ont été détectées dans de nombreuses zones, en Atlantique et en Méditerranée, mais les concentrations sont toujours restées assez faibles au regard du seuil sanitaire (le maximum ayant été observé dans le bassin d'Arcachon, avec 305 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 : soit à des concentrations inférieures à 1000 cellules par litre (Arcachon), soit à des concentrations comprises entre 1000 et 10 000 cellules par litre (Normandie, Bretagne ouest et sud, côte atlantique), ou bien à des concentrations supérieures à 10 000 cellules par litre dans les étangs palavasiens en Méditerranée. Dans ce dernier cas, les concentrations ont atteint 33 500 cellules par litre en octobre, ce qui a été suivi d'une toxicité dans les moules en novembre et décembre. A l'inverse, des concentrations supérieures à 1000 cellules par litre, et donc non négligeables sachant que *Dinophysis* peut être toxique à très faible concentration, n'ont pas conduit à des épisodes toxiques, par exemple au large de la Loire, dans le Pertuis de Maumusson, dans les étangs de Salses-Leucate et de Thau (Languedoc Roussillon) et dans les étangs de Diana et Urbino (Corse).

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 de coquillages touchés particulièrement importante. Il faut noter cependant que si la côte Atlantique reste très affectée tous les ans, la Manche et la Méditerranée l'ont été beaucoup moins en 2010 et 2011.

5.3.2. Toxines paralysantes (PSP)

Le tableau qui figure en annexe REPHY-4 détaille les résultats par mois sur toutes les zones du littoral français : concentration maximale pour *Alexandrium* et résultat maximal pour les tests de toxicité. Ce tableau contient les résultats de toutes les zones sur lesquelles des résultats *Alexandrium* ou bien des résultats de toxines paralysantes sont disponibles.

Aucun épisode de toxicité PSP n'a été observé en 2011 sur le littoral français. De faibles quantités de toxines (inférieures au seuil sanitaire) ont été relevées dans une seule zone : dans la Rance (Bretagne nord) en mai, suite à un bloom d'*Alexandrium* de 168 400 cellules par litre.

Dans toutes les autres zones, *Alexandrium* n'a été observé qu'à des concentrations inférieures ou proches de 10 000 cellules par litre, à l'exception des rivières de Morlaix et de Penzé en Bretagne nord (59 200 cellules en juillet dans le cas de la Penzé), et des étangs de La Palme, de Thau et les étangs palavasiens en Languedoc-Roussillon, avec une mention particulière pour Thau qui a atteint 250 000 cellules par litre en juin. Dans le premier cas, les toxines PSP ont été recherchées mais non détectées.

En termes de tendances, les épisodes de toxicité PSP sont très rares depuis plusieurs années sur l'ensemble du littoral. Aucune explication n'est à ce jour certaine, mais il est probable que les espèces productrices de ces toxines n'ont pas trouvé les conditions favorables à leur développement dans des zones habituellement sujettes à ces épisodes, ou bien que la toxicité des espèces en cause soit moindre pour une raison encore inconnue.

5.3.3. Toxines amnésiantes (ASP)

Le tableau qui figure en annexe REPHY-5 ci-dessous détaille les résultats par mois sur toutes les zones du littoral français : concentration maximale pour *Pseudo-nitzschia* et résultat maximal pour les analyses de toxines. Ce tableau contient les résultats de toutes les zones sur lesquelles des résultats *Pseudo-nitzschia* ou bien des résultats de toxines amnésiantes sont disponibles.

Les épisodes de toxicité ASP n'ont concerné en 2011 que les coquilles St Jacques, dans des zones situées en Manche nord-est, baie de Seine, Côtes du Calvados, Bretagne ouest et sud, baie de Bourgneuf et dans les Pertuis Charentais. Sachant que le seuil sanitaire réglementaire est de 20 mg/kg, la concentration maximale observée sur l'année 2011 est de 240 mg/kg à Belle île (Morbihan) en mai.

Dans la plupart des cas, ces épisodes de toxicité sont difficiles à relier directement à des proliférations de *Pseudo-nitzschia*, dans la mesure où 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, comme la rade de Lorient, Belle île, la baie de Quiberon, la baie de Vilaine et les Pertuis Charentais, les épisodes 2011 sont un prolongement de ceux de 2010, et donc la conséquence de proliférations antérieures de *Pseudo-nitzschia*. Les concentrations ont souvent dépassé le million de cellules par litre, le record étant dans l'étang de Thau en mai avec 4 500 000 cellules par litre. Plusieurs autres zones méditerranéennes, comme les étangs corses, le golfe de Fos, ou la côte camarguaise ont également connus des proliférations pouvant atteindre jusqu'à trois millions de cellules par litre, mais celles-ci n'ont pas conduit à des épisodes toxiques.

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 2011 est une année qui se situe plutôt dans la série moyenne sur la période 2006-2011.

5.3.4. Palytoxines

Le tableau en annexe REPHY-6 détaille les résultats par mois des concentrations maximales pour *Ostreopsis*. A noter que cette espèce est recherchée sur tout le littoral français, mais que le tableau a été restreint aux seules zones dans lesquelles cette espèce a été observée.

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 2011, les concentrations en *Ostreopsis* sont toujours restées très faibles, au maximum 400 cellules par litre, et donc largement en dessous du seuil d'alerte (égal à 4000 cellules par litre). 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 la quasi absence d'*Ostreopsis* en 2011. A noter qu'aucun seuil réglementaire n'a été décrit jusqu'à maintenant pour les palytoxines.

6. 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 (métaux, contaminants organiques hydrophobes) présents dans le milieu où ils vivent. 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.

Tableau 6.1 : 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 5.1, 5.3 et 5.4), d'autre part le positionnement local par rapport à cette médiane nationale pour la même espèce (figures 5.2 et 5.5). 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.

6.2.1. 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 $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$, poids frais, soit approximativement $2,5 \text{ mg.kg}^{-1}$, 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 5.1) 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 5.2) sont localisées dans le Pays de Caux (3,6 fois la médiane nationale à Yport), dans la baie du Lazaret en rade de Toulon (x 4,1) et en rade de Marseille à Pomègues (x 2,3). Partout ailleurs, les rapports à la médiane nationale sont compris entre 0,4 et 1,9. A noter qu'au niveau international, le littoral français ne présente pas de problème particulier en ce qui concerne le mercure.

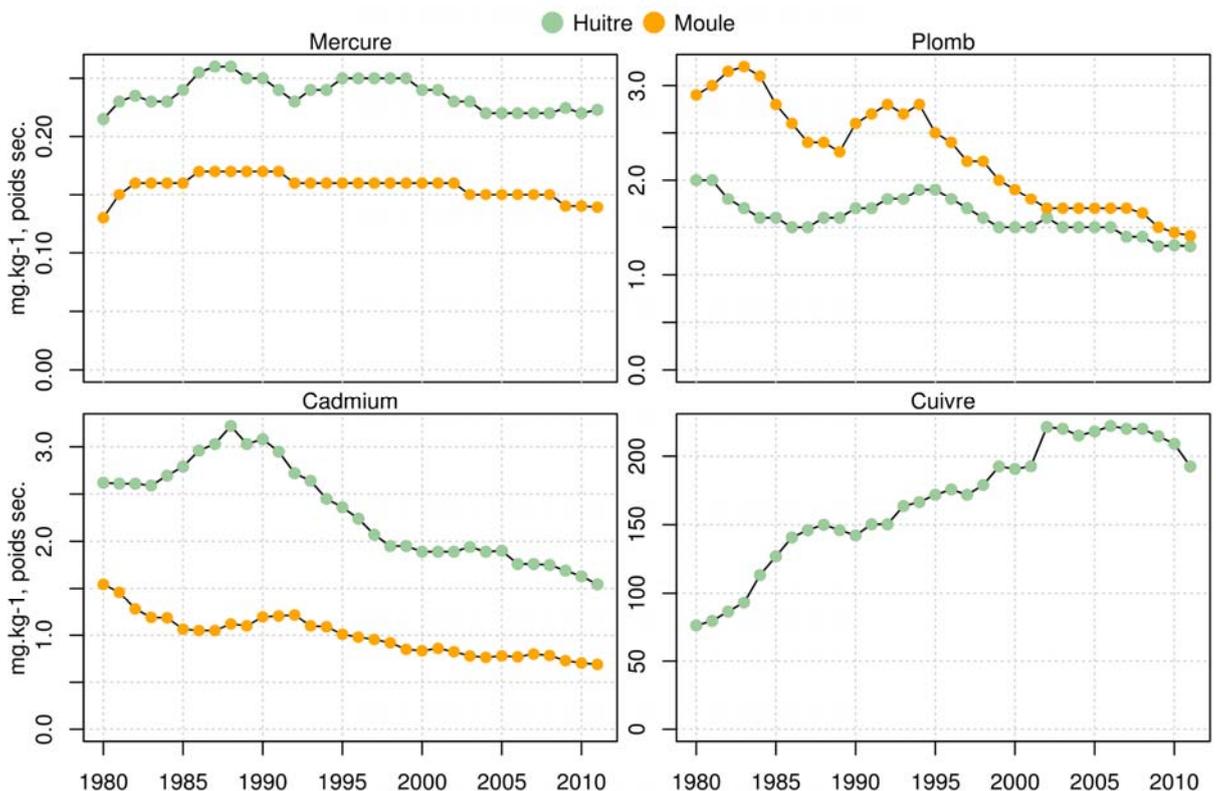


Figure 5.1 : Surveillance chimique. Evolution de la contamination par le mercure, plomb, cadmium et cuivre à l'échelle nationale (médianes sur cinq ans exprimées par rapport au poids sec).

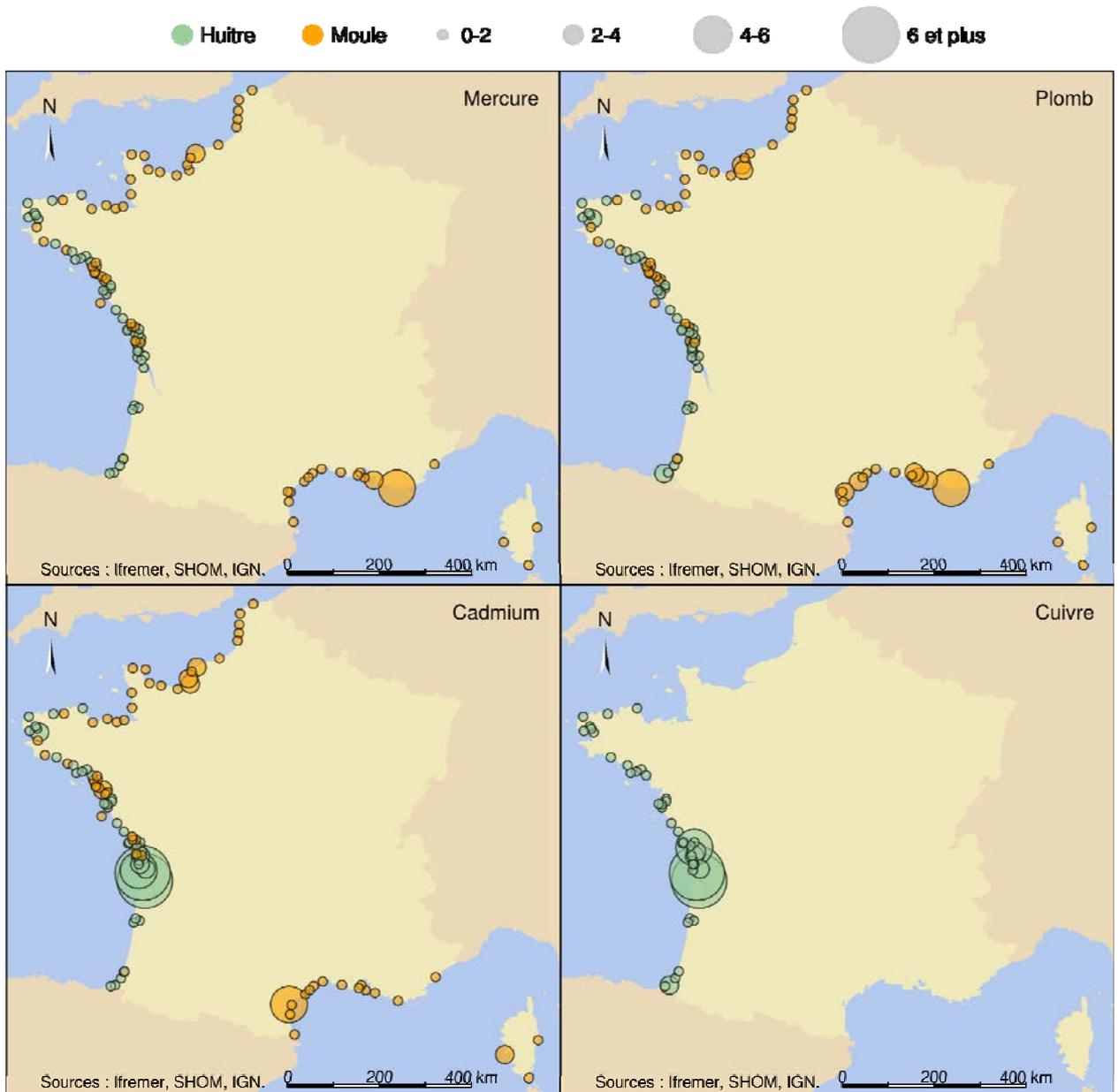


Figure 5.2 : Surveillance chimique. Comparaison des médianes des concentrations en mercure, plomb, cadmium et cuivre de chaque point de prélèvement aux médianes nationales pour les cinq dernières années. Quatre classes ont été identifiées : la première, de 0 à 2 fois la médiane nationale, correspond 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.

6.2.2. 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 ($1,5 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ p.h.}$, soit environ $7,5 \text{ mg.kg}^{-1}$, poids sec) et l'un des quatre métaux prioritaires retenus au titre de la surveillance chimique DCE.

Le niveau de contamination (médiane nationale, figure 5.1) 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 5.2) 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 2,3 à 3,5 fois la médiane nationale), à Hendaye sur la côte basque (x 2,4), dans l'étang de l'Ayrolle (x 2,6), dans l'estuaire de la Seine (x 2,1 à 3,0) 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.

6.2.3. 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 5.1) 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 5.2) 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 rejets des anciennes mines de zinc du bassin de Decazeville, très en amont de l'estuaire. Cette contamination, à présent historique, atteint 19,1 fois la médiane nationale au point de suivi de "La Fosse", 11,2 fois à "Pontailac", 4 fois à "Palmyre", et se prolonge jusque dans le Bassin ostréicole de Marennes-Oléron (x 2,2 à 3,2). Le second site de forte contamination est l'étang de Bages (5,6 fois la médiane nationale) sur la côte du Languedoc Roussillon, consécutif aux anciens rejets industriels d'une usine de colorants utilisant des pigments à base de cadmium. Les autres secteurs présentant des médianes significativement supérieures à la médiane nationale se localisent à Ajaccio en Corse (x 3,2), dans le panache de la Seine (x 2,1 à 2,5), à l'embouchure de l'Aulne (x 2,6) et de la Loire (x 2,4).

6.2.4. 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 5.1) croît 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 5.2), les plus fortes concentrations sont observées en Gironde (jusqu'à 7,1 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 2,2 à 4,6).

6.2.5. 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. Il n'est mesuré dans le cadre du ROCCH que depuis 2001.

La série temporelle pour ce métal est trop courte pour autoriser des conclusions très affirmatives. Il semble cependant que le niveau général de contamination (médiane nationale, figure 5.3) diminue légèrement depuis 2003. 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, aucune contamination massive n'est observée. Cependant, des 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).

6.2.6. 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 12 années de suivi (figure 5.3). 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 5.5), la seule portion de littoral présentant des teneurs en nickel significativement supérieures à la médiane nationale est l'estuaire de la Seine et le Pays de Caux situé dans son panache (2,2 à 3,6 fois la médiane nationale).

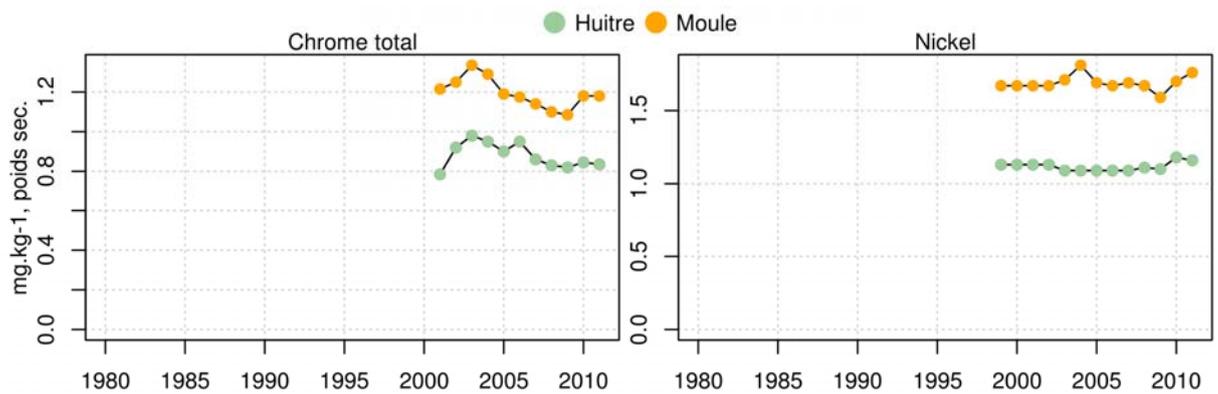


Figure 5.3 : Surveillance chimique. Evolution de la contamination par le chrome et le nickel à l'échelle nationale (médianes sur cinq ans exprimées par rapport au poids sec).

6.2.7. 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 5.4). 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 5.5). En ordre géographique nous trouvons la baie de Saint-Brieuc et l'embouchure de l'Aulne (2,1 fois la médiane nationale), la pointe de Moustierlin (x 3,0), la pointe Castelli au sortir de la Vilaine (x 2,7), la Gironde (x 2,1 à 2,3), le cap Couronne entre Fos et Marseille (x 2,2), et enfin la baie d'Ajaccio et le golfe de Sant'Amanza en Corse (x 2,2).

6.2.8. 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.

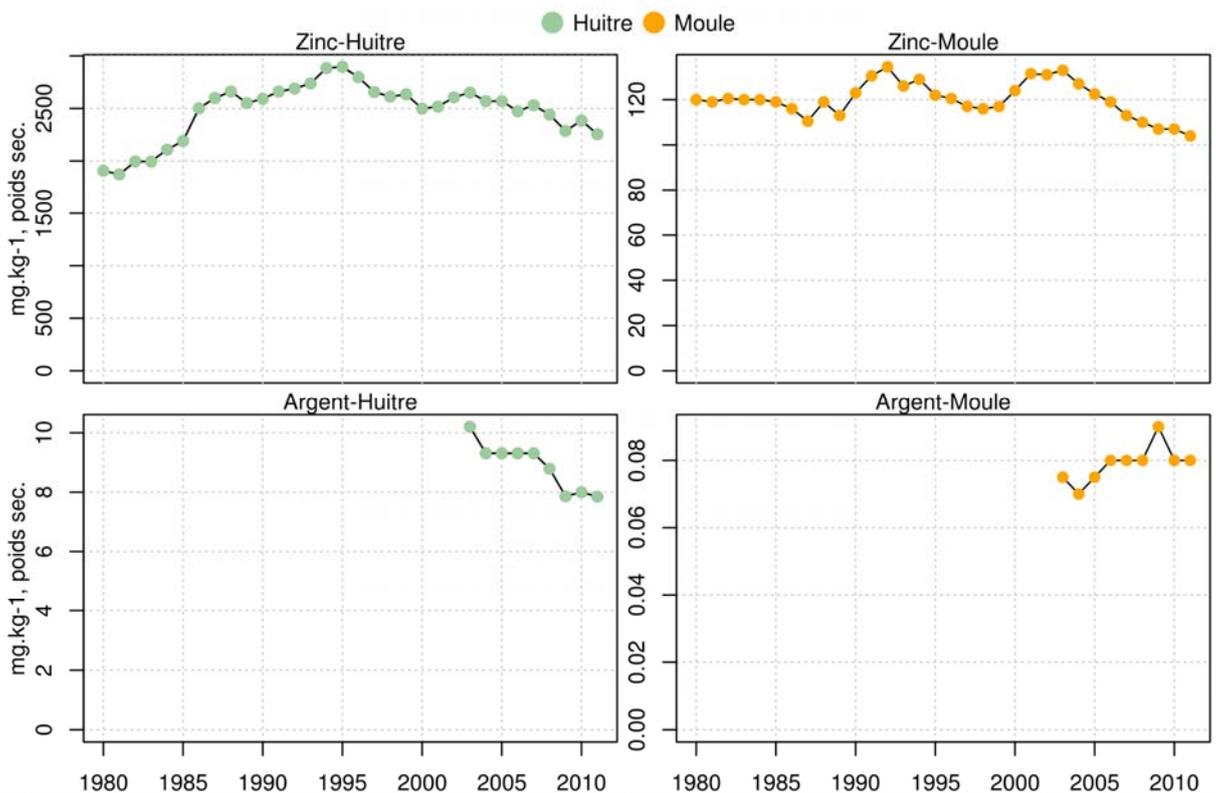


Figure 5.4 : Surveillance chimique. Evolution de la contamination par le zinc et l'argent à l'échelle nationale (médianes sur cinq ans exprimées par rapport au poids sec). Pour ces deux métaux les taux de bioaccumulation des huîtres et des moules sont très différents. C'est pourquoi il n'est pas possible de représenter leurs médianes respectives sur un même graphique (noter les différences d'échelles en ordonnée).

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 5.4). 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 5.5), 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 à 18,6 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 5,3 à Varengeville, x 3,2 à la pointe de St Quentin, x 2,9 à Berk) suivi d'une remontée vers Boulogne (x 3,3 à Ambleteuse).

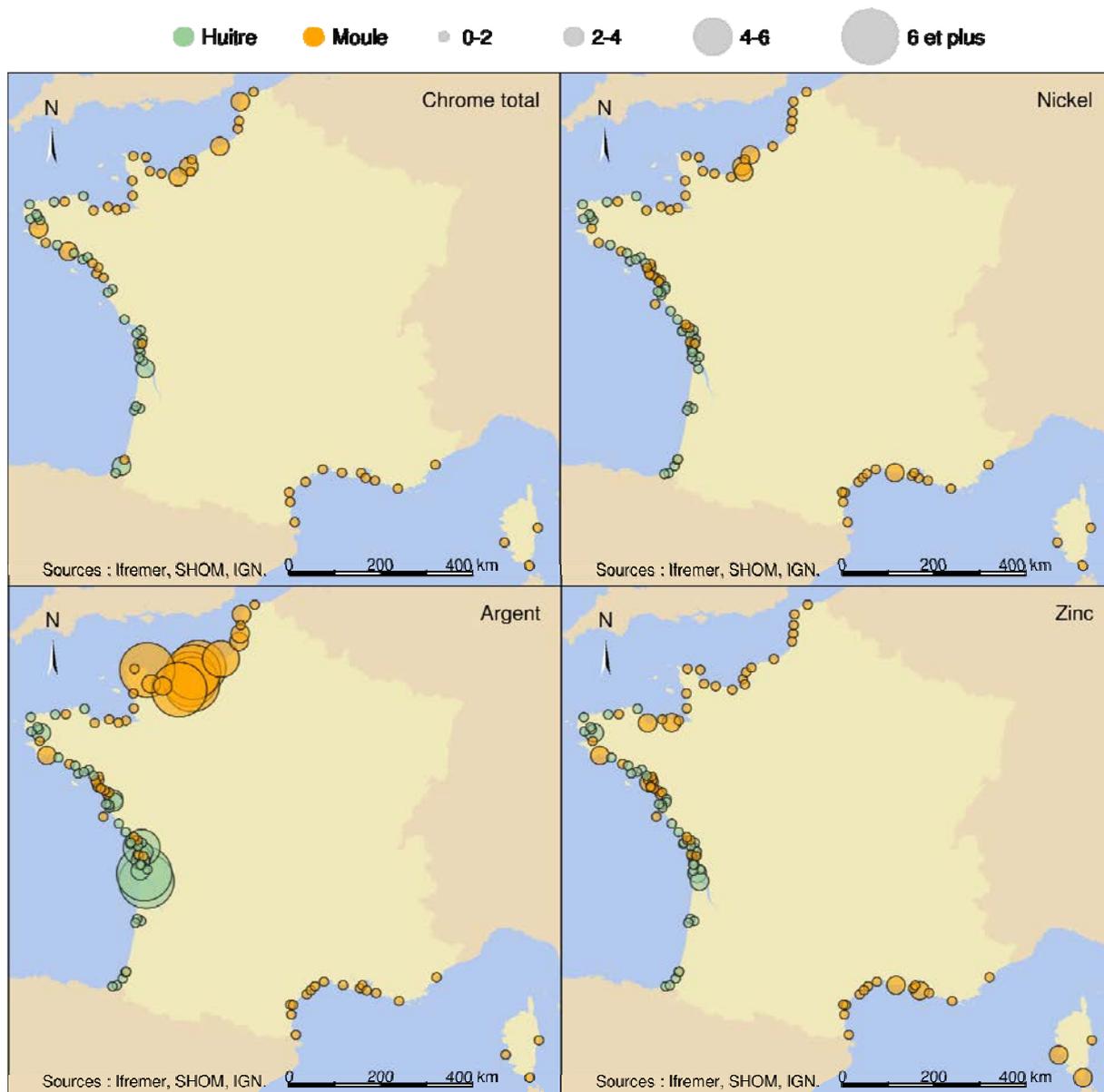


Figure 5.5 : Surveillance chimique. Comparaison des médianes des concentrations en chrome, nickel, argent et zinc de chaque point de prélèvement aux médianes nationales. Quatre classes ont été identifiées : la première, de 0 à 2 fois la médiane nationale, correspond à des sites sans contamination particulière; la dernière, plus de 6 fois la médiane nationale, correspond à des sites particulièrement contaminés par le métal considéré.

La Gironde apporte également des quantités importantes d'argent au milieu marin (x 10,5 et 8,3 respectivement à "La Fosse" et "Pontaillac") qui se retrouvent en partie dans le bassin de Marennes-Oléron (x 2,4 à 4,3). Enfin, quelques sites isolés présentent des teneurs significativement supérieures à la médiane nationale ; l'embouchure de l'Aulne (x 3,8), la pointe de Moustierlin (x 2,9), la Baie de Bourgneuf (x 2,4). Fait remarquable, tous les sites du littoral méditerranéen présentent des teneurs en argent inférieures à la médiane nationale de ces 5 dernières années.

Tableau 5.1 : 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 de fortes contaminations (Argent, cadmium, plomb, 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 significativement dépassées que pour le zinc en baie de Saint-Brieuc. 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 2,1 à 2,6 fois la médiane nationale y sont également enregistrés pour le zinc et le cadmium. La pointe de Moustierlin présente une contamination significative en argent et zinc ainsi que la baie de Douarnenez en chrome. Les 3 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 2,7), le cadmium en estuaire de Loire à la Pointe de Chemoulin (x 2,4) et l'argent à la Sennetière en baie de Bourgneuf (x 2,4). Les 3 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 4,0 et 11,2 en rive nord), bien que les plus fortes concentrations se rencontrent sur la rive sud. Ces apports sont toujours responsables d'une forte contamination en cadmium du bassin de Marennes Oléron (2,2 à 3,2 fois la médiane nationale). D'autres contaminations significatives apparaissent en Gironde et bassin de Marennes, par l'argent (2,4 à 8,3 fois la médiane nationale), le cuivre (x 2,2 à 6,5), et dans une moindre mesure et en Gironde seulement par le zinc (x 2,3). 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 s'en rapprochent, et peuvent les dépasser sporadiquement.
Gironde, Landes, Pyrénées atlantiques	La Gironde est toujours fortement contaminée par le cadmium (19,1 fois la médiane nationale à "La Fosse"), bien que les niveaux décroissent. Les apports du fleuve sont également importants en argent (x 10,5), cuivre (x 7,1), chrome

	<p>(x 2,8) et zinc (x 2,1).</p> <p>Sur la côte landaise et dans le bassin d'Arcachon la contamination observée est peu élevée par rapport aux autres sites.</p> <p>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).</p> <p>Les trois métaux réglementés sont en dessous des seuils sanitaires, sauf pour le cadmium en Gironde, où ce seuil est largement dépassé.</p>
Languedoc - Roussillon	<p>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.</p> <p>Les deux seuls autres contaminations significatives concernent le plomb au débouché de l'Hérault (x 3,9) et dans l'étang de l'Ayrolle (2,6 fois la médiane nationale).</p> <p>Les 3 métaux réglementés sont en dessous des seuils sanitaires, toutefois le cadmium approche ce seuil et le dépasse sporadiquement dans l'étang de Bages.</p>
Provence-Côte-d'Azur, Corse	<p>Les zones urbaines et portuaires (Toulon, Marseille, Ajaccio, Fos) montrent des concentrations élevées en métaux lourds (plomb, mercure, cadmium). 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 4,1). L'île de Pomègues présente également de fortes concentrations en plomb (x 3,5).</p> <p>En Corse, les niveaux de contamination sont généralement faibles, sauf pour le cadmium dans le golfe d'Ajaccio (x 3,2) et le zinc à Ajaccio et Sant'Amanza (x 2,2).</p> <p>Les trois métaux réglementés sont en dessous des seuils sanitaires, sauf en baie du Lazaret où les concentrations en plomb dépassent sporadiquement le seuil.</p>

7. REBENT : Réseau de surveillance des peuplements benthiques

Les écosystèmes benthiques, qui intègrent les caractéristiques écologiques locales et sont soumis aux fluctuations naturelles ou générées par les activités humaines, constituent des témoins permanents de l'état de l'environnement.

Le benthos regroupe l'ensemble des organismes vivant en relation étroite avec les fonds subaquatiques. On distingue le benthos végétal (algues et phanérogames), du benthos animal (vers, mollusques, crustacés, poissons, etc.). Par ailleurs, la faune située en surface (épifaune) qui peut être fixée ou libre se différencie de celle qui vit à l'intérieur du sédiment (endofaune). Dans le cadre du REBENT, on s'intéresse uniquement au macrobenthos marin (organismes dont la taille est supérieure à 1 mm) dans la zone de balancement des marées et les petits fonds côtiers de France métropolitaine et de certains DOM (La Réunion en particulier).

7.1. Contexte, objectifs et mise en oeuvre du Rebent

Les objectifs du projet REBENT sont de recueillir et mettre en forme les données relatives au suivi de la biodiversité faunistique et floristique des habitats benthiques côtiers, afin de mettre à disposition des scientifiques, des gestionnaires et du public un état des lieux pertinent et cohérent et d'en détecter les évolutions temporelles.

Initialement développé en Bretagne après le naufrage de l'*Erika*, le REBENT Bretagne a permis la mise en place d'un suivi institutionnel pérenne pour la mise en oeuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) sur l'ensemble du littoral métropolitain. En Bretagne les suivis plus denses dans le temps et dans l'espace ont été financés en partie dans le cadre de deux contrats Etat-Région 2000-2006 puis 2007-2013.

L'originalité du réseau REBENT est d'être mis en oeuvre, sous coordination IFREMER, par un très grand nombre d'organismes scientifiques et de bureaux d'études spécialisés : stations marines de Wimereux (Université de Lille), de Dinard (MNHN), de Roscoff (Université UPMC Paris VI), de Concarneau (MNHN), d'Arcachon (Université de Bordeaux), Stareso (Université de Liège) et de Banyuls (Université UPMC Paris VI), Université de Bretagne occidentale/IUEM/LEMAR et LEBAHM, CNRS/Université de La Rochelle, Université de Nice, CEVA, GEMEL Normandie, Cellule du Suivi du Littoral Haut-Normand, Hémisphère Sub, Bio-Littoral, CREOCEAN. Les suivis mis en oeuvre pour la DCE couvrent la macroflore benthique (macroalgues et phanérogames marines) et les invertébrés benthiques de substrat meuble. Les observations stationnelles suivent un cycle de trois ans, tandis que les observations surfaciques de certains habitats remarquables ont lieu tous les 6 ans.

La multiplicité des paramètres, alliée à des périodicités d'observations variables, oblige à des programmations rigoureuses des actions de terrain (tableau 7.1). Celles-ci étant pour l'essentiel sous-traitées, la coordination au niveau des façades (Manche-Mer du Nord, Bretagne-Pays de la Loire, Gascogne, Méditerranée et La Réunion) est une tâche lourde et complexe.

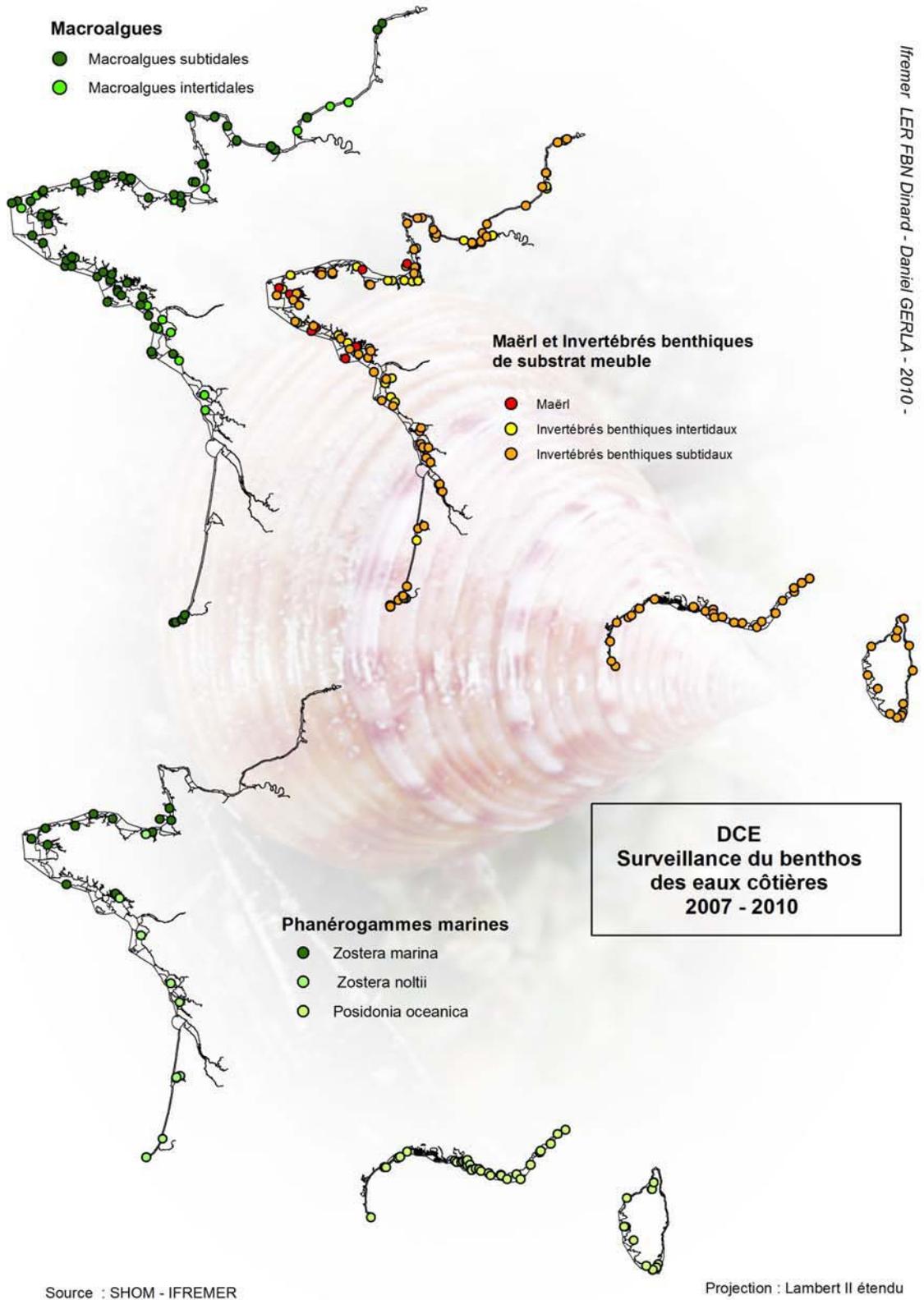


Figure 7.1 : DCE - Surveillance du benthos des eaux côtières 2007-2010

Tableau 7.1 : Paramètres et périodicités de suivis de la faune et de la flore benthiques métropolitaine dans le cadre de la DCE

	Type de suivi	Périodicité
macroalgues substrat rocheux intertidal	surfacique	1/6 ans
	stationnel	1/3 ans
macroalgues substrat rocheux subtidal	surfacique	
	stationnel	1/3 ans
algues calcifiées libres subtidales (maërl)	surfacique	1/6 ans
	stationnel	1/3 ans
blooms d'algues opportunistes	surfacique	1/3 ans
	stationnel	1/1 ans
macroalgues médiolittorales de Méditerranée	surfacique	1/3 ans
	stationnel	
herbiers à <i>Zostera marina</i>	surfacique	1/6 ans
	stationnel	1/3 ans
herbiers à <i>Zostera noltii</i>	surfacique	1/6 ans
	stationnel	1/3 ans
herbiers à <i>Posidonia oceanica</i>	surfacique	
	stationnel	1/3 ans
macrozoobenthos substrat meuble intertidal	surfacique	
	stationnel	1/3 ans
macrozoobenthos substrat meuble subtidal	surfacique	
	stationnel	1/3 ans

7.2. Résultats : 2 exemples

7.2.1. Le classement des masses d'eau côtières pour la DCE : l'exemple des ceintures de macroalgues intertidales (coordination Erwan Ar Gall et Michel Le Duff, IUEM/LEBHAM)

L'indice de qualité établi en 2007 par Ar Gall et Le Duff pour les macroalgues des estrans rocheux de Bretagne a nécessité des adaptations en fonction des secteurs biogéographiques d'application. Ainsi, les listes d'espèces caractéristiques et opportunistes ont été modifiées pour les Pertuis Charentais par Ar Gall, Le Duff et Sauriau en 2009, puis en Manche orientale par Ar Gall et Le Duff et au Pays Basque par de Casamajor, Ar Gall et Le Duff en 2010.

L'indice français qui a été présenté dans les différentes réunions européennes d'intercalibration s'appelle désormais le CCO (Cover – Characteristic species – Opportunistic species). Les trois lettres reprennent les trois sous-indices étudiés, à savoir la couverture algale du site, la quantité d'espèces caractéristiques par ceinture et le recouvrement par les espèces opportunistes.

Un premier classement a ainsi pu être proposé à l'échelle du littoral Manche-Atlantique en 2011. La qualité médiocre calculée par cet indice en Manche orientale nécessite d'avoir une réflexion sur les parts respectives des contraintes naturelles (caractéristiques altimétriques limitant le développement des ceintures et forte turbidité naturelle) et d'éventuels impacts anthropiques dans ces résultats.

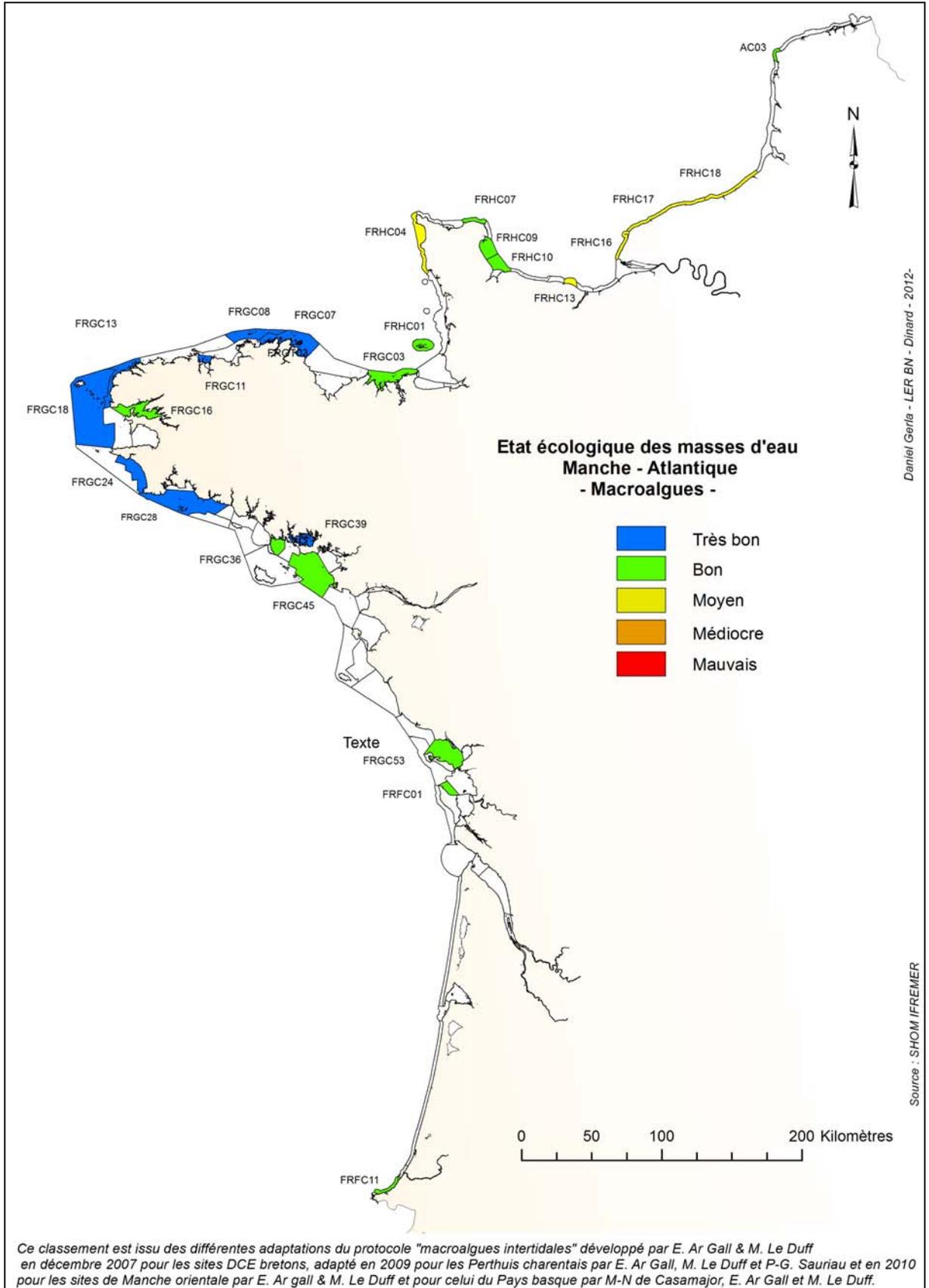


Figure 7.2 : Etat écologique des masses d'eau Manche - Atlantique

7.2.2. Le classement des masses d'eau côtières pour la DCE : l'exemple des blooms de macroalgues opportunistes (Coordination : Centre d'Etude et de Valorisation des Algues à Pleubian)

L'évaluation de la qualité des masses d'eau côtières et de transition pour le critère de qualité « blooms de macroalgues opportunistes » utilise deux grilles de lecture :

- une grille adaptée aux milieux **vaseux et abrités** majoritairement représentés par les masses d'eau de transition. Cette grille a été établie sur la base des travaux anglo-irlandais et a permis d'établir un premier classement de 12 masses d'eau de transition (cf. rapport 2009 : Développement d'outils de classement des eaux côtières et de transition par l'Elément Qualité Biologique (EQB) « blooms macroalgues ») ;
- une grille adaptée aux milieux **sableux et ouverts** se référant majoritairement aux masses d'eau côtières. Les blooms macroalgues sur systèmes sableux, tels que connus en Bretagne, sont un phénomène unique en Europe. De ce fait, aucune grille n'avait été préalablement établie par d'autres états membres. Le CEVA travaille donc depuis 2007 à la mise en place d'une grille d'évaluation permettant de transcrire l'importance du phénomène de marée verte par masse d'eau. Elle est établie à partir de trois métriques :
 - . le pourcentage maximum de l'aire potentiellement colonisable recouverte par les algues vertes ;
 - . le pourcentage moyen de l'aire potentiellement colonisable recouverte par les algues vertes ;
 - . la fréquence des dépôts d'algues vertes > 1.5 % de l'aire potentiellement colonisable (limite de bon état de la première métrique).

Une synthèse de la qualité des eaux côtières et de transition en Seine-Normandie et en Loire-Bretagne a ainsi été réalisée par le CEVA à la fin de l'année 2011.

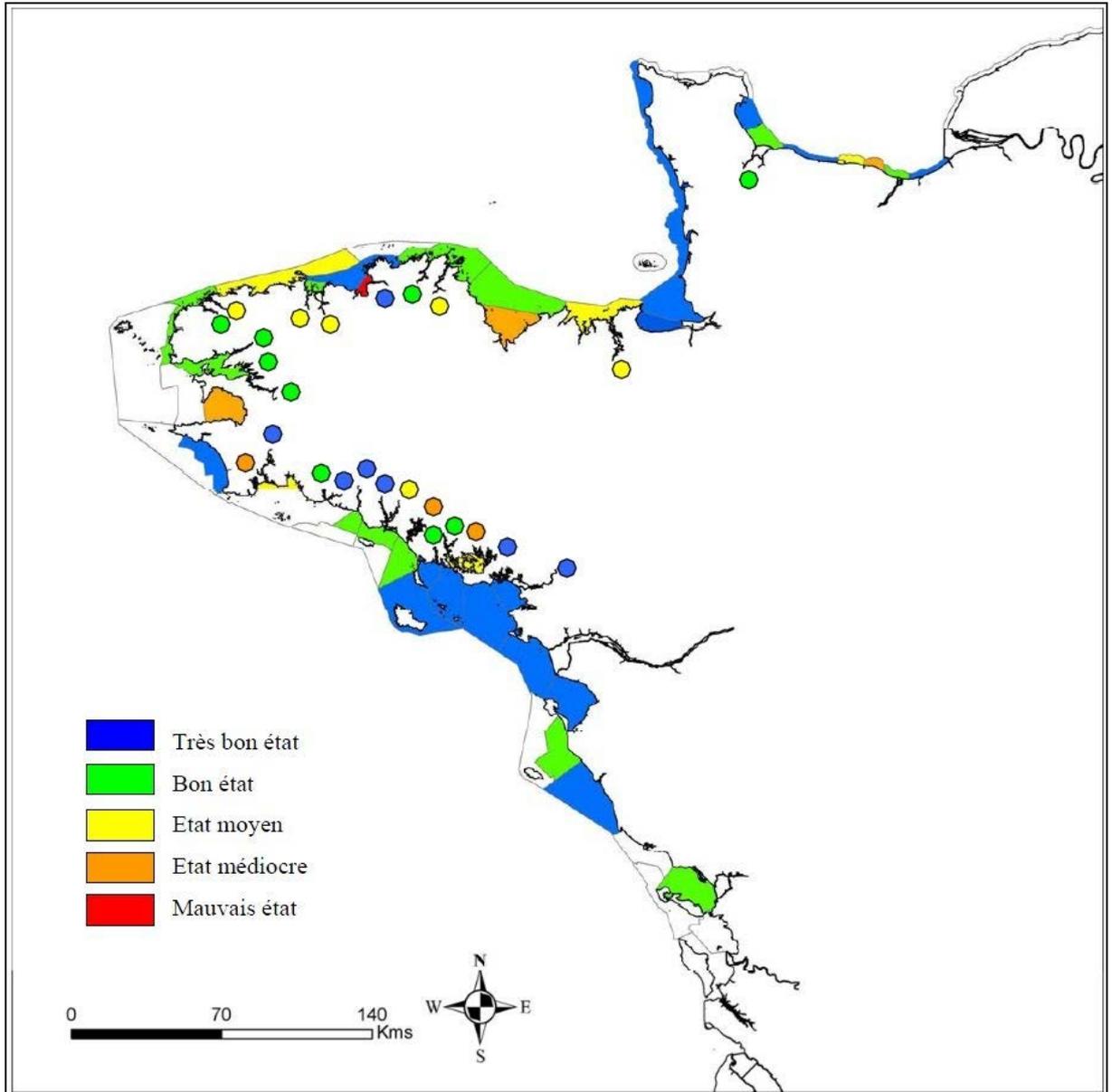


Figure 7.3 : Résultat cartographique du classement DCE avec l'EQB macroalgues de bloom sur la base des années 2005 à 2010

8. RESCO : réseau d'observations conchyliques

8.1. Contexte, objectifs et en œuvre du RESCO

Depuis 2008, la filière ostréicole française doit faire face à des surmortalités exceptionnelles touchant les naissains d'huîtres creuses *Crassostrea gigas*, comprises entre 60 et 90% sur tous les bassins conchyliques du littoral. Face à l'évolution constante de ce phénomène de mortalité, il est apparu indispensable de pouvoir disposer de séries temporelles relatives à la survie et à la croissance des huîtres en élevage dans les divers environnements conchyliques.

Pour cela, l'Ifremer met en œuvre, depuis 2009, un réseau d'observations conchyliques dont l'objectif est de caractériser sur un plan national l'évolution spatio-temporelle des performances conchyliques de lots d'huîtres sentinelles, et en particulier de la survie dans le contexte de la crise ostréicole actuelle.

Plus précisément, le RESCO permet :

- l'acquisition annuelle, via des suivis à fréquence élevée, de données de croissance, de survie et de reproduction pour des lots d'huîtres standardisés de différents âges, origines et dans différents environnements les plus représentatifs possibles de la production nationale;
- la bancarisation des données concernant à la fois les performances biologiques de l'huître creuse ainsi que les paramètres environnementaux associés (température, salinité, phytoplancton), permettant d'alimenter les volets de recherche;
- le traitement de données et la diffusion d'informations en temps quasi-réel afin de mettre en évidence le plus rapidement possible d'éventuelles anomalies hydro-climatiques et biologiques (en comparaison avec les données statistiques historiques);
- la connexion avec les données issues de réseaux régionaux ou d'expérimentations locales.

Le réseau RESCO s'appuie sur la structure et l'expérience du réseau de surveillance de la ressource conchylicole REMORA, qui a suivi depuis 1993 les paramètres de survie et de croissance de *Crassostrea gigas* sur une base de visites trimestrielles, et auquel il s'est substitué depuis 2009.

L'acquisition des données biologiques et environnementales s'effectue sur 13 sites-ateliers (Figure 8.1 et Tableau 8.1) 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 l'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 culturelles locales.

A ces sites-ateliers s'ajoutent 3 stations en Bretagne sud et 3 en Bretagne nord, qui sont suivies selon une fréquence allégée, afin de prendre en compte la variété des sites sur ces régions, et conserver l'historique des performances. Certains LER opèrent également des stations à finalité régionale, comme dans le cadre du REMONOR en Normandie. Leurs résultats ne sont pas présentés dans cette synthèse.



Figure 8.1 : Carte de localisation des sites-ateliers RESCO

Tableau 8.1 : Nomenclature et coordonnées des sites RESCO

Secteur	Libellé site	Code REMORA	Latitude WGS84	Longitude WGS84	Point
Baie des Veys	Géfosse	BV02	49.233490	-1.059860	014-P-055
Côte ouest Cotentin	Blainville nord	CO06	49.039470	-1.377970	018-P-082
Baie Mont Saint Michel	Cancalle-Terrelabouet	CA02	48.396588	-1.504812	020-P-093
Baie de Morlaix	Morlaix-Pen al Lann	MX02	48.397407	-3.537001	034-P-019
Rade de Brest	Brest-Pte du Château	BR08	48.201013	-4.191267	039-P-068
Baie de Quiberon	Men-er-Roué	QB02	47.322896	-3.055808	055-P-024
Golfe du Morbihan	Larmor-Baden	GM02	47.353075	-2.531481	061-P-068
Rivière de Penerf	Pénerf-Rouvran	PF02	47.306065	-2.388803	064-P-015
Baie de Bourgneuf	Coupelasse	BO02	47.015614	-2.018047	071-P-088
Ile de Ré	Loix-en-Ré	RE02	46.135042	-1.242435	076-P-066
Marennes Oléron	D'Agnas	MA03	45.521125	-1.103383	180-P-065
Bassin d'Arcachon	Tès	AR03	44.399770	-1.083870	088-P-028
Etang de Thau	Marseillan est	TH03	43.227478	3.342648	104-P-428

La fréquence des visites est définie selon un calendrier commun aux différents sites de RESCO. Le calendrier tient compte des périodes « à risques » pour les mortalités identifiées lors des années précédentes et la fréquence des suivis est adaptée en conséquence. En pratique, ces derniers s'échelonnent du mois d'avril au mois de janvier selon une fréquence à minima mensuelle, et selon une fréquence bimensuelle sur la quasi-totalité des sites entre les mois de mai et octobre 2011 (Figure 8.2).

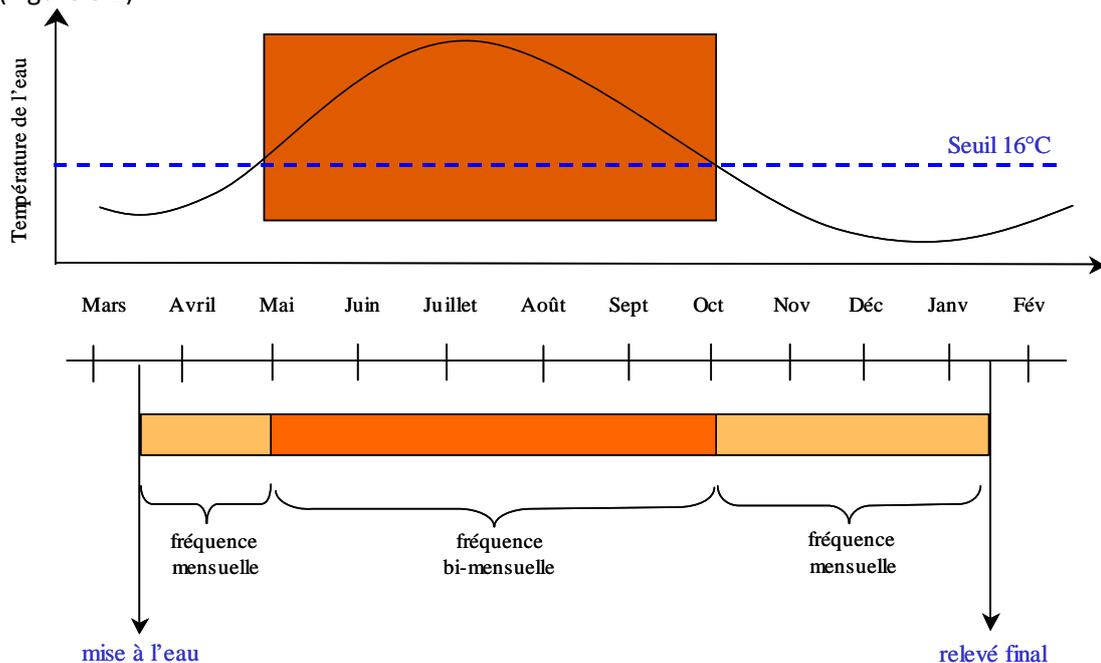


Figure 8.2 : Fréquence des suivis sur l'ensemble des sites-ateliers

Sur chaque site-atelier, des lots d'huîtres sentinelles correspondant aux différentes classes d'âge (naissain et 18 mois) sont positionnés. Le protocole utilisé pour le suivi des performances de ces lots sentinelles fait l'objet d'un document national permettant un suivi homogène quel que soit le laboratoire intervenant. Pour tenir compte des spécificités régionales, il existe un protocole spécifique applicable à la Méditerranée. Les données validées sont bancarisées depuis 2009 dans la base de données Quadrige² et mises ainsi à disposition des acteurs et professionnels du littoral, des utilisateurs des administrations décentralisées et de la communauté scientifique.

La coordination du réseau RESCO est assurée par le LER/MPL/La Trinité sur Mer. Le suivi est réalisé par les Laboratoires Environnement Ressources (LER) d'Ifremer en fonction de leur zone de compétence géographique, le laboratoire LPI, station d'Argenton, et le Smel pour le site de la côte ouest Cotentin.

8.2. Résultats RESCO 2011

8.2.1. Mortalités

Évolution spatio-temporelle des mortalités en 2011

L'apparition des mortalités sur les différents sites-ateliers RESCO en 2011 s'est faite de façon progressive, des sites les plus au sud vers les sites les plus au Nord. En effet, si l'on prend le cas du lot de naissain issu de captage naturel à Arcachon (CNA), on observe une première vague de mortalité qui touche l'étang de Thau dès la mi-avril, les sites d'Arcachon et de la baie de Bourgneuf début-mai, pour finalement progresser sur les sites bretons et normands au cours du mois de juin (figure 8.3). Le phénomène de mortalité semble ensuite se stabiliser pour ce lot sur l'ensemble des sites à partir de mi-août.

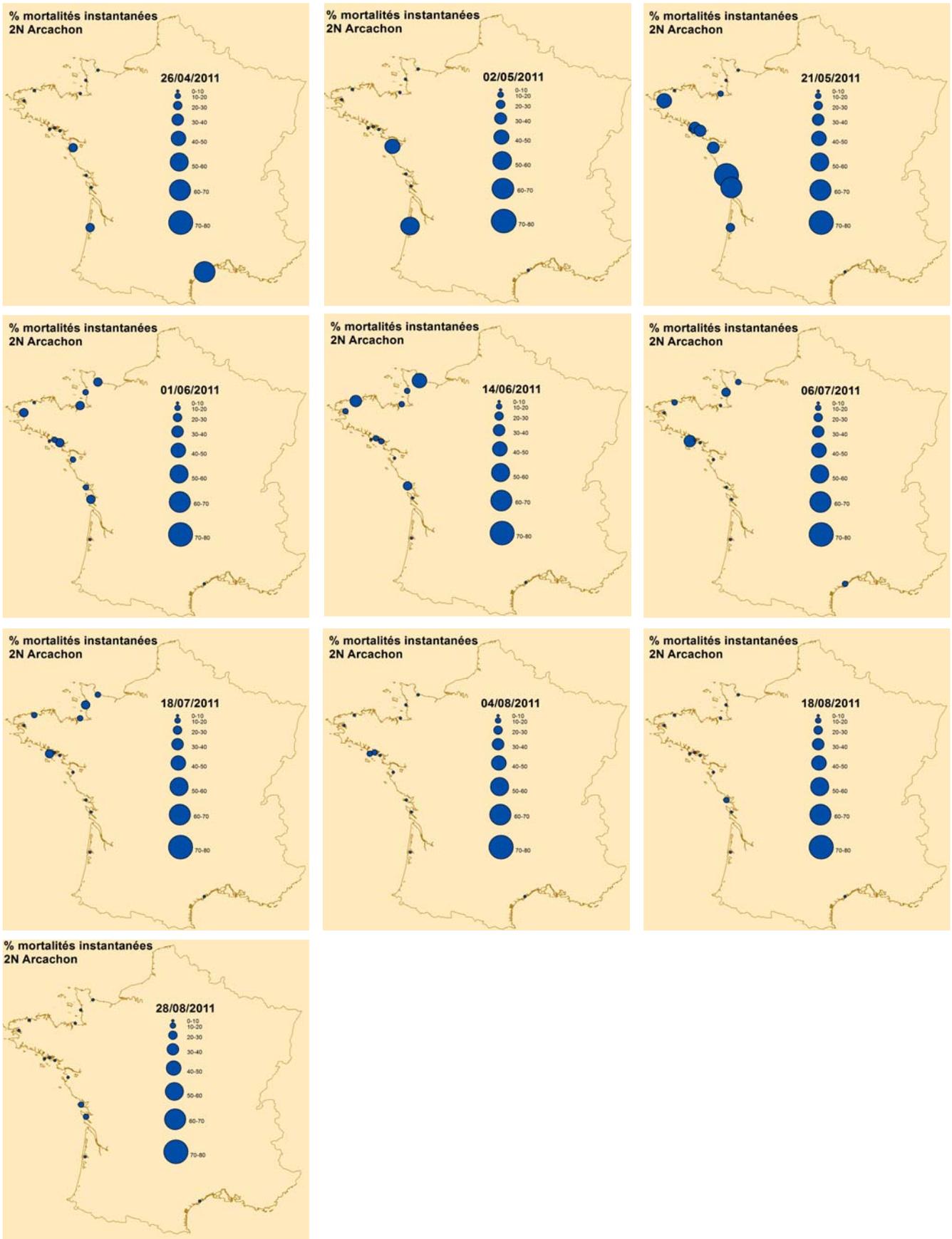


Figure 8.3 : Cinétique d'apparition des mortalités du lot 'CNA' sur l'ensemble des sites-ateliers de l'Observatoire Conchylicole

Taux de mortalité cumulée en 2011

Les taux moyens de mortalité cumulée pour l'ensemble des sites sont respectivement de **6.2% ± 3.7** pour le lot '18 mois', **73.4% ± 10.5** et **73.6% ± 12.6** pour les lots 'CNA' et 'CNB' et **43.5% ± 20.2** pour le lot '3N' (Tableau 8.2). On observe ainsi des taux de mortalité cumulée comparables pour les deux lots de captage naturel, qui se différencient de ceux obtenus pour le lot '3N' pour lequel les résultats apparaissent plus variables en fonction des sites étudiés.

Tableau 8.2 : Taux de mortalité cumulée (MC) des différents lots en novembre 2011.

Sites	MC lot '18 mois'	MC lot 'CNA'	MC lot 'CNB'	MC lot '3N'
Moyenne	6.2 %	73.4 %	73.6 %	43.5 %
Ecart-Type	3.7	10.5	12.6	20.2
Min	2.3 %	59.4 %	52.9 %	13.2 %
Max	12.2 %	98.2 %	99.4 %	80.8 %

La représentation des taux de mortalité cumulée pour les différents sites met en évidence des disparités dans l'intensité des mortalités selon les sites, et selon les lots (figure 8.4). Le lot '18 mois' présente une mortalité faible pour l'ensemble des sites. Ce lot, capté en 2009 en Charente Maritime, et ayant subi en 1^{ère} année d'élevage une mortalité de 80 % sur son site d'élevage de Bretagne nord (juillet 2010), a suivi un parcours zootechnique classique pour la filière ostréicole. L'hypothèse d'une moindre sensibilité des animaux de 2^{ème} année ayant subi des mortalités en 1^{ère} année pourrait ainsi expliquer le comportement de ce lot en 2011.

Pour les lots de naissain, les taux de mortalité **minimum** observés sont de 59.4% et 52.9% pour les lots 'CNA' et 'CNB' respectivement sur les sites de **Cancale** et de **Morlaix**. Les **maximum** sont tous deux observés sur le site de **Loix en Ré**, avec des taux de mortalité affectant la quasi-totalité des effectifs. En ce qui concerne le lot '3N', les valeurs minimum et maximum s'échelonnent de 13.2% à 80.8% respectivement sur Morlaix et la Pointe du Château.

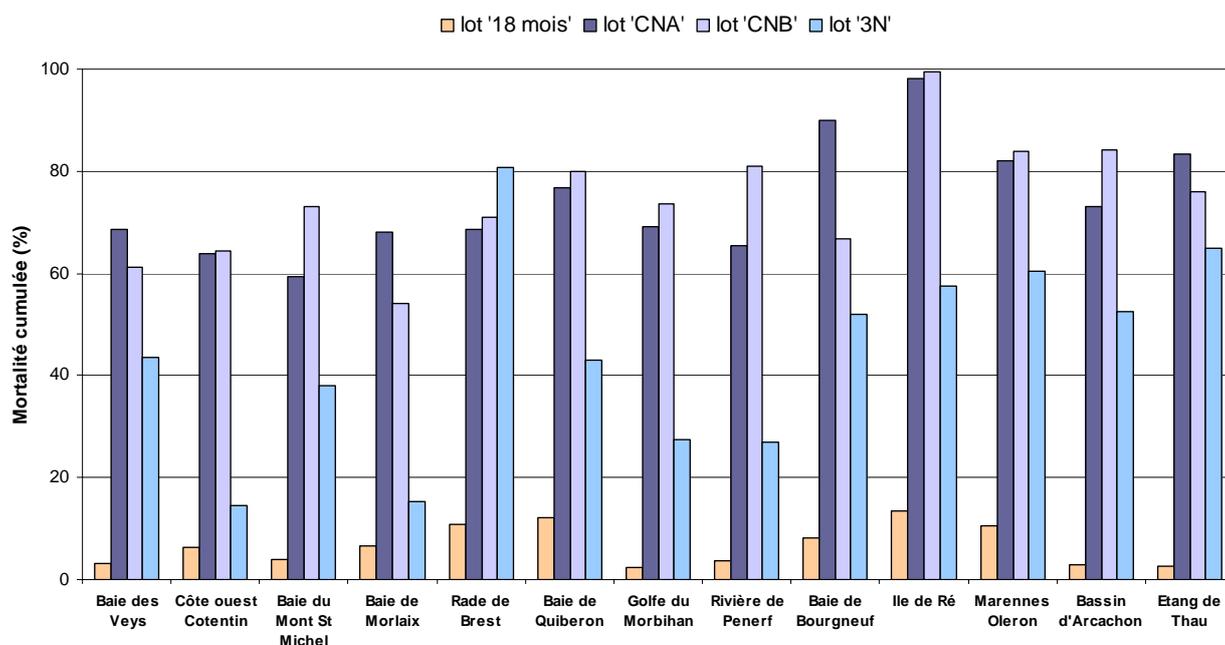


Figure 8.4 : Mortalités cumulées observées pour les différents lots sur l'ensemble des sites de l'Observatoire

Comparaison inter-annuelle des taux de mortalité

La figure 8.5 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 2011 dans l'évolution des mortalités de ce type de naissain observées depuis 1995. Les tendances observées mettent en évidence des taux moyens en 2011 légèrement supérieurs à ceux observés en 2010 et 2009. 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 ailleurs sur d'autres 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 que sur la plupart des autres lots de même type observées en 2009.

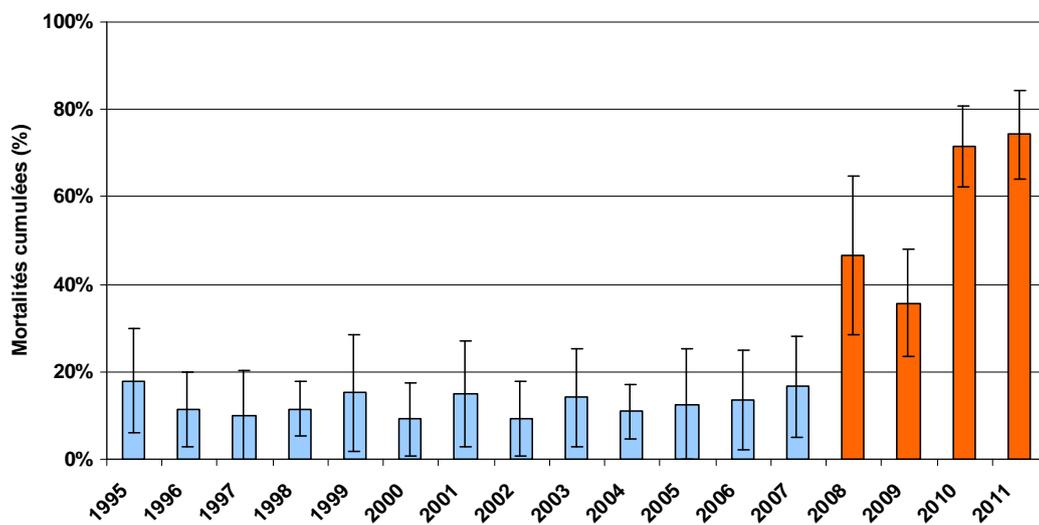


Figure 8.5 : Taux de mortalité moyens du naissain de captage Arcachon depuis 1995 sur les sites de l'Observatoire (les données antérieures à 2009 sont issues du réseau REMORA).

La représentation des taux de mortalités instantanées observés, aux mêmes dates, pour le lot "de référence" 'CN Arcachon' sur les différents sites en 2009, 2010, 2011 met en évidence une intensification du phénomène, avec des taux de mortalité plus élevés au fur et à mesure des années (figure 8.6). Cette représentation met également en évidence le fait que les mortalités ont été observées avec une avance d'1 à 1.5 mois, notamment sur les sites situés sur la façade Atlantique Nord, entre 2010 et 2011. Cette précocité est cependant à mettre en relation avec les températures printanières élevées observées en 2011.

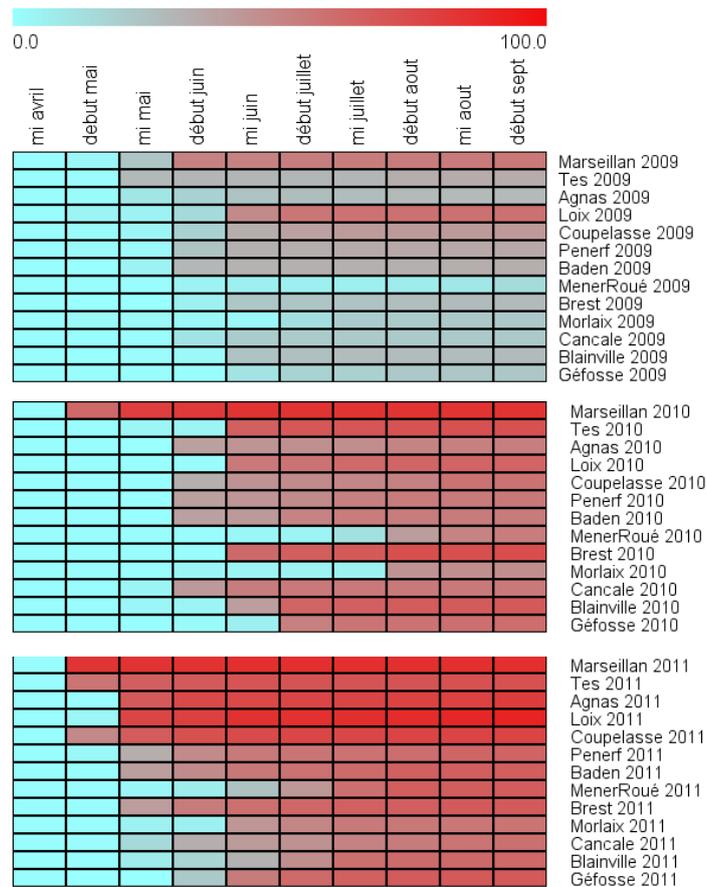


Figure 8.6 : Evolution de l'intensité des taux de mortalité observés sur le lot 'CN Arcachon' depuis 2009 sur l'ensemble des sites ateliers de l'Observatoire

Relation avec la température

Les enregistrements haute fréquence de température effectués grâce aux sondes SMATCH positionnées sur les différents sites (ou par les enregistreurs déposés au sein même des poches) permettent de relier la survenue des épisodes de mortalité et l'évolution de la température de l'eau de mer le long des différentes façades maritimes. Cette évolution est présentée séparément pour chaque site en annexe 1. La figure 8.7 met en évidence une bonne corrélation ($R^2 = 0.8961$) entre la date du passage de la température de l'eau à 16°C, considérée comme température indicatrice du début de la période à risques, et la date correspondant au premier constant de mortalité anormale (*i.e.* > 20% par rapport au passage précédent). 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.

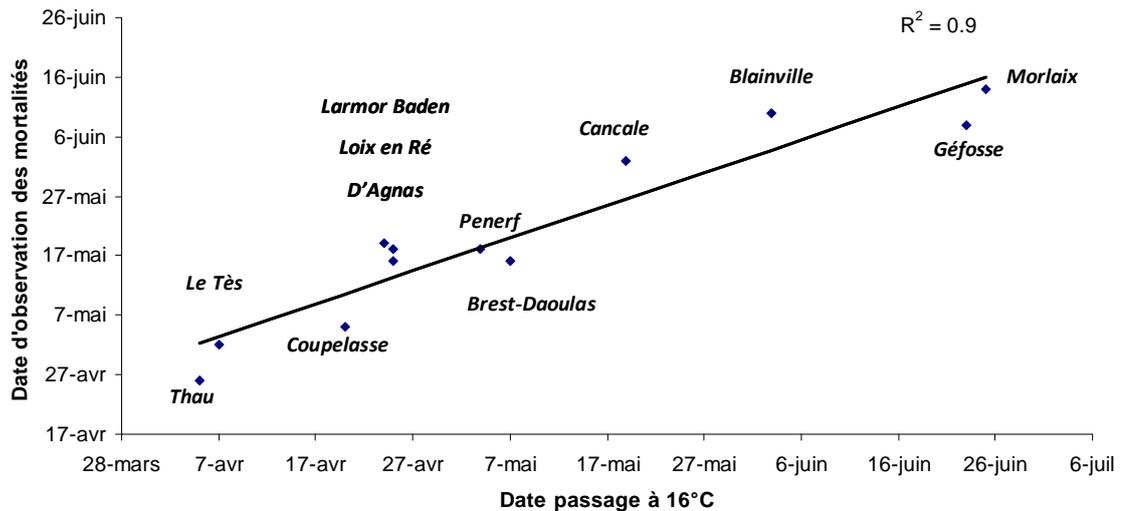


Figure 8.7 : Corrélation entre la date du passage à 16° et la date du premier constat de mortalité

Le tableau 8.3 met en évidence que pour certains sites, comme "Géfosse" ou "Morlaix", la mortalité a débuté avant même que le seuil de température des 16°C ne soit franchi, même si les températures alors constatées sont de l'ordre de 15°C. Ces sites se distinguent fortement des sites situés plus au sud, tels que "Marseillan est", "Loix en Ré", "D'Agnas" ou "Tès", pour lesquels les délais entre le passage des 16° et les premiers constats de mortalité sont de l'ordre de 22 jours \pm 2 jours.

Contrairement à l'année 2010, l'élévation des températures s'est faite progressivement le long de la façade atlantique selon un gradient sud-nord, expliquant certainement l'évolution successive des mortalités sur ces sites. L'année 2011 se caractérise par un printemps doux avec, sur la plupart des sites, des températures printanières plus élevées que la moyenne des années précédentes. Contrairement aux tendances observées lors du printemps, les températures relevées pour l'été sont plus froides que les années précédentes

Tableau 8.3 : Date de constations des premières mortalités et du passage du seuil des 16° sur les différents sites

Site-atelier RESCO	Date passage 16°C (T1)	Date constat mortalité (T2)	Délai (T2 – T1)	Température à T2
Géfosse	23/06/11	08/06/11	-----	15.4
Blainville	03/06/11	10/06/11	7	16.2
Cancale	19/05/11	02/06/11	14	16.5
Morlaix	25/06/11	14/06/11	-----	14.9
Pointe du Château	07/05/11	16/05/11	9	16.8
Larmor Baden	24/04/11	19/05/11	25	16.1
Pénérf	04/05/11	18/05/11	14	15.5
Coupelasse	20/04/11	05/05/11	15	17.7
Loix en Ré	25/04/11	18/05/11	23	16.9
D'Agnas	26/04/11	16/05/11	20	16.7
Tès	07/04/11	02/05/11	25	18.5
Thau	05/04/11	26/04/11	21	17.9

8.2.2. Croissance

Poids moyen des différents lots suivis en 2011

La croissance des différents lots de naissains (CNA, CNB, 3N) et de "18 mois" pour les différents sites de l'Observatoire est présentée en figure 8.8. Les résultats obtenus mettent en évidence des disparités dans l'évolution de la croissance, pour un lot donné, au sein des différents sites. Notons cependant que les poids moyens obtenus au mois de décembre ne sont pas comparables entre les types de lot, étant donné que chaque lot sentinelle n'avait pas le même poids à l'origine.

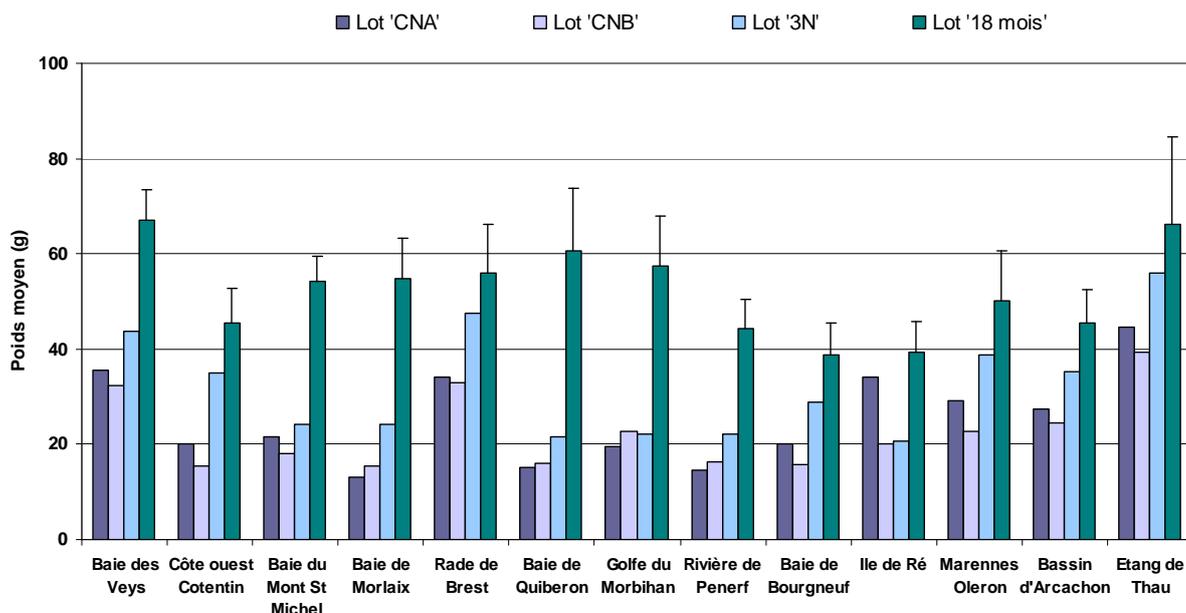


Figure 8.8: Poids moyen des différents lots sentinelles en décembre 2011

Comparaison inter-annuelle des taux de croissance

L'année 2011 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", "Cancale" ou "D'Agnas", les valeurs pondérales atteintes en décembre 2011 sont supérieures à la moyenne décennale 2001-2010 (figure 8.9). En revanche, pour d'autres sites, l'année 2011 n'apparaît pas comme une bonne année de croissance, les valeurs pondérales de décembre 2011 étant inférieures ou égales à la moyenne décennale 2001-2011 : c'est en effet le cas pour les sites "Morlaix", "Pointe du Château", "Pénerf" ou encore "Tès".

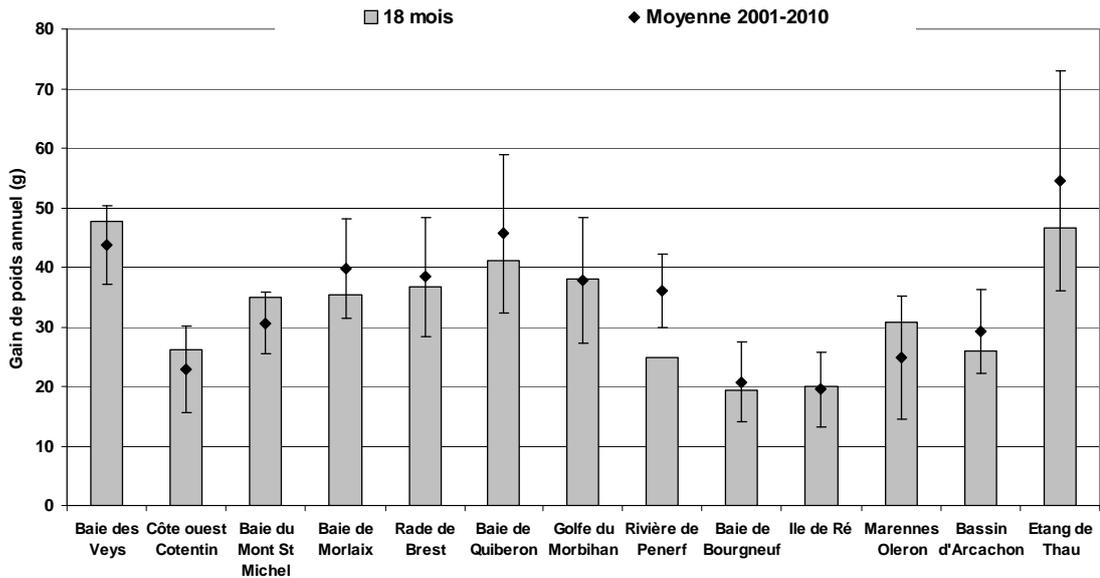


Figure 8.9 : Comparaison des gains de poids du lots '18 mois' en 2011 par rapport à la moyenne des gains de poids obtenus sur les 10 dernières années

Les observations faites sur le lot '18 mois' peuvent être élargies à celles obtenues pour le lot de naissain 'CNA'. Ainsi, de même que pour les lots d'adultes, les valeurs pondérales des lots de naissains au moins de décembre 2011 apparaissent plus ou moins bonnes par rapport à la moyenne obtenue sur 2001-2011 (figure 8.10). Ces tendances sont accentuées pour les sites "Cancale", "Morlaix", "Men Er Roué", "Larmor Baden" et "Pénérif", pour lesquels le gain de poids 2011 est nettement inférieur à la moyenne des 10 dernières années.

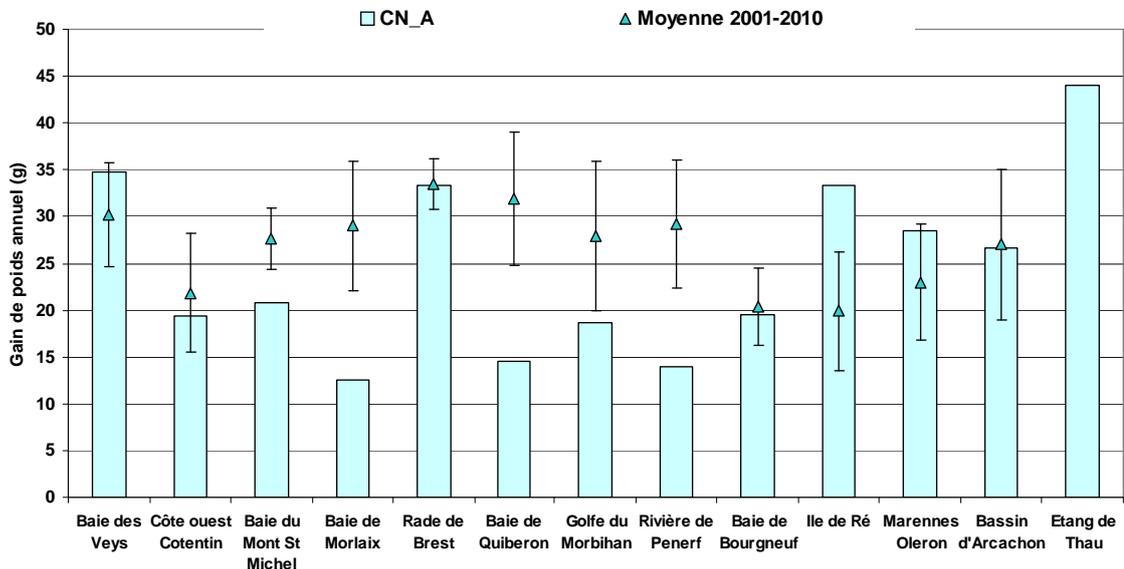


Figure 8.10 : Comparaison des gains de poids du lot 'CN Arcachon' en 2011 par rapport à la moyenne des gains de poids obtenus sur les 10 dernières années

Les figures 8.11 et 8.12 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. L'année 2011 apparaît donc pour le lot '18 mois' comme une année 'faible' en terme de taux de mortalité, mais également en terme de gain de poids annuel. Pour les lots de naissain, 2011 représente les plus forts

taux de mortalités observés depuis 1995, et des gains de poids situés proches de la moyenne obtenue ces 17 dernières années.

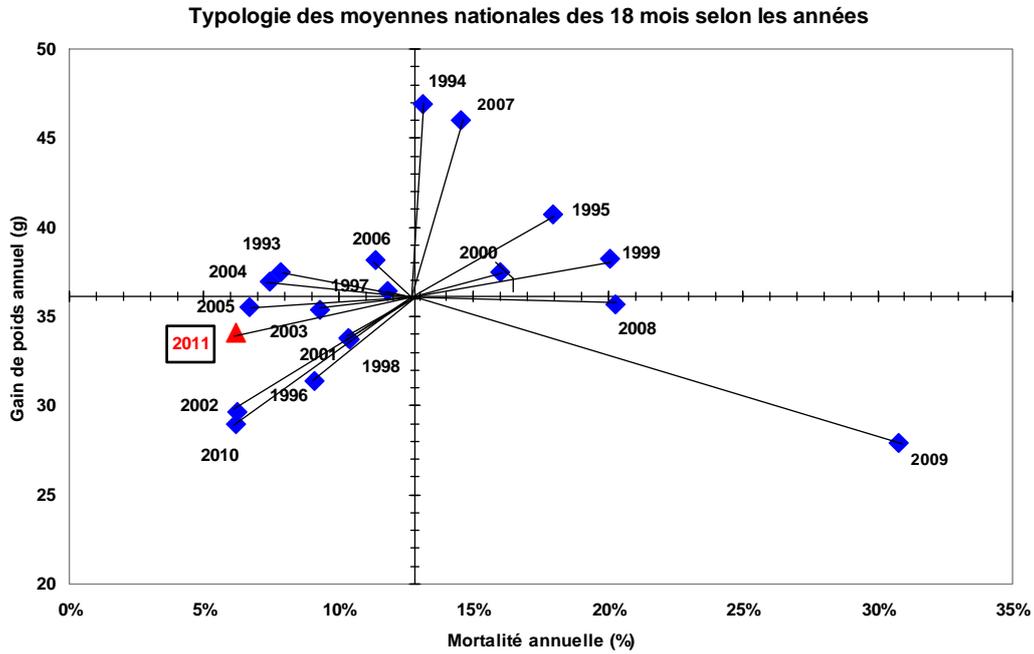


Figure 8.11 : Typologie des années pour les performances annuelles de croissance et de mortalité pour le lot '18 mois'. Les axes sont centrés sur la moyenne décennale

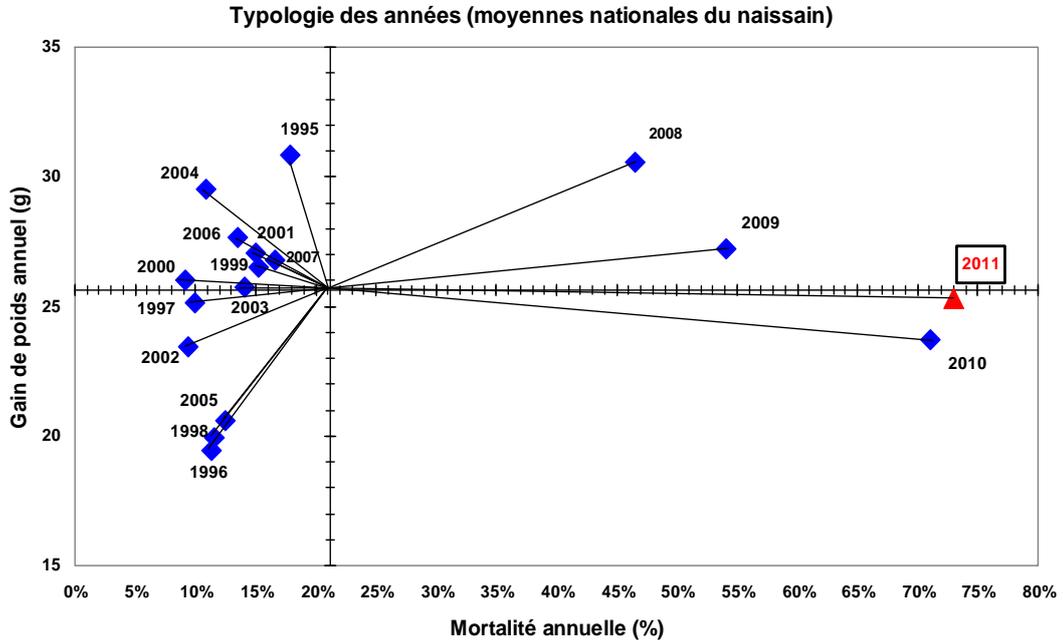


Figure 8.12 : Typologie des années pour les performances annuelles de croissance et de mortalité pour le lot de naissain. Les axes sont centrés sur la moyenne décennale

9. Surveillance dans les Départements d'Outre-Mer

9.1. 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.

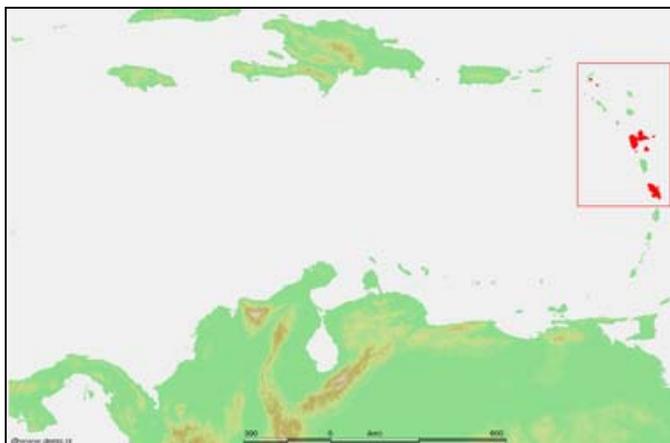


Figure 9.1 : Localisation des îles des Antilles Françaises

Les activités de surveillance de la qualité du milieu marin remontent à plus de 10 ans. Des études préliminaires ont été engagées dès 1999 en Martinique et Guadeloupe pour inventorier les problèmes environnementaux, évaluer les potentialités analytiques et logistiques locales afin de proposer une stratégie de surveillance. Le RNO est entré en fonction en Martinique et en Guadeloupe en 2002 à la fois pour l'hydrologie (paramètres généraux de la qualité de l'eau) et pour les contaminants chimiques¹². Le RNO s'est arrêté en 2007 avec la mise en place de la DCE. Le suivi hydrologique est à présent rattaché au REPHY. Le suivi des contaminants chimiques a redémarré en Martinique en 2009 dans le cadre du ROCCH (ex-RNO), à partir de 4 stations échantillonnées deux fois dans l'année en février et en novembre. En 2011, les résultats confirment dans une très large mesure ceux acquis les années précédentes, à savoir des fortes teneurs en argent et la présence de résidus de DDT dans la baie du Marin, ainsi que des teneurs en PCB dans la rivière Lézarde. A l'échelle régionale, la contamination chronique de l'environnement, dont le milieu marin littoral, par la chlordécone¹³ relève d'une problématique environnementale qui mobilise les autorités antillaises et la communauté scientifique. Pour le moment, les travaux relèvent de la recherche et d'études (devenir de la molécule dans le milieu), et non d'un programme strict de surveillance.

La mise en application de la DCE depuis 2007 a conduit à mettre en place un nouveau dispositif de surveillance adapté aux exigences réglementaires. La mise en œuvre de la DCE dans ces deux départements relève des mêmes contingences, soulève les mêmes questions et rencontre les mêmes problèmes de mise au point de protocoles méthodologiques de surveillance. En revanche, les modalités d'avancement ne sont pas totalement identiques entre les deux départements, faisant apparaître des différences au niveau de certains choix ou au niveau d'initiatives prises, comme par exemple le lancement d'études spécifiques destinées à progresser dans la définition et l'application des indicateurs.

¹² Les résultats du suivi des contaminants chimiques dans les mollusques bivalves (*Isognomon alataus*) jusqu'en 2006 sont accessibles sur <http://envlit.ifremer.fr/documents/bulletins/rno>

¹³ la chlordécone est un insecticide chloré rémanent qui a été utilisé en agriculture, en particulier pour lutter contre un charançon dans les bananeraies des Antilles françaises entre 1972 et 1993.

9.1.1. Situation en Martinique

Le réseau ex-RNO « hydrologie » dans la baie de Fort de France a été conservé. Par ailleurs, un suivi REPOM est appliqué dans les ports de Fort de France et du Marin sur la contamination chimique des sédiments.

Pour ce qui concerne la DCE, l'état des lieux du district hydrographique de la Martinique a conduit à identifier et délimiter 23 masses d'eau : 19 masses d'eau côtières (MEC) et 4 masses d'eau de transition (MET). Leur caractérisation a permis de définir 8 types de masses d'eau (dont 7 côtiers et 1 de transition).

Les indicateurs proposés par le protocole DCE ne sont pas applicables en l'état en milieu tropical. Des adaptations aux conditions locales sont nécessaires et ont conduit à réaliser des études spécifiques. Pour les eaux côtières (MEC), trois types d'indicateurs ont été retenus : le phytoplancton, les communautés benthiques coralliennes et les herbiers de phanérogames. Pour les eaux de transition (MET), les indicateurs retenus sont la faune benthique endogée et les épibiontes.

En 2011, le réseau DCE comprenait 8 sites de référence et 15 sites de surveillance. Chaque site de suivi (référence et surveillance) comprend respectivement :

- Une station physico-chimique pour les eaux côtières et de transition ;
- Une station phytoplancton (confondue avec la physico-chimie) pour les eaux côtières ;
- Une ou deux stations biologiques « communautés coralliennes », plus « herbiers » si ceux-ci sont présents, pour les eaux côtières ;
- Une station biologique « endofaune » pour les eaux de transition.

Les travaux réalisés en 2011 concernant l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau, indiquent qu'aucun site qualifié de « référence » n'est en *très bon état*. A l'exception de la baie des Requets et de la baie du Trésor, tous les sites DCE sont déclassés en état écologique moyen ou médiocre.

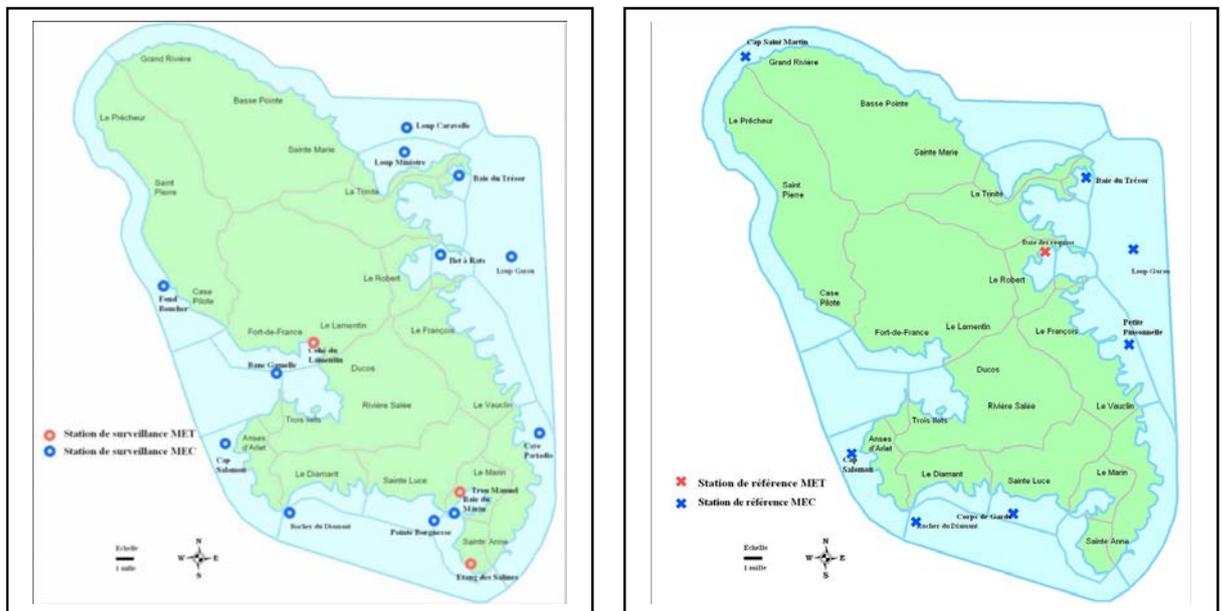


Figure 9.2 : Localisation des sites des réseaux de surveillance et de référence en Martinique

9.1.2. Situation en Guadeloupe

L'état des lieux du district hydrographique de la Guadeloupe a conduit à identifier 6 types de masses d'eau et délimiter 12 masses d'eau côtières (MEC) sur l'ensemble du littoral guadeloupéen, comprenant ses dépendances avec les îles de la Désirade, de Marie Galante et des Saintes, y compris celles de Saint Martin et de Saint Barthélemy. Leur caractérisation a permis de définir 6 types de masses d'eau. A propos de cette dernière, à noter que fin août 2008, la Collectivité d'Outre-Mer de Saint-Barthélemy a délibéré pour demander l'élaboration de son propre SDAGE. La masse d'eau côtière correspondante n'a donc pas été prise en compte dans la DCE Guadeloupe.

En 2011, le réseau DCE comprenait 12 sites de référence et 21 sites de surveillance. Les paramètres de suivi retenus portent :

- pour le compartiment biologique sur le phytoplancton, la faune benthique, les phanérogames ;
- pour le compartiment hydrologique sur les paramètres généraux support à la biologie.

Au terme des travaux menés, aucun site qualifié de référence ne s'est avéré être en *très bon état écologique*. Ainsi, il n'existe pas en Guadeloupe un site de référence au sens DCE, bien que les sites du réseau de référence soient les meilleurs en terme d'état de santé global. Ils sont conservés malgré tout comme éléments « référentiel ». Au vu des résultats, les valeurs qualifiées de référence sont à revoir, soit en terme de mode de calcul, soit en terme de réévaluation des indices de qualité DCE. La conduite de ce travail, du fait de l'absence de données historiques, est envisagée à dire d'experts.

Les travaux réalisés sur le réseau de surveillance, sur la base des grilles de classification provisoires, concluent au bon état écologique pour trois masses d'eau et à un état écologique moyen pour les huit restantes. Bien que provisoire, les résultats obtenus permettent de confirmer que l'état global des écosystèmes littoraux est préoccupant.

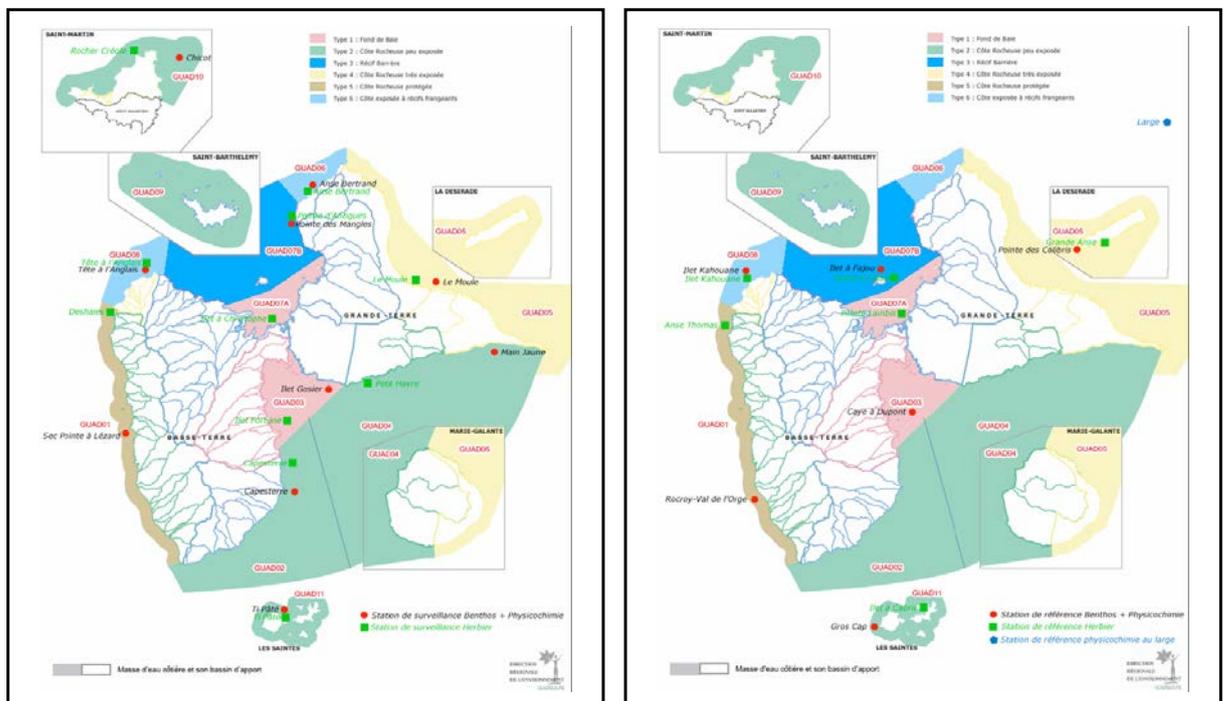


Figure 9.3 : Localisation des sites des réseaux de surveillance et de référence en Guadeloupe

9.2. Guyane

La Guyane est limitrophe avec le Surinam par le fleuve Maroni au Nord-ouest, et avec le Brésil par le fleuve Oyapock au Sud-est. La côte atlantique s'étend sur 380 km, où les mangroves couvrent plus de 80 % du front de mer. Son climat est équatorial, avec des précipitations de l'ordre de 2000 à 4000 mm par an. Le plateau continental guyanais est composé de sédiments fins avec une très faible pente. Les masses d'eaux littorales subissent de multiples pressions liées aux activités anthropiques, du fait que 90 % de la population vit sur le littoral. Deux saisons, sèche et humide, rythment le régime du débit des fleuves côtiers. Cependant, ce sont les apports du fleuve Amazone qui est le principal responsable de la forte turbidité des eaux côtières. L'hydrodynamisme et la dynamique sédimentaire remodelent en permanence le milieu côtier guyanais par la migration des bancs de vase. Cette situation rend l'accès à la mer et l'échantillonnage des eaux côtières difficile.

Aucun des réseaux institutionnels de l'Ifremer n'est opéré localement. La mise en œuvre de la DCE constitue par conséquent un enjeu stratégique très important pour ce département. Du fait de l'absence d'une structure locale « environnement » de l'Ifremer, l'administration a confié à la DEAL la maîtrise d'ouvrage pour la mise en place de la DCE dans les eaux littorales guyanaises. La définition du réseau DCE nécessitait la réalisation au préalable d'études de base qui furent confiées à l'IRD à partir de 2009. Pour assister la DEAL de Guyane, un groupe de travail « eaux littorales Guyane », piloté par l'Ifremer, s'est mis en place fin 2010 afin de définir la stratégie à adopter pour la mise en œuvre à partir de 2012 du réseau de surveillance DCE. Le groupe de travail avait vocation à confronter les données acquises et les spécificités des masses d'eaux côtières et de transition guyanaises avec les obligations de la DCE. En juillet 2011, un programme de surveillance DCE était défini pour les eaux littorales de Guyane et fin 2011 les aspects opérationnels (partenaires, financements, choix prioritaires) étaient traités pour la mise en œuvre de la surveillance écologique et chimique. Les principales conclusions sont les suivantes

- **Découpage des masses d'eaux littorales.** Une seule masse d'eau côtière (MEC) est définie sur l'ensemble du linéaire côtier guyanais, avec 4 stations de surveillance côtière (Pointe de Béhague, Ilet la Mère, Île du Salut et Maroni) et trois stations plus au large pour continuer à fournir des éléments de comparaison. La surveillance est programmée en saison sèche (septembre à décembre), période durant laquelle l'influence de l'Amazone (située à plus de 500 km) est minime, plutôt qu'en saison des pluies où la forte influence de l'Amazone imprime une forte opposition Est Ouest qui repose sur des différences d'ordre chimique et biologique, tant quantitatives que qualitatives. Neuf masses d'eau de transition (MET) ont été adoptées, reflétant les 9 estuaires guyanais (Oyapock, Approuague, Mahury, rivière de Cayenne, Kourou, Sinnamary, Iracoubo, Mana et Maroni), avec pour chacune d'entre elles 2 à 3 stations de prélèvements ;
- **Surveillance physico-chimique.** Les paramètres support à la biologie (salinité, température, turbidité, oxygène dissous, nutriments) sont surveillés sur l'ensemble des stations de surveillance, eaux côtières et eaux de transition, avec une fréquence mensuelle au moins pendant la saison sèche, période de la surveillance ;

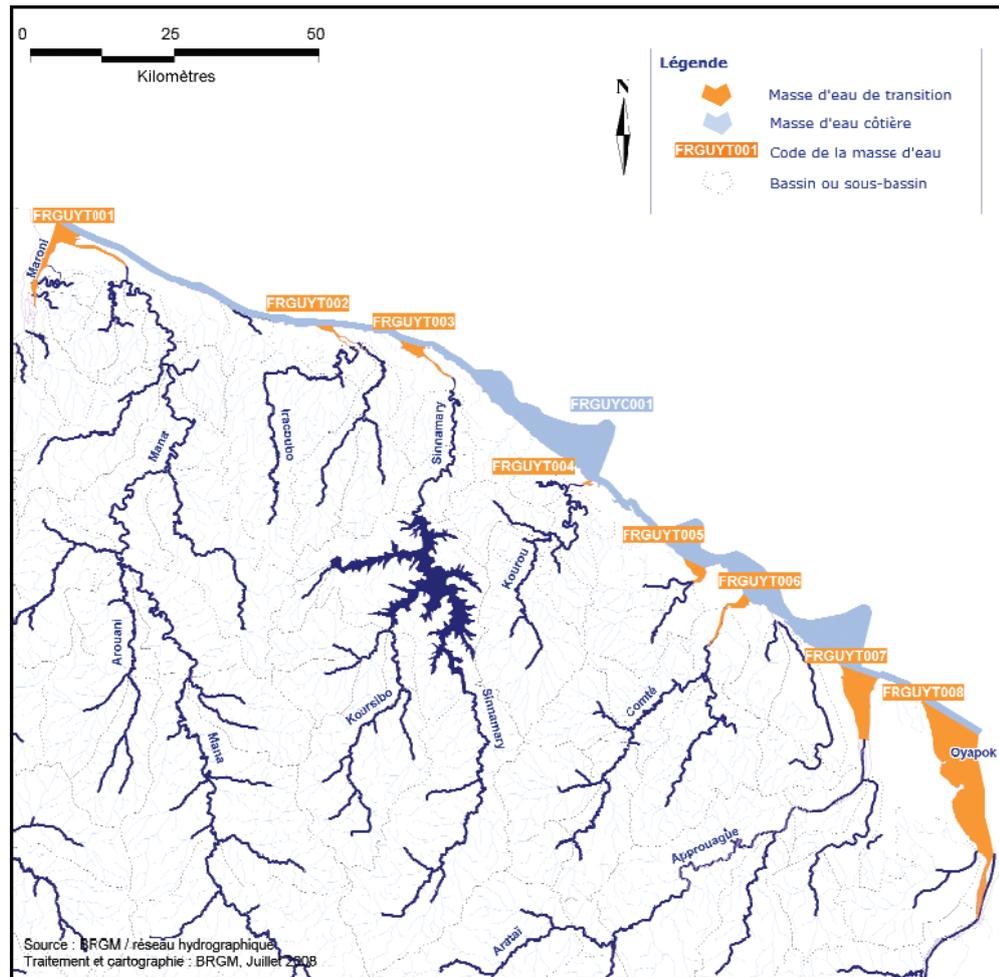


Figure 9.4 : Premier réseau de masses d'eau définie pour la Guyane en 2008

- **Surveillance des éléments de qualité biologique.** Le seul élément de qualité biologique à mettre en place pour la surveillance DCE en 2012 est le phytoplancton (chlorophylle *a*, dénombrement des espèces), uniquement pour les stations de surveillance de la masse d'eau côtière (MEC). L'indicateur phytoplancton n'est pas reconnu pertinent pour les eaux de transition (MET) généralement trop turbides. Les autres paramètres restent encore à l'état d'étude ou de réflexion. C'est le cas des invertébrés benthiques pour la masse d'eau côtière, le phytobenthos et l'indicateur poisson pour les masses d'eau de transition. L'indicateur macrophyte (macroalgues et angiospermes) n'est pas estimé pertinent dans le contexte guyanais ;
- **Surveillance chimique.** La surveillance chimique est envisagée par l'approche des échantillonneurs passifs, de type DGT pour les métaux, SBSE pour les contaminants organiques hydrophobes, POCIS pour les contaminants organiques hydrophiles. Cette surveillance est prévue pour l'ensemble des masses d'eaux littorales (MEC, MET). L'élément chimique le plus préoccupant est le mercure, compte tenu du fond géochimique de cet élément dans le sol guyanais, des activités minières d'extraction de l'or et des opérations d'orpaillage. Pour les eaux de transition (MET), une surveillance spécifique du mercure dans le biote (en prenant comme espèce cible le poisson Acoupa) est envisagée, d'autant qu'une norme de qualité environnementale (NQE) est définie pour cet élément chimique dans le biote. Des travaux complémentaires dans le sédiment sont également programmés.

9.3. La Réunion

La Réunion constitue un milieu particulièrement complexe du fait de ses caractéristiques morphologiques et climatologiques. Ile volcanique (2 500 km²), culminant à plus de 3 000 m, La Réunion est soumise à un climat tropical humide et possède tous les records mondiaux de pluviométrie, jusqu'à 10 mètres/an dans l'Est de l'île. La saison chaude (novembre à avril) est propice à la formation de nombreuses perturbations tropicales dont les plus intenses, les cyclones, s'accompagnent de précipitations extrêmement abondantes (jusqu'à plus de 6 m en quelques jours) accompagnées de vents violents et des houles pouvant atteindre 10 m. Le relief très escarpé est travaillé par une érosion active se traduisant par un réseau hydrographique dense qui adopte instantanément un écoulement torrentiel en période de pluies (novembre à avril) évacuant très rapidement l'eau vers l'océan.

Le littoral (200 km de linéaire côtier) est soumis à une pression d'autant plus importante que 80 % de la population (800 000 habitants en 2008) et l'essentiel des installations industrielles y sont concentrés. Les plages, localisées majoritairement dans la partie occidentale de l'île, la plus urbanisée, ne représentent que 40 km de linéaire dont 25 km abrités de manière discontinue derrière 4 récifs coralliens frangeants. En tant qu'aire marine protégée, trois de ces récifs appartiennent depuis 2007 à la réserve naturelle marine de la Réunion (RNMR).

Depuis le milieu des années 2000, différentes actions ont été menées dans le cadre de la DCE avec pour objectif de parvenir la définition de l'état des lieux de référence pour contribuer à la mise en place d'un réseau de surveillance DCE. Malgré les efforts déployés, les particularités locales, liées au contexte environnemental intertropical, ont révélé un déficit de connaissances en regard des critères adoptés dans la DCE pour atteindre ses objectifs.

- **Découpage des masses d'eaux littorales.** En 2004, le découpage des masses d'eau côtières n'avait pu être réalisé qu'à "dire d'expert". Au total, 13 masses d'eau côtières (MEC) ont été définies, dont 4 masses d'eau récifales (MER), réparties en 6 types. La station de suivi, placée au large de l'Ermitage, sert de station de référence pour la surveillance chimique et pour l'ensemble des indicateurs biologiques, à l'exception des invertébrés de substrat dur (coraux) (site retenu, Saint-Leu).

Ces dernières années, différents travaux ont été entrepris et permettent aujourd'hui d'affiner les connaissances et de préciser ces "dires d'expert". Le projet « **Cartomar** » a permis de produire une cartographie du substrat des zones comprises entre des profondeurs de 20m et 100m autour de La Réunion, permettant la reconnaissance, sur une bonne partie des zones côtières de l'île, de la nature des fonds (meubles/durs) et les grands types sédimentaires (depuis les sables grossiers jusqu'aux sédiments vaseux) ont pu être identifiés. Le projet « **Hydrorun** », plateforme de modélisation hydrodynamique couvrant l'ensemble du littoral Réunionnais, a permis de réaliser une synthèse bathymétrique fine des fonds côtiers de l'île de La Réunion, ainsi que des synthèses annuelles et saisonnières de houles, de courants et de températures des masses d'eau. Le projet « **Spectrhabet** » a permis l'acquisition d'images hyperspectrales qui compètent les mesures LIDAR initiales, dont l'intérêt majeur réside dans la capacité de pénétration du signal dans la colonne d'eau. Les résultats obtenus permettent de générer de nouvelles images issues de la réflectance des fonds jusqu'à des profondeurs de 25 à 40 m, et de disposer ainsi d'images géoréférencées de l'ensemble des structures bio-construites caractérisant les plateformes récifales.

L'ensemble de ces travaux ont permis de définir un nouveau découpage et une nouvelle typologie des masses d'eaux qui sera proposé pour validation lors de la prochaine réunion du Comité de Bassin (5 décembre 2012) : (i) passage de 13 à 12 masses d'eau : 8 masses d'eaux côtières (MEC) et 4 masses d'eau récifales (MER), (ii) modification de certaines limites de masses d'eau, (iii) redéfinition complète de l'ensemble des limites des 4 masses d'eau

récifales en tenant compte de l'ensemble de la structure bio-construite par les coraux (plateau récifal et pente externe) ;

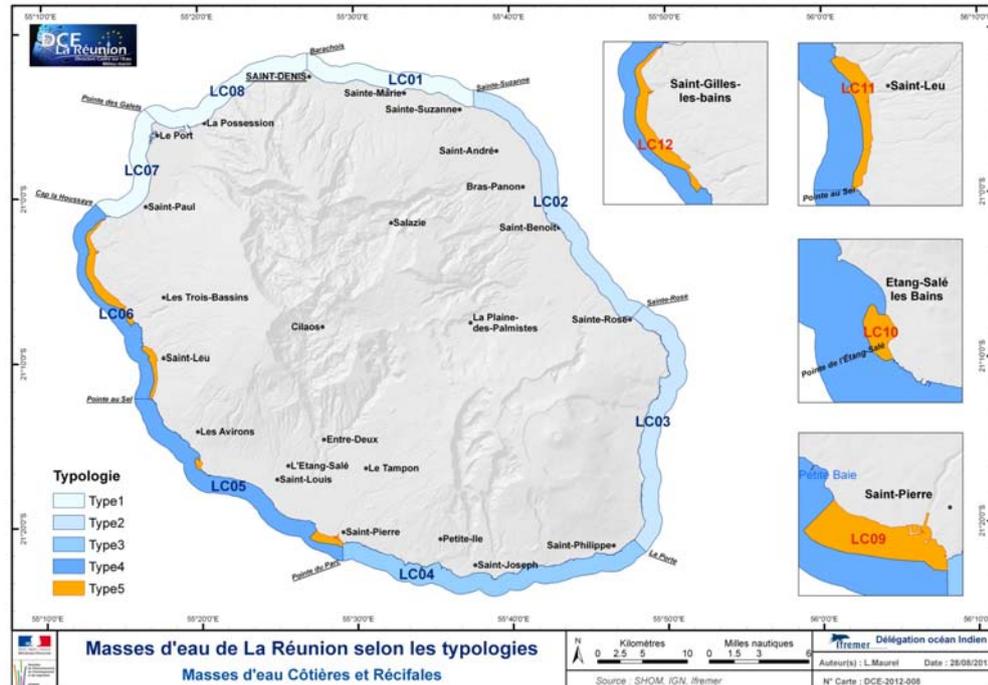


Figure 9.5 : Découpage des masses d'eau côtières et récifales de la Réunion

- Surveillance physico-chimique.** Le réseau de suivi hydrologique des masses d'eaux côtières (MEC) et récifales (MER) s'appuie sur le Réseau Hydrologique de La Réunion (RHLR) avec une fréquence mensuelle au moins pendant la saison sèche, période de la surveillance. Les paramètres de la surveillance sont la température, la transparence (valeur de référence et grille de lecture en cours d'élaboration) et l'oxygène dissous (valeur de référence et grille de lecture en cours de validation). Pour les nutriments, l'indice azote minéral dissous (indice NID) n'est pas adapté au contexte des écosystèmes inter-tropicaux. Depuis sa création en 2006, l'opérateur de ce réseau (maître d'œuvre) est l'ARVAM. Jusqu'à mi 2012, la maîtrise d'ouvrage était assurée par la DEAL, elle l'est maintenant par l'OLE (Office de L'Eau) ;
- Surveillance des éléments de qualité biologique.** Pour l'indicateur phytoplancton, seul l'indice biomasse est retenu (percentile 90 de la concentration en chlorophylle a). Les indices d'abondance et de composition ont été estimés non pertinents, du fait de l'absence de blooms clairement identifiés et de l'oligothrophie du milieu. Un suivi, à caractère patrimonial, de la composition et de l'abondance (micro, nano et pico phytoplancton) est maintenu en 4 lieux, afin d'identifier d'éventuelles dérives dans la composition des peuplements phytoplanctoniques sur le moyen/long terme. Le microphytobenthos pourrait être un indicateur intéressant, mais ceci nécessite des travaux en amont. Pour les invertébrés benthiques de substrat meuble, l'indice retenu en métropole est le M-AMBI qui repose sur le rôle écologique (ou classe de pollusensibilité) des espèces constituant la macrofaune benthique. Du fait que certaines espèces sont spécifiques à La Réunion, et que d'autres n'appartiennent pas au même groupe de pollusensibilité qu'en métropole, le référentiel AZTI a été adapté pour la Réunion. Le suivi des invertébrés benthiques de substrat dur (coraux) repose sur la méthode L.I.T. (*Linear Intercept Transect*) déjà utilisée dans le cadre des suivis GCRMN (*Global Coral Reef Monitoring Network*). Une analyse des données historiques (10 ans) (base de données du GIP RNMR) a permis d'enrichir les paramètres de suivis, en tenant compte des recommandations formulées par le Groupe de travail expert au niveau national.

L'indicateur "angiospermes" n'a pas été jugé pertinent pour le suivi des eaux littorales de la Réunion, étant donné la très faible densité des herbiers dans l'état actuel ;

- **Surveillance chimique.** Neuf molécules spécifiques au contexte de La Réunion ont été rajoutées dans le cadre de la surveillance chimique DCE. Cette surveillance est basée sur le déploiement d'échantillonneurs passifs. Pour les substances hydrophobes, la matrice biote est retenue en utilisant, par la méthode de « caging », une petite moule tropicale, la modiole (*Modiolus auriculatus*). La matrice sédiment n'a pas été retenue.

9.4. Mayotte

Mayotte qui a acquis le statut de département en mars 2011, est un petit archipel volcanique composé d'une vingtaine d'îlots et de deux îles principales, la « Grande-Terre » et la « Petite-Terre », séparées par un bras de mer de 2 km. C'est un territoire de 374 km² dans un lagon de 1300 km². Les récifs coralliens s'étendent sur 150 km², avec une double barrière de près de 18 km de long. La mangrove couvre 7 km², principalement dans la plupart des basses plaines alluviales de la Grande Terre. La surface en herbiers est sensiblement équivalente. L'île de Mayotte est soumise à un climat tropical humide fortement influencé par l'environnement maritime et par la direction des vents. On distingue deux saisons marquées, une saison chaude et pluvieuse (décembre à mars) et une saison sèche et plus fraîche (juin à septembre), séparées par deux intersaisons plus brèves. La population de l'île est de 240 000 habitants, avec une immigration clandestine doublant le chiffre officiel.

La mise en œuvre de la DCE est encore peu avancée à Mayotte, malgré les efforts déployés par la DEAL avec le soutien du BRGM.

- **Découpage des masses d'eaux littorales.** L'état des lieux a été réalisé en 2007 sur la base des connaissances bibliographiques et à dire d'expert. Au total, 17 masses d'eau côtières (réparties en 8 types) ont été identifiées. Le découpage proposé fait apparaître deux types particuliers, le type fond de baie et le type vasière. Actuellement, aucun site de référence n'a été désigné ;
- **Surveillance physico-chimique.** Des données de base sont en acquisition pour définir une surveillance adaptée aux conditions locales. Il n'y a pas, à l'heure actuelle, d'indicateurs proposés. Seule la grille de lecture pour l'oxygène dissous établie en métropole est transposable à Mayotte ;
- **Surveillance des éléments de qualité biologique.** Le manque de connaissances ne permet pas d'établir des grilles de lecture pour les éléments de qualité biologique. C'est le cas pour la flore phytoplanctonique pour laquelle il n'y a pas de décision prise pour les valeurs de référence et la grille de lecture. De nouvelles campagnes d'acquisition de données sont menées sur les invertébrés benthiques de substrat meuble pour définir la méthode de lecture (AMBI ou M-AMBI). Les premiers résultats montrent en règle générale des milieux peu dégradés. Les invertébrés de substrat dur (coraux) sont suivis localement, deux propositions ont été faites dans le cadre de la DCE, soit le suivi Reef Check, soit le suivi GCRMN. Au niveau de l'indicateur macrophyte, il n'y a pas d'indicateur retenu pour les angiospermes et le manque de connaissance sur la diversité spécifique des macroalgues ne permet pas de proposer un indicateur pour cet élément de qualité biologique ;
- **Surveillance chimique.** La surveillance chimique est envisagée par l'approche des échantillonneurs passifs. Une première campagne a été effectuée en avril 2009 sur 7 stations, montrant des premiers résultats généralement à l'état de traces, inférieures aux NQE pour les métaux, dans le biote. Deux autres campagnes ont été réalisées en 2010 et 2011.

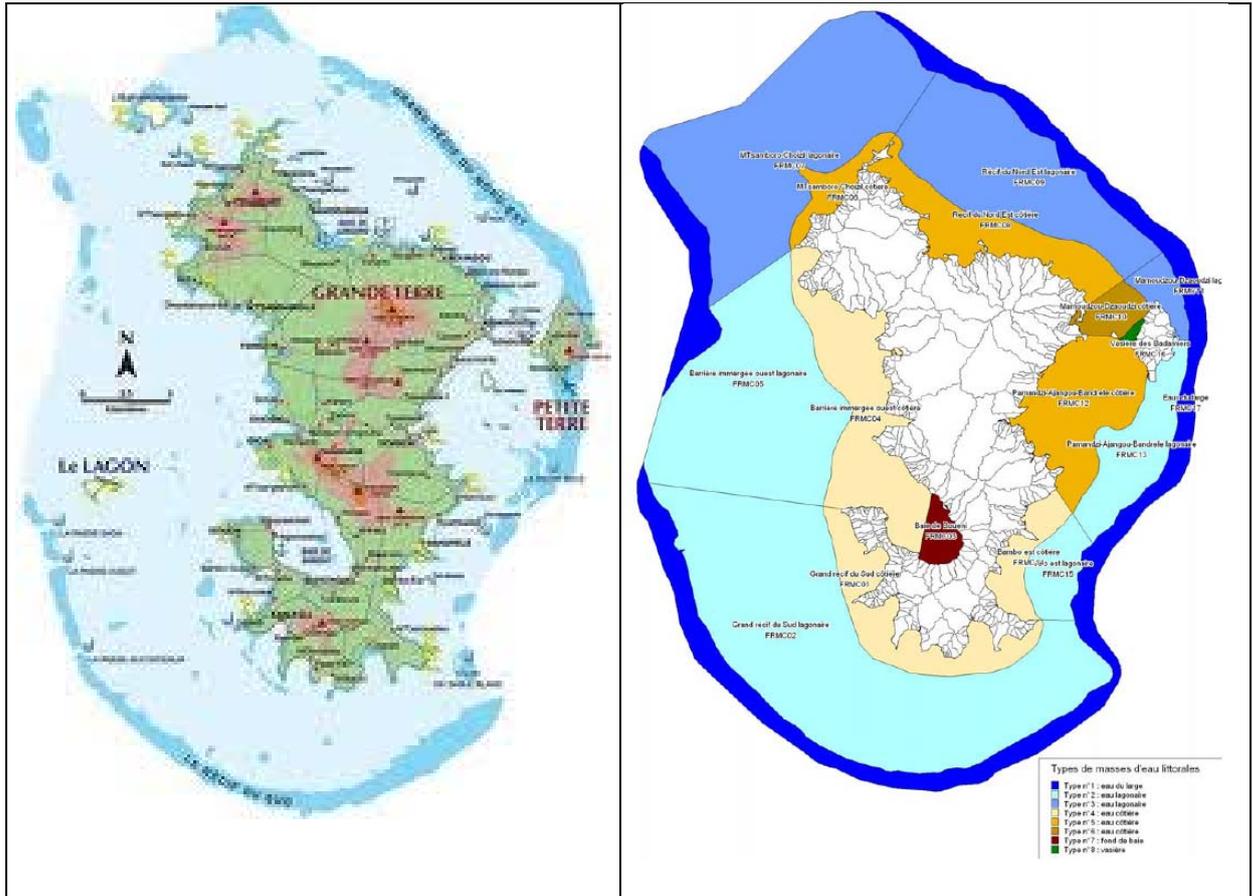


Figure 9.6 : Localisation et typologie des masses d'eau côtières à Mayotte.

9.5. Zooms sur la surveillance DCE dans les DOM

9.5.1. Surveillance écologique : le phytoplancton

Le phytoplancton constitue le premier maillon d'une grande partie des réseaux trophiques. A ce titre, l'élément de qualité « phytoplancton » est l'un des éléments qui définissent l'état écologique d'une masse d'eau. En métropole, l'indicateur est construite autour de 3 indices : (i) la biomasse (chlorophylle *a*), (ii) l'abondance (pourcentage de blooms), (iii) la composition (indice non défini). L'indicateur phytoplancton a été jugé non pertinent en métropole pour qualifier l'état écologique des estuaires turbides macrotidaux.

Les cinq départements français d'outre-mer (Martinique, Guadeloupe, Guyane, La Réunion, Mayotte) se caractérisent par de fortes spécificités environnementales par rapport à la métropole. D'une manière générale, si les connaissances existantes témoignent du caractère oligotrophe des eaux tropicales (irradiance et températures élevées et constantes, apports en nutriments faibles, importance des phénomènes de grazing), les études permettant de décrire les spécificités des eaux côtières de Martinique, Guadeloupe, Réunion et Mayotte sont rares voire inexistantes. L'écologie du phytoplancton dans les eaux côtières guyanaises est en revanche mieux décrite, indiquant la forte influence des eaux amazoniennes conduisant à des eaux plus productives. Un traitement des données phytoplanctoniques disponibles a permis de faire des propositions de grilles de lecture permettant de qualifier l'état écologique des masses d'eau des départements d'outre-mer.

Le paramètre mesuré pour l'**indice biomasse** est la concentration en chlorophylle *a*, dont la métrique est le percentile 90 des données obtenue tous les mois, sur la période productive, sur la durée du

plan de gestion de six ans. Différentes grilles de lecture, adaptées aux eaux oligotrophes, ont été testées pour les trois départements de Martinique, Guadeloupe et Réunion : (i) une grille 1 « Corse » proposée pour les eaux côtières oligotrophes de Corse, (ii) une grille 2 « Guadeloupe » proposée en 2006, (iii) une grille 3 « Martinique » proposée en 2010 et (iv) une grille 4 « intermédiaire » basée sur les eaux côtières de Corse. Les simulations réalisées sur la base des données disponibles bancarisées ont abouti à la sélection de la grille 3 qui pourrait être commune à l'ensemble des masses d'eau côtières de Guadeloupe, Martinique et Réunion. Aucune donnée de surveillance n'est disponible actuellement en Guyane et la grille de lecture utilisée dans les eaux côtières et de transition de Manche Atlantique est l'hypothèse de travail actuellement retenue.

Tableau 9.1 : Indice biomasse, concentration en chlorophylle a ($\mu\text{g/L}$)

Indice biomasse	Référence	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Grille Manche/Atlantique	3,33	< 5	< 10	< 20	< 40	> 40
Grille 1 « Corse »	0,6	< 0,75	< 1,22	< 2,44	< 4,88	> 4,88
Grille 2 « Guadeloupe »	0,05	< 0,1	< 1,0	< 5,0	< 10,0	> 10,0
Grille 3 « Martinique »	0,2	< 0,3	< 0,6	< 1,2	< 2,4	> 2,4
Grille 4 « intermédiaire »	0,4	< 0,6	< 0,9	< 1,8	< 3,7	> 3,7

L'**indice abondance** est basé sur la notion de bloom phytoplanctonique. En métropole, cet indice est basé sur le dénombrement de taxons et la métrique retenue est le pourcentage d'échantillons en état de blooms. Pour ce qui concerne les départements d'outre-mer, des dénombrements de taxons sont disponibles uniquement en Martinique. Deux valeurs seuils ont été testées : 25 000 cellules par litre (seuil retenu pour les eaux oligotrophe de la Corse) et 10 000 cellules par litre. Les grilles de lecture restent par contre identiques à celle de la métropole. Les résultats de simulation aboutit, avec un seuil de 25 000 cellules par litre, à un classement en très bon état de l'ensemble des masses d'eau. Le seuil de 10 000 cellules par litre donne un classement plus contrasté qui semble plus pertinent au regard de la description des masses d'eau réalisé lors de l'état des lieux.

Tableau 9.2 : Indice abondance, % d'échantillons en état de blooms.

Indice abondance	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Grille métropole	< 20%	< 40%	< 70%	< 90%	> 90%

9.5.2. Surveillance chimique : les échantillonneurs passifs.

Classiquement, l'analyse des contaminants chimiques (métaux, contaminants organiques) dans l'eau se fait après des opérations d'échantillonnage et de traitement relativement longues, nécessitant des laboratoires spécialisés et du personnel très qualifié. Les possibilités d'utilisation de méthodes alternatives, notamment les techniques d'échantillonnage passif pour l'évaluation de la contamination chimique des eaux ont été testées à Ifremer à partir de 2007. Celles-ci sont basées sur un échantillonnage (extraction/préconcentration) directement *in situ* et permettent de résoudre une partie importante des difficultés.

L'échantillonnage dit « passif » se fait grâce à une phase réceptrice (fonction de la famille de contaminants recherchée), extraite et analysée ensuite au laboratoire. Cette approche permet de réduire de façon notable le temps et les coûts associés au prélèvement et au traitement des échantillons, ce qui est un atout opérationnel indéniable dans le contexte des DOM. Par ailleurs, les échantillonneurs passifs présentent aussi l'avantage d'obtenir des mesures « intégrées » dans le

temps et d'accéder à des concentrations très faibles, inaccessibles pour certains composés par les techniques classiques. L'accès à des niveaux de concentration à l'état de traces permet de comparer les concentrations mesurées aux normes de qualité environnementale (NQE) imposées par la surveillance chimique DCE.

Trois types d'échantillonneurs passifs peuvent être mis en œuvre : les DGT pour l'analyse des métaux, les SBSE pour les composés organiques hydrophobes et les POCIS pour les composés organiques hydrophiles. L'évaluation de ces techniques a été réalisée à grande échelle dans le cadre de différents projets, à la fois dans les eaux métropolitaines (Méditerranée), mais également et à plusieurs reprises dans les eaux littorales des DOM (La Réunion, Mayotte, Guyane et Martinique), et ceci dans différentes conditions de terrain (mer ouverte, lagons, étangs, estuaires, marinas, zones portuaires, récifs, ...).

Les résultats ont montré l'opérationnalité de ces systèmes en termes de réduction des coûts, de fiabilité et de rapidité d'obtention des résultats. L'enseignement le plus probant a été de démontrer la facilité de mise en œuvre de telles techniques alternatives par du personnel local non spécialisé, mais préalablement formé. Entre 2009 et 2012, plus de 150 personnes issues d'organismes publics ou privés des DOM (La Réunion, Mayotte, Guyane, Martinique, Guadeloupe) et de métropole (façades Méditerranéenne et Manche/Atlantique) ont été formées à ces nouveaux outils. L'orientation est à présent de poursuivre le développement de systèmes automatisés et portables (« valises », permettant d'échantillonner et de concentrer *in situ* en milieu marin les contaminants organiques et les métaux à l'état de traces.

10. 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 résultats de la surveillance sont accessibles à partir de :

http://envlit.ifremer.fr/resultats/surval_1

Nouveau produit de valorisation 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>

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.

Chiffolleau 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>.

11. 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, éclaircissement, 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'ostréculture (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.

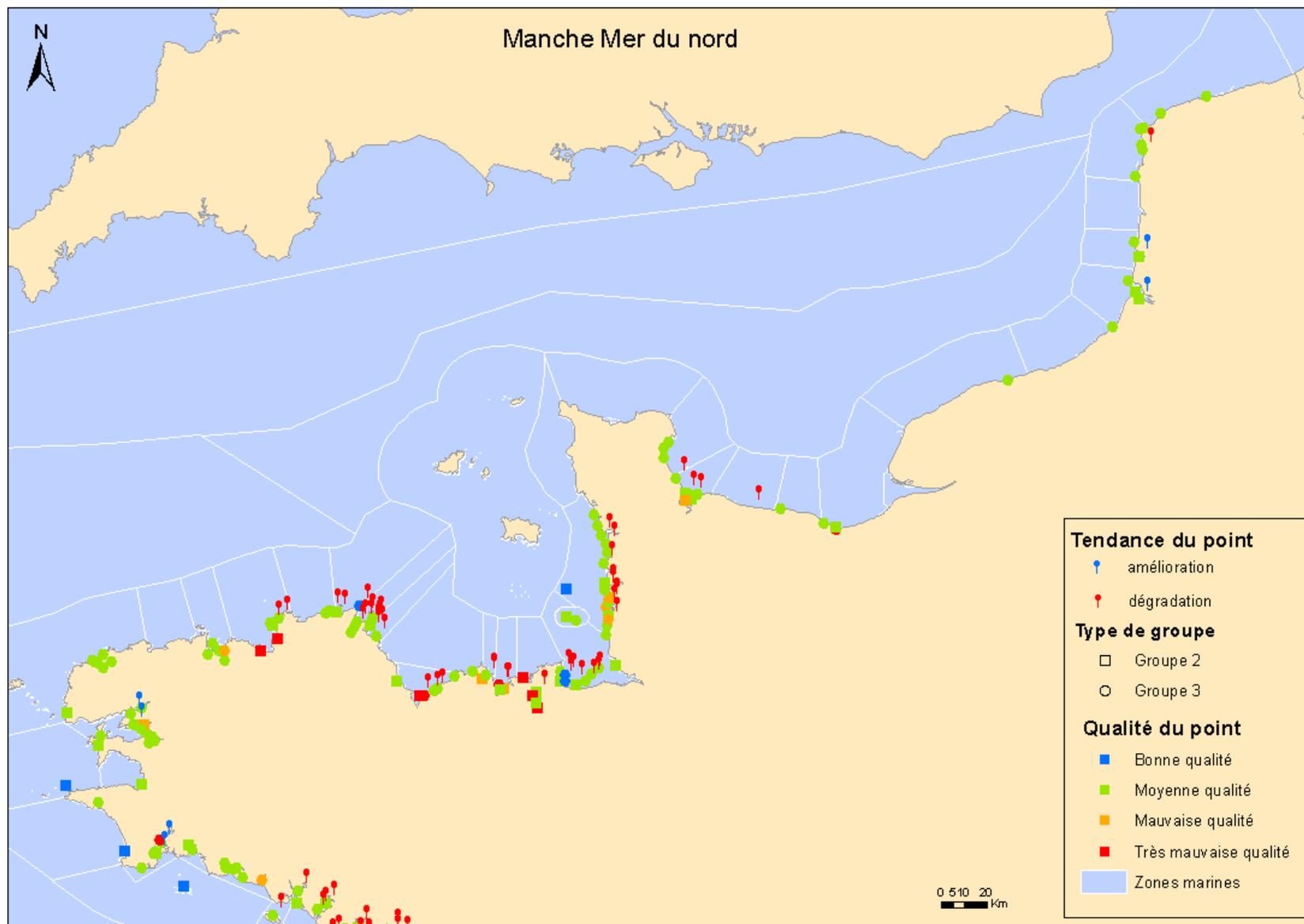
Phytoplancton. Ensemble des organismes du plancton appartenant au règne végétal, de taille très petite ou microscopique, qui vivent en suspension dans l'eau; communauté végétale des eaux marines et des eaux douces, qui flotte librement dans l'eau et qui comprend de nombreuses espèces d'algues et de diatomées.

Phycotoxines. Substances toxiques sécrétées par certaines espèces de phytoplancton

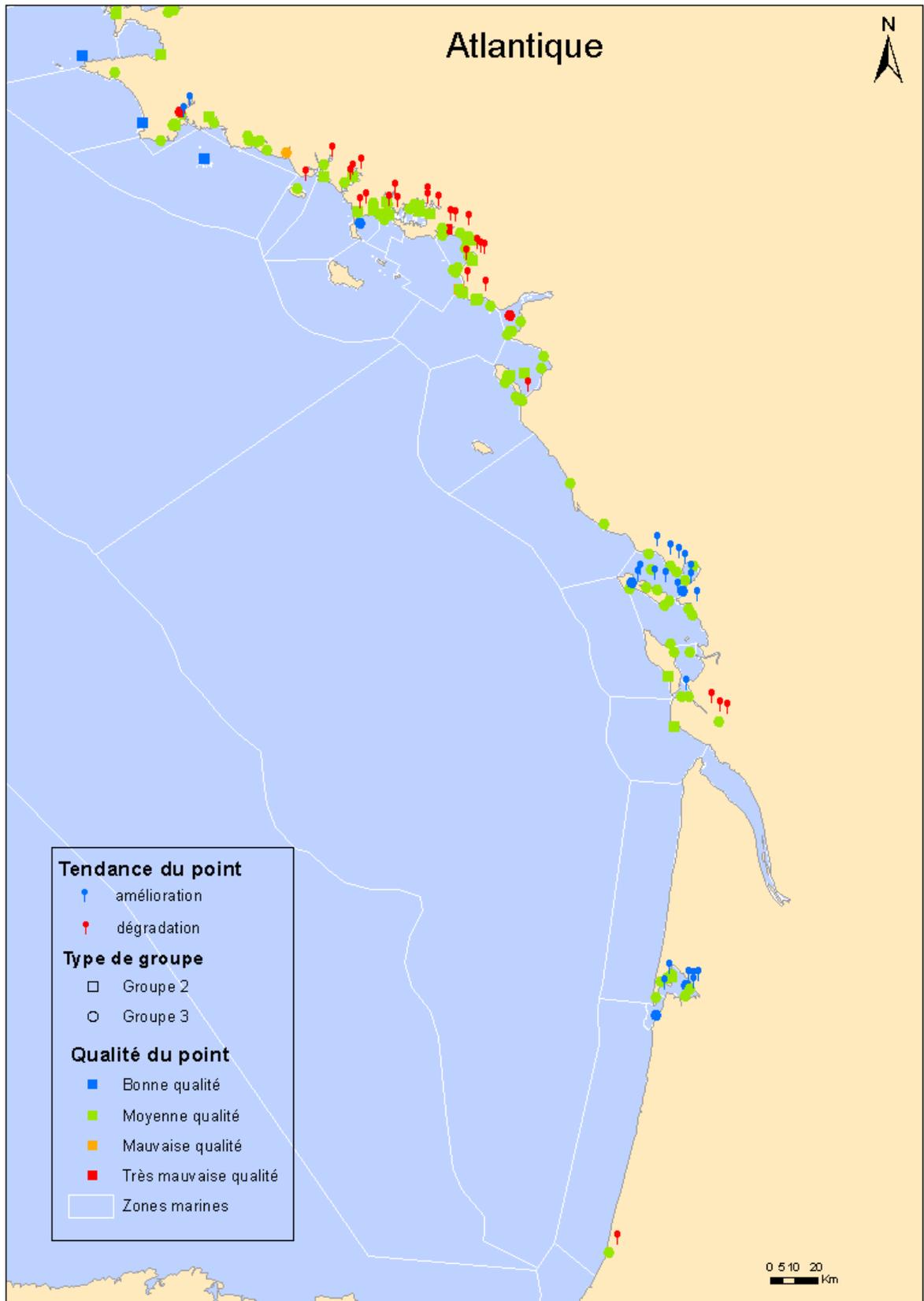
Taxon. Groupe faunistique ou floristique correspondant à un niveau de détermination systématique donné : classe, ordre, genre, famille, espèce.

12. Annexes

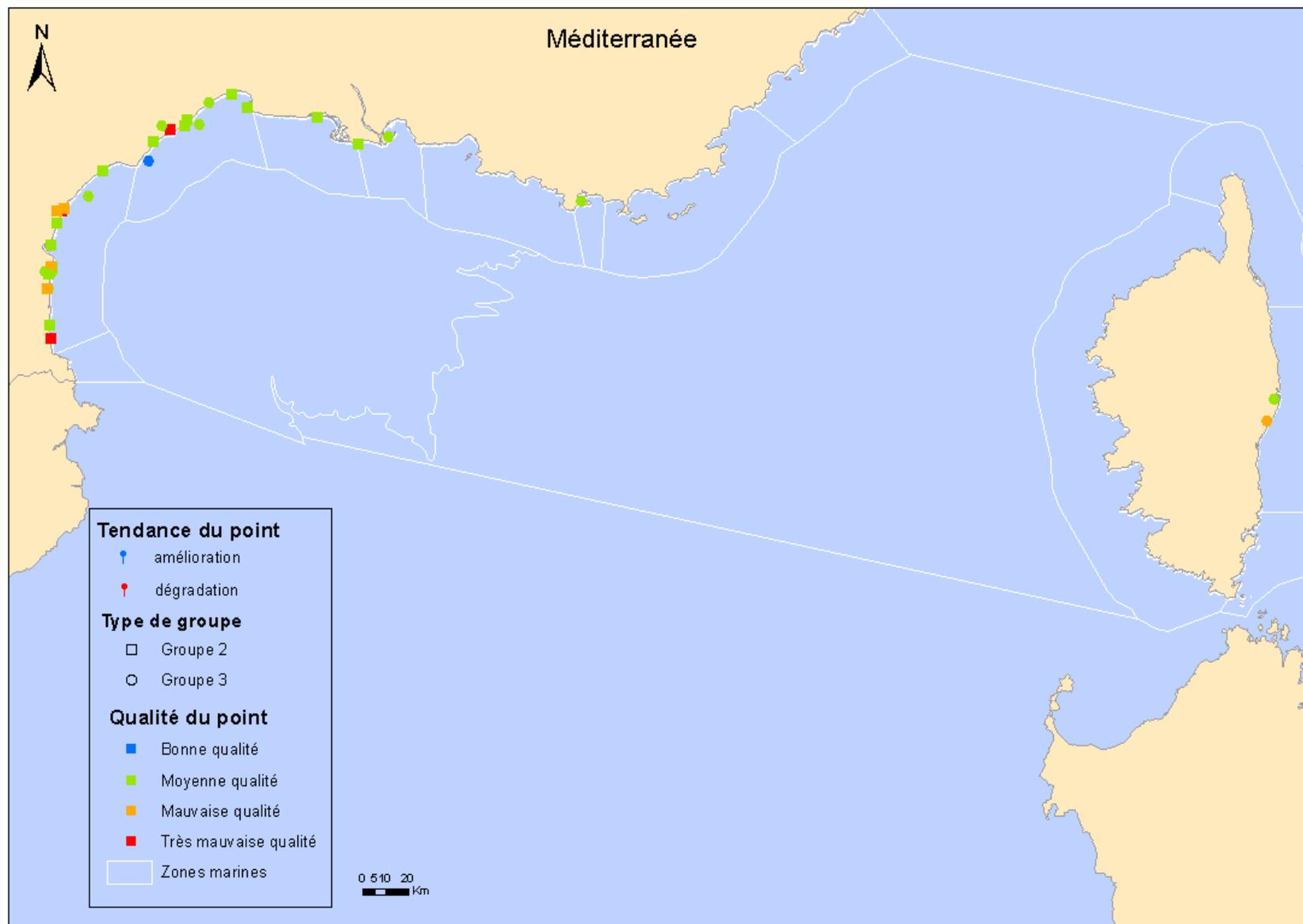
Annexe REMI-1 : Cartes de la qualité des points REMI (données 2009-2011) et des tendances sur 10 ans (données 2009-2011) – Manche Mer du Nord



Annexe REMI-2 : Cartes de la qualité des points REMI (données 2009-2011) et des tendances sur 10 ans (données 2009-2011) – Atlantique



Annexe REMI-3 : Cartes de la qualité des points REMI (données 2009-2011) et des tendances sur 10 ans (données 2009-2011) – Méditerranée



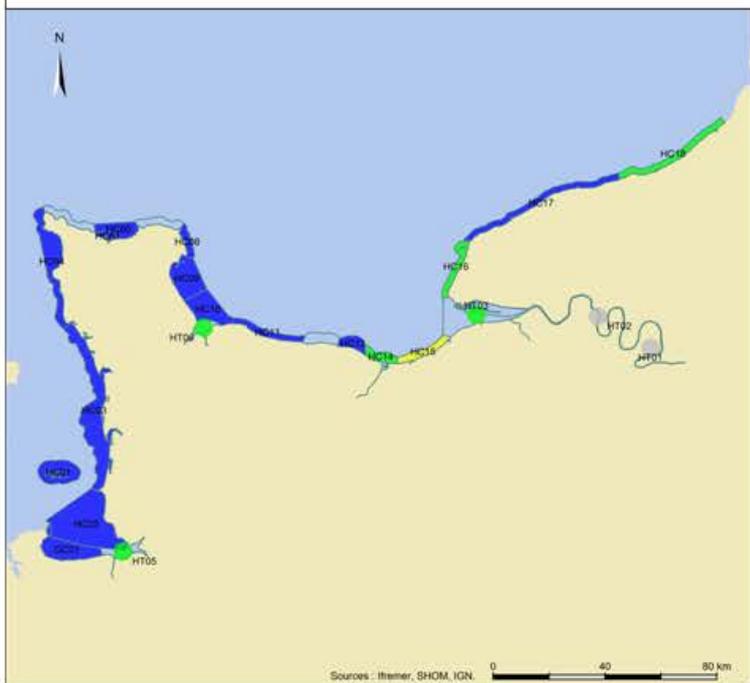
Annexe REPHY 2 : Evaluation de la qualité des masses d'eaux pour l'élément de qualité phytoplancton sur la période 2006-2011

Cette évaluation résulte d'une intégration des résultats chlorophylle et blooms de phytoplancton. Les classes de qualité sont représentées par un aplat de couleur pour les masses d'eau côtières, par un rond coloré pour les masses d'eau de transition (estuaires ou lagunes).

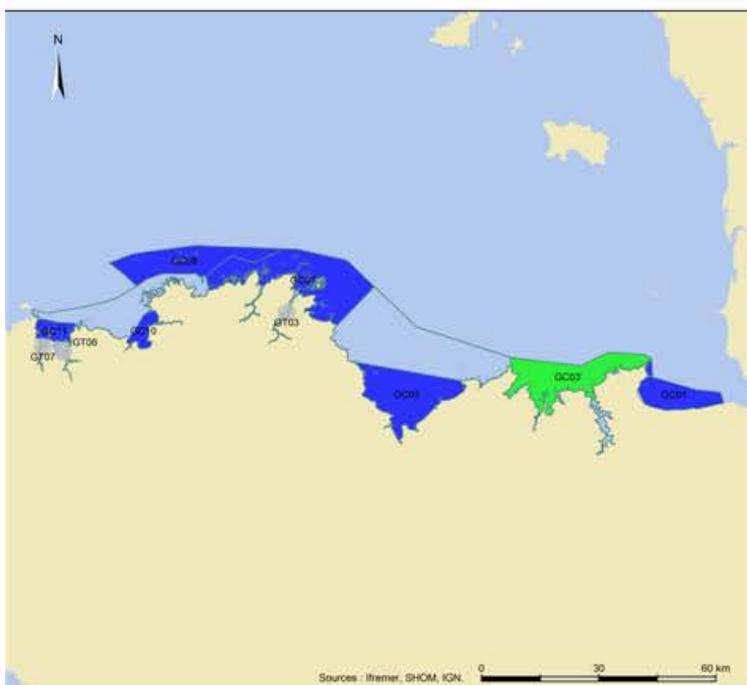
Indicateur phytoplancton
Artois-Picardie



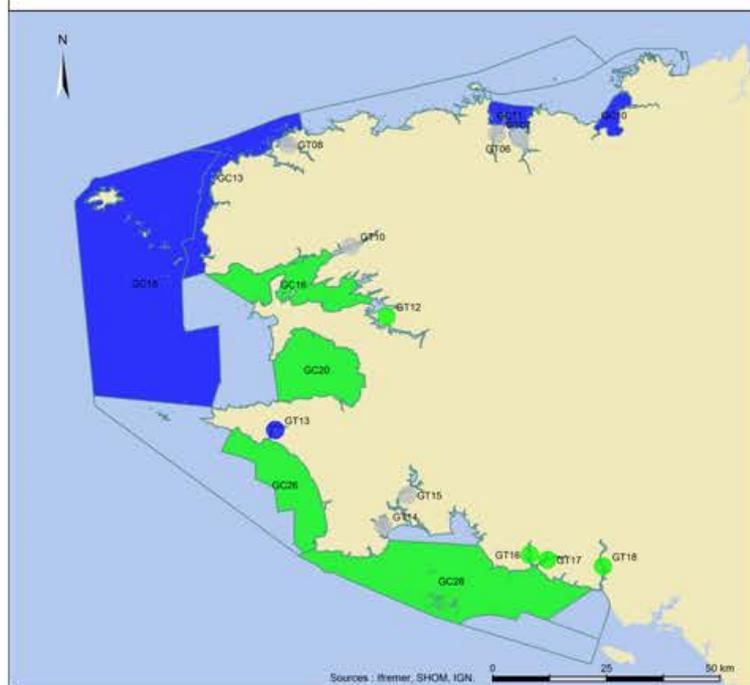
Indicateur phytoplancton
Normandie



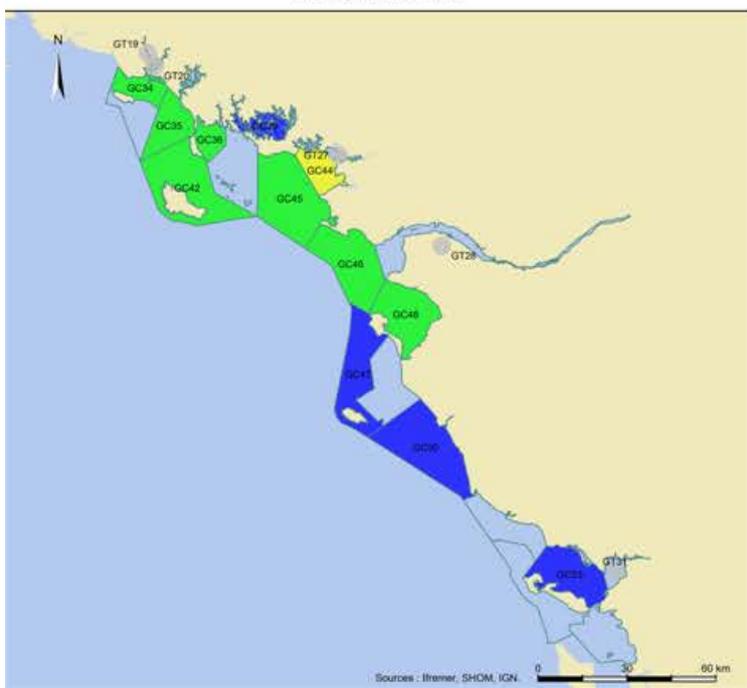
Indicateur phytoplancton
Bretagne nord



Indicateur phytoplancton
Bretagne ouest



Indicateur phytoplancton
Bretagne sud et Loire



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

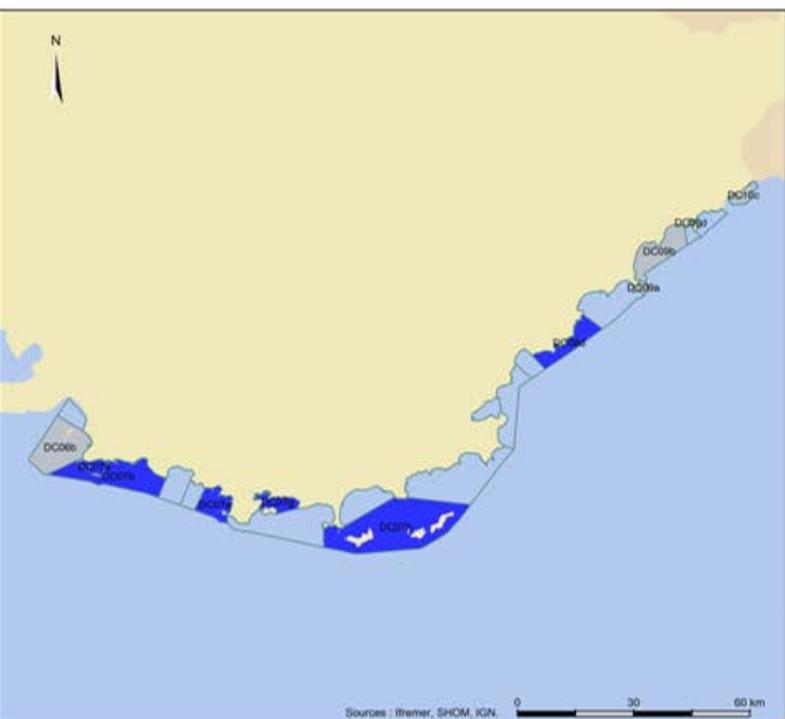
**Indicateur phytoplancton
Adour-Garonne**



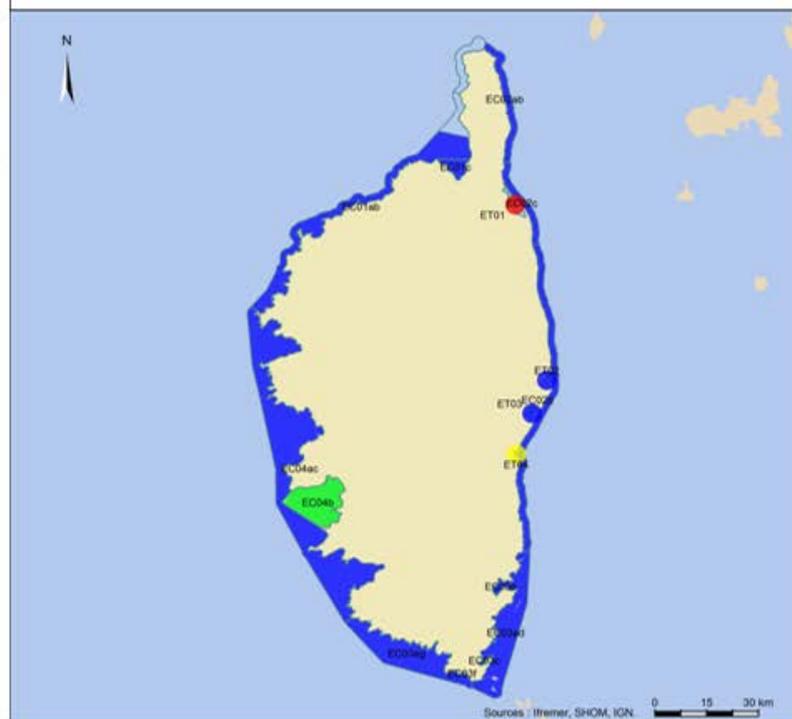
**Indicateur phytoplancton
Mediterranee ouest**



**Indicateur phytoplancton
Mediterranee est**

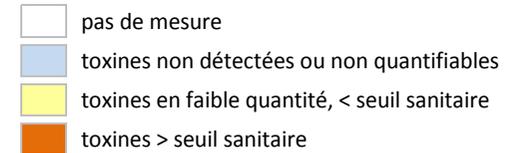
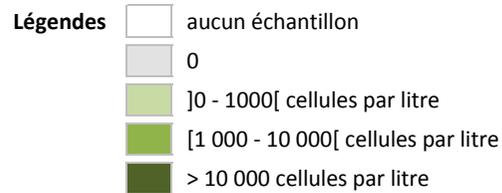


**Indicateur phytoplancton
Corse**



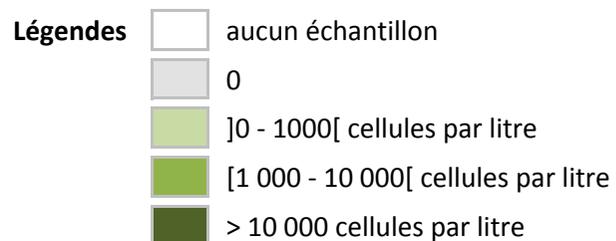
- Très bon
- Bon
- Moyen
- Médiocre
- Mauvais
- Non évaluée

Annexe REPHY 3 : Résultats *Dinophysis* (concentrations maximales par mois) et toxines lipophiles (résultats maximaux par mois et par coquillage)



	<i>Dinophysis</i>													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
Estuaire de la Loire													<i>Mytilus edulis</i>												
Baie de Bourgneuf													<i>Pecten maximus</i>												
Vendée Nord													<i>Mytilus edulis</i>												
													<i>Spisula (Spisula) ovalis</i>												
Olonne - Le Payré													<i>Crassostrea gigas</i>												
Ouest îles de Ré et d'Oléron													<i>Donax trunculus</i>												
Pertuis Breton													<i>Aequipecten opercularis</i>												
													<i>Mimachlamys varia</i>												
													<i>Pecten maximus</i>												
Baie de l'Aiguillon																									
Pertuis d'Antioche													<i>Mytilus edulis</i>												
													<i>Pecten maximus</i>												
Marennes Oléron													<i>Aequipecten opercularis</i>												
													<i>Mimachlamys varia</i>												
													<i>Mytilus edulis</i>												
Rivière de la Charente																									
Pertuis de Maumusson													<i>Crassostrea gigas</i>												
Rivière de la Seudre													<i>Crassostrea gigas</i>												
Aval et large de la Gironde													<i>Donax trunculus</i>												
													<i>Venerupis philippinarum</i>												
Arcachon aval													<i>Cerastoderma edule</i>												
													<i>Crassostrea gigas</i>												
													<i>Mytilus</i>												
Bassin d'Arcachon													<i>Crassostrea gigas</i>												
													<i>Mytilus</i>												
													<i>Venerupis philippinarum</i>												
Côte landaise																									
Lac d'Hossegor													<i>Crassostrea gigas</i>												
Côte basque																									
Embouchure Tech au Grau d'Agde													<i>Ruditapes decussatus</i>												
Etang de Salses-Leucate													<i>Crassostrea gigas</i>												
													<i>Mytilus galloprovincialis</i>												

Annexe REPHY 6 : Résultats *Ostreopsis* (concentrations maximales par mois) et palytoxines



	<i>Ostreopsis</i>											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Côte camarguaise												
Etangs Camargue Ouest												
Golfe de Fos												
Marseille et calanques												
Rade de Toulon												
Giens - Estérel												
Cannes - Menton												
Cap Corse - Bastia												
Plaine Orientale												
Etang de Diana												
Etang d'Urbino												
Porto Vecchio												
Corse Ouest												

