

Programme « Dynamique, évaluation et surveillance des écosystèmes côtiers » (DESECO)

M. Marchand, I. Amouroux, E. Bédier, C. Belin, D. Claisse
G. Durand & D. Soudant

Décembre 2009 – RST. RST.DYNECO/VIGIES/09.12

Qualité du Milieu Marin Littoral

Synthèse Nationale de la Surveillance

Edition 2009



Photo : A. Le Magueresse

Qualité du Milieu Marin Littoral

Synthèse Nationale de la Surveillance

Edition 2009.

Programme « *Dynamique, évaluation et surveillance des écosystèmes côtiers* » (DESECO)

M. Marchand, I. Amouroux, E. Bédier, C. Belin,
D. Claisse, G. Durand & 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. RÉSUMÉ	7
2. DISPOSITIF DE SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DU MILIEU MARIN LITTORAL	9
3. CONTEXTE HYDROLOGIQUE GÉNÉRAL DE L'ANNÉE 2008	11
4. RÉSEAU DE CONTROLE MICROBIOLOGIQUE	14
4.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre.....	14
4.2. Etat et évolution de la qualité microbiologique des zones de production ..	17
4.3. Bilan des alertes 2008 par zone.....	19
4.4. Qualité microbiologique par point de suivi.....	20
5. RÉSEAU DE SURVEILLANCE DU PHYTOPLANCTON ET DES PHYCOTOXINES	28
5.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre du REPHY	28
5.2. Commentaires.....	30
6. RÉSEAU D'OBSERVATION DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE	36
6.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre du ROCCH.....	36
6.2. Commentaires.....	37
7- RÉSEAU MOLLUSQUES DES RESSOURCES AQUACOLEES	53
7.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre du REMORA.....	53
7.2. Commentaires.....	54
8- POUR EN SAVOIR PLUS	59
9 - GLOSSAIRE	60

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 2009.

Synthèse nationale de l'année 2008.

Ifremer/RST.DYNECO/VIGIES/09.12, 60 p.

1. RÉSUMÉ

Ce document constitue une synthèse nationale proposée en complément des bulletins de la surveillance publiés chaque année par les Laboratoires Environnement Ressources (LER) de l'Ifremer. Elle présente les principaux résultats obtenus jusqu'en 2008 par les différents réseaux de surveillance, réseau de contrôle microbiologique (REMI), réseau de surveillance phytoplancton et phycotoxines (REPHY), réseau d'observation de la contamination chimique (ROCCH) et réseau mollusques des ressources aquacoles (REMORA).

Le réseau de contrôle microbiologique (REMI) permet d'évaluer les niveaux de contamination microbiologique dans les coquillages et de détecter les épisodes de contamination. Les données de surveillance permettent également d'estimer la qualité microbiologique d'une zone et son adéquation avec le classement de l'Administration. Le traitement des données acquises sur les 10 dernières années permet de suivre l'évolution des niveaux de contamination. Il apparaît que la contamination est stable pour 66% des sites disposant d'un nombre suffisant de données sur une période décennale, c'est le cas notamment dans le Finistère ou les étangs languedociens. Une dégradation est observée pour 20% des sites que l'on peut localiser, notamment en Normandie et sur les départements d'Ille-et-Vilaine et des Côtes d'Armor. Enfin, l'amélioration de la qualité microbiologique est relevée sur 14% des sites, notamment dans la zone des pertuis charentais.

Le réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines (REPHY) inclut également le suivi de l'hydrologie des masses d'eau. Cet ensemble permet de suivre le schéma classique des évolutions saisonnières des populations phytoplanctoniques, maximales au moment du printemps et minimales en période hivernale, d'observer les taxons dominants et d'identifier les flores toxiques qui peuvent produire des toxines susceptibles de s'accumuler dans les coquillages, toxines lipophiles incluant les toxines diarrhéiques DSP, toxines paralysantes PSP et toxines amnésiantes ASP. Les toxines lipophiles (incluant DSP) induisent des épisodes toxiques sur une très large partie du littoral et à différentes périodes de l'année. En Normandie, en Bretagne dans le Finistère et le Morbihan, ainsi qu'en Loire atlantique et Vendée, les épisodes toxiques apparaissent plutôt en période printanière ou estivale. Les pertuis charentais sont épargnés, alors que des épisodes toxiques sont relevés entre mars et août dans le Bassin d'Arcachon. Les lagunes de la côte méditerranéenne du Languedoc-Roussillon sont également touchées durant toute l'année, alors que ces épisodes sont observés surtout en janvier et février dans les étangs corses. Des épisodes toxiques PSP ne sont observés en 2008 sur aucune zone du littoral. Les toxines ASP conduisent à des épisodes toxiques sur les gisements de pectinidés du Finistère, du Morbihan, et de Loire atlantique.

Le réseau d'observation de la contamination chimique (ROCCH) présente les derniers résultats obtenus dans le cadre de la stratégie RNO. On peut observer, sur trois décennies, des tendances décroissantes pour les médianes des concentrations calculées à l'échelle de l'ensemble du littoral. C'est le cas évidemment pour le DDT, mais aussi pour le lindane, le cadmium, le plomb, les PCB. Les niveaux de contamination sont stables pour le mercure, plus variables pour les HAP. A une échelle locale, on trouve des situations contrastées, aux embouchures des fleuves, très fortes contamination en PCB et argent en estuaire de Seine, impact d'anciennes activités minières, comme dans le cas bien connu à présent du cadmium en Gironde, ou moins connu pour le plomb et de l'argent à l'embouchure de l'Aulne au sud de la rade de Brest, conséquences des anciennes mines de plomb argentifères des Monts d'Arrée. Des fonds géochimiques naturels expliquent très probablement les niveaux de chrome et de nickel en baie d'Audierne. Trois métaux, cadmium, plomb et mercure, sont réglementés sur le plan sanitaire. Certains secteurs s'avèrent à ce titre impropres à la production de coquillages, comme la Gironde pour le cadmium. Des concentrations proches des seuils réglementaires sont observées dans le Bassin de Marennes-Oléron pour le cadmium et dans la Baie du Lazaret en rade de Toulon pour le plomb.

Le réseau d'observation des mollusques permet de suivre les performances d'élevage et de croissance de deux classes d'âge, juvéniles et adultes, d'huîtres creuses *Crassostrea gigas*. L'année 2008 a été marquée par de fortes mortalités atteignant surtout les juvéniles et ceci principalement en période estivale. Cet épisode de surmortalité estivale se distingue des évènements passés par sa dimension nouvelle en termes d'intensité, de simultanéité

d'apparition sur le littoral français et de configuration spatiale. L'hétérogénéité spatiale habituellement observée entre les différents bassins de production, apparaît en effet gommée en 2008. La dynamique temporelle de progression habituelle du phénomène, s'étalant sur plusieurs mois selon un gradient sud - nord, s'est réduite à quelques semaines. Des situations contrastées peuvent également apparaître, avec des secteurs peu touchés comme la Baie de Morlaix en Bretagne nord, ou des différences marquées entre estran et eau profonde en Bretagne sud. Les huîtres adultes ont été beaucoup moins touchées que les juvéniles, bien que le taux de mortalité soit supérieur pour cette classe d'âge aux années précédentes. La croissance des huîtres, autant juvéniles qu'adultes, ne semble pas corrélée aux épisodes de surmortalités enregistrées, même que des performances tout à fait remarquables sont enregistrées par rapport aux années précédentes.

L'année 2008 se caractérise, sur les façades Manche – Atlantique, par un hiver doux et pluvieux. Ces conditions climatiques ont constitué un facteur de fragilisation aggravant pour les huîtres, qui ont maintenu un métabolisme hivernal supérieur à la normal, et a conduit à des blooms de phytoplancton et des teneurs en chlorophylle a très élevés au mois de mai.

2. 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 : le réseau de contrôle microbiologique (REMI), le réseau 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) selon le schéma d'organisation fixé par le ministère chargé de l'environnement (MEEDDM), et aux objectifs sanitaires réglementaires concernant le suivi de la salubrité des coquillages des zones de pêche et de production conchylicoles contrôlées par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (MAP). La surveillance de la survie et de la croissance des mollusques est assurée par le Réseau Mollusques des Ressources Aquacoles (REMORA) qui est mis en place sur les 3 façades maritimes.

Les réseaux de surveillance sont mis en œuvre par les Laboratoires Environnement Ressources (LER) de l'Ifremer. De plus, 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 soutenant l'évaluation de la qualité du milieu.

L'ensemble des données de la surveillance intègre la base de données Quadrige². Celle-ci constitue le référentiel national des données de la surveillance des eaux littorales dans le cadre du Système national d'information sur l'eau (SIEau), mis en place par le ministère chargé de l'environnement (MEEDDM) et transféré depuis 2008 à l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA).

Chaque année, dix bulletins de la surveillance sont édités pour communiquer annuellement aux différents partenaires de l'Ifremer, à l'échelle de plusieurs régions côtières, 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://www.ifremer.fr/envlit/documentation/documents.htm#3>.

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

Les dix bulletins de la surveillance qui couvrent la totalité du littoral français métropolitain ont eu dix ans d'existence en 2008. A cette occasion, une enquête a été réalisée sous forme d'entretiens afin d'évaluer l'intérêt et leur pertinence auprès de leurs lecteurs. A l'issue de l'audit, plusieurs

recommandations ont été formulées, dont l'une est la rédaction d'une synthèse nationale qui est l'objet de ce présent rapport.

RESEAUX DE SURVEILLANCE NATIONAUX DE L'IFREMER

REMI	Réseau de contrôle microbiologique
REPHY	Réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines
ROCCH	Réseau d'observation de la contamination chimique
REBENT¹	Réseau de la surveillance des peuplements benthiques
REMORA²	Réseau mollusques des ressources aquacoles

	REMI	REPHY	ROCCH (ex-RNO)	REMORA
Date de création	1989	1984	1974	1993
Objectifs	Suivi microbiologique des zones de production conchylicole classées	Suivi spatio-temporel des flores phytoplanctoniques, du contexte hydrologique et des événements phycotoxiniques associés	Evaluation des niveaux et tendances de la contamination chimique	Evaluation de la survie, la croissance et la qualité de lots cultivés de l'huître creuse <i>Crassostrea gigas</i>
Paramètres sélectionnés pour le bulletin	<i>Escherichia coli</i>	Flores totales Genre <i>Dinophysis</i> et toxicité lipophile associée Genre <i>Pseudo-nitzschia</i> et toxicité ASP associée Genre <i>Alexandrium</i> et toxicité PSP associée température salinité turbidité chlorophylle a	Métaux : cadmium plomb mercure cuivre zinc argent chrome nickel vanadium Organohalogénés : polychlorobiphényle (CB 153) lindane (γ-HCH) DDT+DDE+DDD Hydrocarbure polyaromatique : fluoranthène	Poids total Taux de mortalité
Nombre de points (métropole)	349	441	80	29

¹ Les résultats du REBENT seront intégrés dans la base Quadrige à partir de l'année 2010.

² Les résultats du REMORA seront intégrés dans la base Quadrige courant 2009.

Répartition du dispositif de surveillance sur le littoral métropolitain

	Zones marines Quadrige	Masses d'eau DCE (MEC + MET) ³	REMI	REPHY	ROCCH	REMORA
Nord, Pas-de-Calais, Somme	7	9 (5 + 4)	17	7	4	0
Seine Maritime, Eure, Calvados, Manche	15	26 (20 + 6)	44	96	12	9
Ille-et-Vilaine, Côtes d'Armor	11	8 (7 + 1)	57	47	6	2
Finistère	17	27 (14 + 13)	50	84	10	3
Morbihan	18	20 (11 + 9)	35	32	5	6
Loire Atlantique, Vendée	15	14 (10 + 4)	48	30	6	1
Charente Maritime, Vendée (sud)	12	15 (9 + 6)	44	31	11	4
Gironde, Landes, Pyrénées Atlantiques	7	11 (8 + 3)	23	9	9	2
Gard, Hérault, Aude, Pyrénées Orientales	15	32 (8 + 24)	37	32	7	2
Provence-Alpes- Côte d'Azur, Corse	17	52 (40 + 12)	7	8	12	0
Ensemble littoral	134	214 (132 + 82)	349	441	80	29

3. CONTEXTE HYDROLOGIQUE GÉNÉRAL DE L'ANNÉE 2008

Les conditions météorologiques, les marées, les courants marins, les apports fluviaux déterminent l'hydrologie (température, salinité) des eaux côtières. Ces paramètres physiques varient dans le temps et cette variabilité, combinée avec les conditions d'éclairement et les apports en sels nutritifs influencent fortement la production primaire. Celle-ci supporte l'ensemble de la chaîne alimentaire jusqu'aux espèces marines exploitées. De trop fortes pressions humaines (impacts de bassins versants, rejets industriels ou urbains) peuvent agir sur l'eutrophisation du milieu, le développement de certaines espèces phytoplanctoniques nuisibles ou toxiques, ou encore sur le niveau trophique des parcs conchylicoles. Nous donnons quelques éléments descriptifs des paramètres hydrologiques suivis.

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

Par son influence sur la densité de l'eau de mer, la **salinité** permet de connaître la circulation océanique, d'identifier les masses d'eau d'origine différentes et de suivre leurs mélanges au large comme à la côte ou dans les estuaires. La grandeur «salinité» représente la masse de sels dissous contenue dans un kilogramme d'eau de mer qui s'exprime sans indication d'unité.

La **turbidité** évalue la transparence d'une eau par la perte de lumière résultant de sa traversée. Elle est fonction des particules en suspension dans l'eau et varie en fonction des apports des fleuves, de

³ MEC = masse d'eau côtière, MET = masse d'eau de transition

la remise en suspension du sédiment et de la concentration en plancton. La turbidité permet de déterminer la quantité de lumière disponible pour le développement des végétaux aquatiques.

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

Le terme « **nutriments** » désigne l'ensemble des composés nécessaires à la nutrition des végétaux, dont le phytoplancton. Les principaux sont le nitrate, le nitrite, l'ammonium, le phosphate et le silicate. Les nutriments sont naturellement présents dans le milieu (lessivage des sols, dégradation de la matière organique). Des concentrations excessives peuvent avoir pour origine les rejets urbains (stations d'épurations), industriels (industrie agro-alimentaire, laveries,...), domestiques (lessives) ou agricoles (engrais). Si les nutriments ne sont pas directement toxiques pour le milieu marin, l'augmentation de leurs apports en zone côtière peut conduire au phénomène d'eutrophisation.

La **chlorophylle a** est le pigment principal des végétaux qui leur permet d'assurer la photosynthèse. La mesure de la chlorophylle dans l'eau permet de quantifier la biomasse phytoplanctonique présente dans le milieu.

Manche- Mer du nord

En Normandie, la situation météorologique s'est caractérisée par un hiver et un printemps très doux et humide, et par un été et un automne conforme aux normales habituelles (excepté le mois d'août). La pluviométrie, après un déficit en janvier et février, a été importante en mars. Par contre, les fortes précipitations observées en Normandie au printemps ont entraîné un fort débit de la Seine, avec un pic en avril. Un surplus des débits moyens par rapport aux moyennes des 55 dernières années a ensuite été enregistré durant les mois suivants, pour revenir à la normale en fin d'année.

En Bretagne, la température des eaux a présenté une certaine stabilité en hiver, avec des températures se situant aux alentours des 10°C dans le Finistère. Les valeurs ont augmenté progressivement au printemps pour atteindre des maxima relativement faibles en Bretagne nord, toujours en dessous de 18°C (avec même un faible maximum de 15°C à Ouessant). Les valeurs de salinité sont restées stables, à l'exception de l'estuaire de la Rance où les fortes dessalures en hiver et au printemps sont à corréliser avec les fortes précipitations du premier semestre. Les pics de productivité primaire (chlorophylle a) sont enregistrés essentiellement en juin, correspondant aux blooms à diatomées, à l'exception de la baie de Lannion (avril et mai) et en Baie du mont St Michel (second bloom à *Guinardia deliculata* en septembre).

Golfe de Gascogne

En complément des données hydrologiques acquises dans le cadre des bulletins de la surveillance, nous avons utilisé les données publiées dans les bulletins Previmer (<http://www.previmer.org>) qui apportent pour le Golfe de Gascogne une description synthétique de l'état physique et biologique de l'océan côtier.

Les débits des principaux fleuves de la façade (Vilaine, Loire, Gironde et Adour) ont beaucoup fluctué, influencés par les conditions météorologiques, se traduisant en début d'année par d'importants apports d'eau douce sur les côtes. Après des débits plus faibles par rapport à la normale (février à mi-mars), ceux-ci ont été à nouveau importants fin mars, en mai et jusqu'en juin, atteignant 2000 m³/s pour la Loire, plus de 3000 m³/s pour la Gironde et plus de 1500 m³/s pour l'Adour. Dans l'ensemble les débits des quatre fleuves ont été élevés, expliquant les fortes dessalures à la côte. Les valeurs des débits se sont rapprochées des valeurs estivales habituelles et sont restées faibles jusqu'à la fin octobre (sauf un pic en septembre pour l'Adour). Les débits ont suivi la tendance saisonnière entre début novembre et mi-décembre.

Les températures de surface se répartissent en hiver selon un gradient côte-large de 9,5 à 13°C. A partir de mai, les eaux de surface se sont réchauffées, particulièrement à la côte, inversant le gradient côte-large observé en avril (de 10 à 14°C). En juillet, les températures de surface de la mer ont commencé à montrer des anomalies négatives par rapport à la normale saisonnière. Les eaux côtières sont devenues de plus en plus froides en octobre, avec une forte anomalie négative en décembre de l'ordre de 2°C.

Les salinités de surface sont conformes en février à la situation moyenne. Une bande d'eau moins salée est créée le long de la côte, conforme aux apports d'eau douce des fleuves. La combinaison de l'effet des vents et des apports fluviaux ont créé des situations spécifiques, comme une limitation de l'extension vers le nord du panache de la Loire et des fleuves côtiers bretons, ou au contraire une extension du panache de l'Adour et une baisse plus marquée des salinités du littoral basque. A partir de septembre, les salinités étaient assez conformes à leurs valeurs moyennes.

Les concentrations des matières en suspension observées de février à avril ont été plus élevées que celles rencontrées habituellement (nombreux épisodes de vents forts et tempête exceptionnelle en mars, capables de remettre en suspension les sédiments du fond). La situation en mai a été plus ordinaire. Durant l'été, les eaux côtières ont eu tendance à être plus turbides du fait des apports fluviaux plus importants. La situation est proche de la normale en octobre. Les concentrations ont augmenté à nouveau en novembre et décembre, effet de la remise en suspension de sédiments fins sous l'action des vagues générées par les tempêtes.

La production biologique primaire phytoplanctonique est restée faible en février (moyenne en chlorophylle a inférieure à 2 mg/m³), tendance qui s'est poursuivie en mars, due à un ensoleillement déficitaire et aux fortes turbidités qui ont limité la production phytoplanctonique. La relative disponibilité de sels nutritifs non utilisés peut expliquer la quantité de phytoplancton plus importante observée en avril par rapport à la moyenne décennale. Cette tendance s'est poursuivie pendant l'été, conséquence d'apports fluviaux plus importants et donc d'un plus grand enrichissement en éléments nutritifs de la zone côtière. A partir de septembre, la concentration en chlorophylle a diminué et la situation était proche de la moyenne habituelle sur la période considérée.

Des situations spécifiques peuvent être rencontrées. L'hydrodynamisme faible en baie de Vilaine a favorisé une stratification verticale des masses d'eau qui, associée à une production primaire importante, a été à l'origine de déficits en oxygène sur le fond. Ces déficits en oxygène, observés entre les mois de mai et d'août, par des mesures haute fréquence sur les sites côtiers et plus au large, peuvent être responsables de stress sur la vie marine. Le risque potentiel d'anoxie sur le fond se retrouve également dans les eaux au large de l'estuaire de la Loire. A l'inverse, les résultats des mesures d'oxygène dans l'eau n'ont pas mis en évidence de périodes d'anoxie dans les eaux du Bassin d'Arcachon, même en été.

Méditerranée

Les données d'hydrologie recueillies en 2008 confirment les grands traits observés pour l'ensemble du littoral PACA et de la Corse. A l'Ouest, le secteur du delta du Rhône (Camargue) et dans une moindre mesure le golfe de Fos, montrent une variabilité hydrologique importante, marquée par des dessalures et des pics de turbidité du fait de l'influence directe des eaux du Rhône. A l'est, le secteur de Villefranche-sur-Mer se caractérise au contraire par une grande stabilité hydrologique avec des caractéristiques proches de celles du large. Les étangs corses (Diana, Urbino) sont plus spécifiques, leurs caractéristiques hydrologiques étant largement tributaires des conditions météorologiques locales. Au niveau des étangs languedociens, l'année 2008 a été marquée par la faible abondance des précipitations ; cette tendance se retrouve dans les valeurs de salinité qui sont globalement plus élevées que les années précédentes.

4. RÉSEAU DE CONTROLE MICROBIOLOGIQUE

4.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre



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 (fig. 1). En filtrant l'eau, les coquillages concentrent les microorganismes 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).

Les *Escherichia coli*, bactéries communes du système digestif sont recherchés comme indicateur de contamination fécale. Le temps de survie des microorganismes en mer varie suivant l'espèce considérée

Figure 1 : Sources de contamination microbiologique

<http://wwz.ifremer.fr/envlit/>

(2-3 jours pour *E. coli* à plus d'un mois pour les virus) et les caractéristiques du milieu (température, turbidité, ensoleillement). Le classement et la surveillance microbiologique des zones de production de coquillages répondent à des exigences réglementaires (fig. 2).

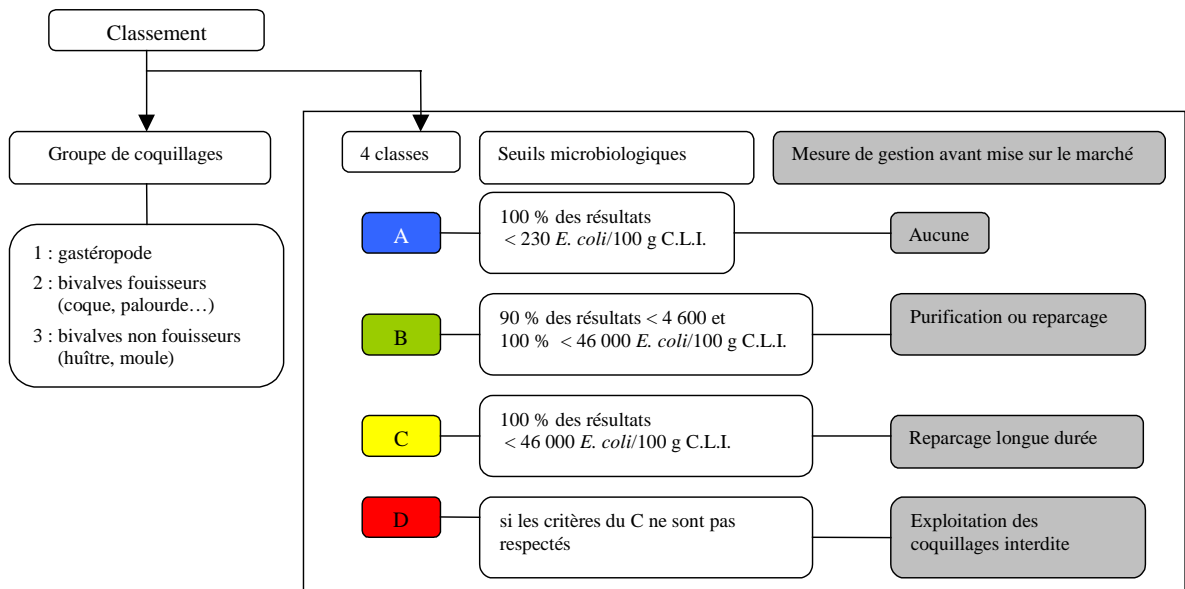


Figure 2 : Exigences réglementaires microbiologiques du classement de zone

(Règlement (CE) n° 854/2004⁴, arrêté du 21/05/1999⁵, seuils microbiologiques du Règlement (CE) n°854/2004)

⁴ Règlement CE n° 854/2004⁴ du 29 avril 2004, fixe les règles spécifiques d'organisation des contrôles officiels concernant les produits d'origine animale destinés à la consommation humaine.

⁵ Arrêté du 21 mai 1999 relatif au classement de salubrité et à la surveillance des zones de production et des zones de reparage des coquillages vivants.

Le REMI permet de surveiller les zones de production de coquillages exploitées par les professionnels, classées A, B et C par l'Administration. Sur la base du dénombrement des *E. coli* dans les coquillages vivants, le REMI permet d'évaluer les niveaux de contamination microbiologique dans les coquillages et de suivre leurs évolutions, de détecter et suivre les épisodes de contamination.

Pour répondre à ces objectifs, le REMI est organisé en deux volets :

- **surveillance régulière**

Le REMI a permis de surveiller 302 zones de production en 2008 (sur 529 zones classées pour les différents groupes de coquillages), au travers de 349 points de suivi pérennes échantillonnés à fréquence mensuelle, bimestrielle ou adaptée à la période d'exploitation si elle est saisonnière pour une ou deux espèces de coquillages. Les analyses sont réalisées suivant les méthodes normalisées NF V 08-106⁶ ou ISO/TS 16 649-3⁷ par des laboratoires accrédités et agréés par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche pour le dénombrement de *E. coli* dans les coquillages vivants.

Les données de surveillance régulière permettent d'estimer la **qualité microbiologique de la zone**. Pour cela les données obtenues sur les trois dernières années (calendaires) en surveillance régulière sont compilées par groupe de coquillages, selon que le suivi concerne les coquillages fousseurs (coque, palourde, telline...) ou non fousseurs (huître, moule) et sont interprétées par rapport aux seuils de la réglementation en vigueur :

- **bonne qualité** : 100 % des résultats < 230 *E. coli*/100 g CLI ;
- **qualité moyenne** : 90 % des résultats < 4 600 et 100 % < 46 000 *E. coli*/100 g CLI
- **mauvaise qualité** : 100 % des résultats < 46 000 *E. coli*/100 g CLI
- **très mauvaise qualité** : si un résultat est \geq 46 000 *E. coli*/100 g CLI ou si plus de 10 % des résultats sont compris entre 4 600 et 46 000 *E. coli*/100 g CLI.

Un minimum de 24 données est nécessaire pour estimer la qualité ou 12 données, si le niveau de contamination pour le point est considéré comme stable.

Cette qualité microbiologique est utilisée par la Direction Départementale des Pêches Maritimes pour élaborer une proposition de classement soumise à la décision du Préfet.

Dans le cadre de ce bilan, les données sont traitées de façon globale. Des caractéristiques locales des zones peuvent être à l'origine de résultat défavorable (événement climatique exceptionnel, dysfonctionnement de réseau identifié et désormais maîtrisé ne pouvant se reproduire), et leur identification nécessite une connaissance approfondie du secteur. **Aussi, seuls les rapports spécifiques « d'Evaluation de la qualité des zones », réalisés par les LER à cette fin sont à prendre en compte en vue de la révision de classement de zones par l'administration.**

Le présent bilan REMI dresse :

- la situation au niveau national de la **qualité microbiologique des zones conchylicoles** et de son évolution depuis 1989 en ce qui concerne les coquillages fousseurs (coque, palourde, telline...) et non fousseurs (huître, moule)
- le bilan des alertes 2008.

L'approche par point permet d'apprécier les niveaux de contamination de façon plus fine. Pour cette raison, les résultats d'estimation de la qualité microbiologique sont présentés au niveau cartographique pour **chaque point de suivi** (quand on dispose des données nécessaires).

⁶ Norme NF V 08-106 - janvier 2002. Microbiologie des aliments - Dénombrement des *E.coli* présumés dans les coquillages vivants - Technique indirecte par impédancemétrie directe.

⁷ 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

Les tendances sont également présentées. Elles permettent d'identifier les points présentant des évolutions significatives sur les 10 dernières années. Une présentation cartographique par façade maritime complète la présentation (4 façades ont été définies : Manche Mer du Nord (hors Bretagne), Bretagne, Atlantique et Méditerranée).

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 inadéquats 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.

- **surveillance en alerte**

La surveillance en alerte comporte 3 niveaux :

- **Niveau 0** : alerte préventive en cas de risque de contamination (forte pluviométrie, dysfonctionnement réseau...)
- **Niveau 1** : contamination détectée (notamment en surveillance régulière)
- **Niveau 2** : contamination persistante

Le dispositif prévoit une **information** immédiate de l'administration afin qu'elle puisse prendre les mesures adaptées en terme de protection de la santé des consommateurs et une **surveillance renforcée** jusqu'à la levée du dispositif d'alerte, avec la réalisation de prélèvements et d'analyses supplémentaires.

Le seuil microbiologique déclenchant une surveillance renforcée est **défini pour chaque classe de qualité** :

- classe A : 1 000 *E. coli* /100 g de C.L.I. (Chair et liquide intervalvaire),
- classe B : 4 600 *E. coli* /100 g de C.L.I.,
- classe C : 46 000 *E. coli* /100 g de C.L.I.

La levée du dispositif d'alerte nécessite l'obtention de résultat inférieur à ces valeurs seuils (deux séries consécutives hebdomadaire pour une alerte de niveau 2).

Le réseau est mis en œuvre par huit Laboratoires Environnement Ressources (LER) Ifremer répartis dans 12 implantations (Boulogne, Normandie – Port-en-Bessin, Finistère Bretagne Nord sites de Dinard et Concarneau, Morbihan Pays de Loire sites de La Trinité-sur-Mer et Nantes, Pertuis Charentais sites de La Rochelle et La Tremblade, Arcachon, Languedoc Roussillon – Sète, Provence Azur Corse sites Toulon et Bastia). Les laboratoires interviennent dans les prélèvements, les analyses, le traitement, valorisation des données et la diffusion des résultats.

4.2. Etat et évolution de la qualité microbiologique des zones de production

L'évolution de la qualité des zones est présentée au niveau national par groupe de coquillages (figure 3). La qualité est déterminée sur les données acquises sur les 3 dernières années calendaires et par année glissante entre 1991 et 2008 (1991 prend en compte les données acquises entre le 1^{er} janvier 1989 et le 31 décembre 1991, 1992 intègre les données acquises entre le 1^{er} janvier 1990 et le 31 décembre 1992,...).

Sur la base des zones classées et suivies au 1^{er} janvier 2009, la qualité est déterminée pour chaque zone en prenant en compte tout l'historique des données disponibles, qui peut donc être de 20 ans. Seules sont considérées les zones disposant d'un nombre de données suffisant sur chaque période de 3 années calendaires. Bien que ces zones aient pu changer au cours du temps, cela permet d'avoir une vision de l'évolution générale des zones de production au cours du temps.

De façon générale, la qualité des zones concerne en majorité les zones classées pour les bivalves non fousseurs (groupe 3) puis les zones classées pour les bivalves fousseurs (groupe 2), la proportion est en moyenne depuis 2000 de 0,70 / 0,30.

Evolution de la qualité des zones surveillées pour les coquillages fousseurs :

En 1991, la qualité peut être estimée pour 15 zones. Ce nombre augmente régulièrement au fil des ans pour s'établir, en 2008, à 69 zones. Le nombre de zones estimées de qualité A est très faible et se rencontre quasi exclusivement sur la période 2001 et 2006 où il oscille entre 1 et 3. Les zones de qualité B représentent la majeure partie des zones (72 % en moyenne sur ces 20 ans de suivi), puis les zones de qualité C (en moyenne 15% sur la même période) et les zones insalubres de qualité D (en moyenne 12 %). La proportion de zone de médiocre et de mauvaise qualité est en augmentation depuis l'année 2000. En 2008, la répartition des zones de qualité bonne, moyenne, mauvaise, très mauvaise est respectivement : 0 %, 67 %, 19 % et 14 %, ce qui représente donc un profil plus dégradé que la moyenne des données sur les 20 dernières années.

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 échantillonner ces points qui présentent parfois des difficultés d'accès. Cette augmentation du nombre de zones concerne essentiellement la Bretagne et la Méditerranée.

Néanmoins, malgré une amélioration de la surveillance dans certains secteurs, des difficultés persistent liées à la disponibilité de la ressource. En effet, certains gisements naturels ne sont exploités qu'une partie de l'année, aussi il n'est pas toujours possible de disposer d'échantillons de coquillages de taille marchande en quantité suffisante. Le manque de résultats sur ces zones ne permet pas de disposer des 24 données (sur les 3 dernières années calendaires) nécessaires pour estimer la qualité de la zone.

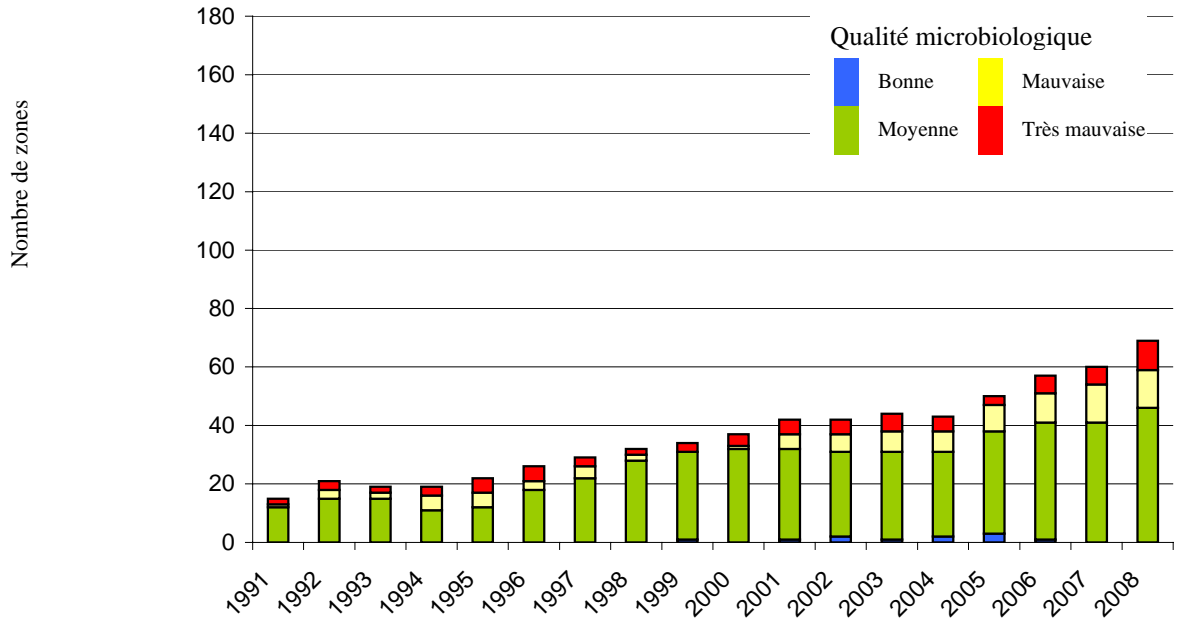
Evolution de la qualité des zones surveillées pour les coquillages non fousseurs :

Parmi les zones classées au 1^{er} janvier 2009, la qualité peut être estimée pour 169 zones sur la base des données acquises entre 2006 et 2008, et 125 zones sur la base des données acquises entre 1989 et 1991.

La répartition moyenne de la qualité des zones sur ces vingt ans de surveillance est de 5 % pour les zones de bonne qualité, 89 % de qualité moyenne, 3 % de mauvaise qualité et 3 % de très mauvaise qualité.

La qualité microbiologique des zones s'améliore jusqu'en 2002, année la plus favorable puisque la répartition des zones en qualité bonne, moyenne et mauvaise qualité est respectivement de 12 %, 87 % et 1 %, et on note la disparition des zones de très mauvaise qualité, alors qu'il y en avait 12 en 1995. Depuis 2002, une dégradation est amorcée, elle semble s'intensifier légèrement d'année en année, en 2008 la répartition des zones de qualité bonne, moyenne, mauvaise est respectivement de 2 %, 92 %, 6 %.

a) pour les bivalves fouisseurs (groupe 2 : coque, palourde...)



b) pour les bivalves non fouisseurs (groupe 3 : huître, moule)

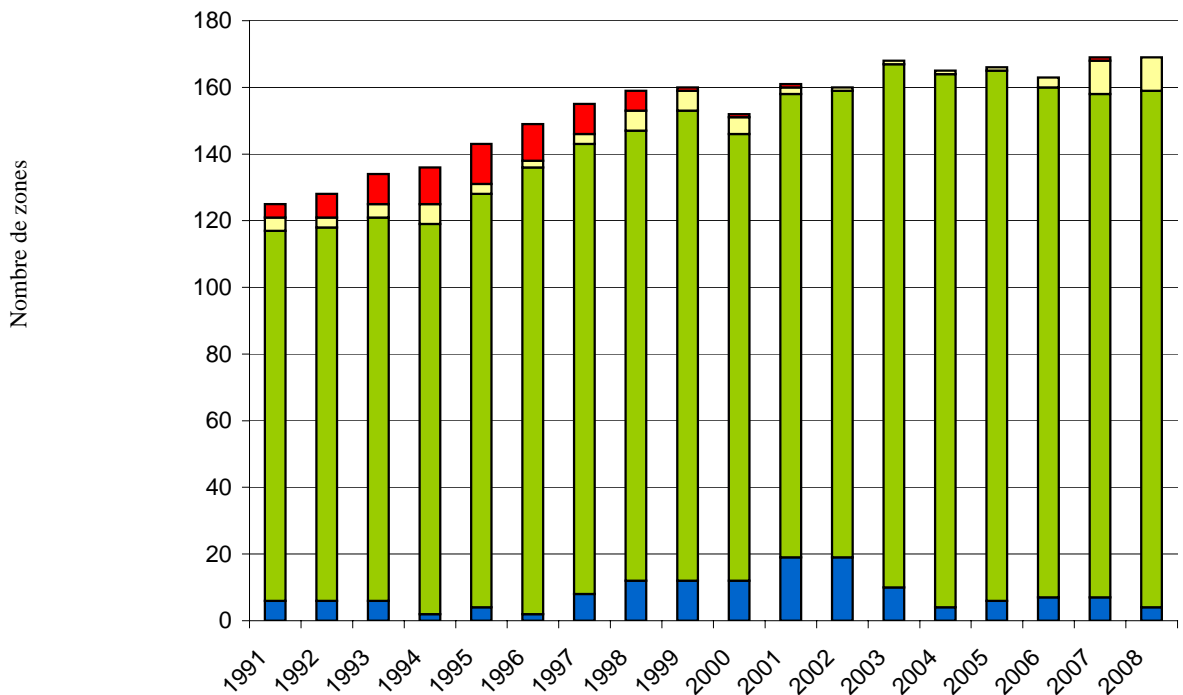
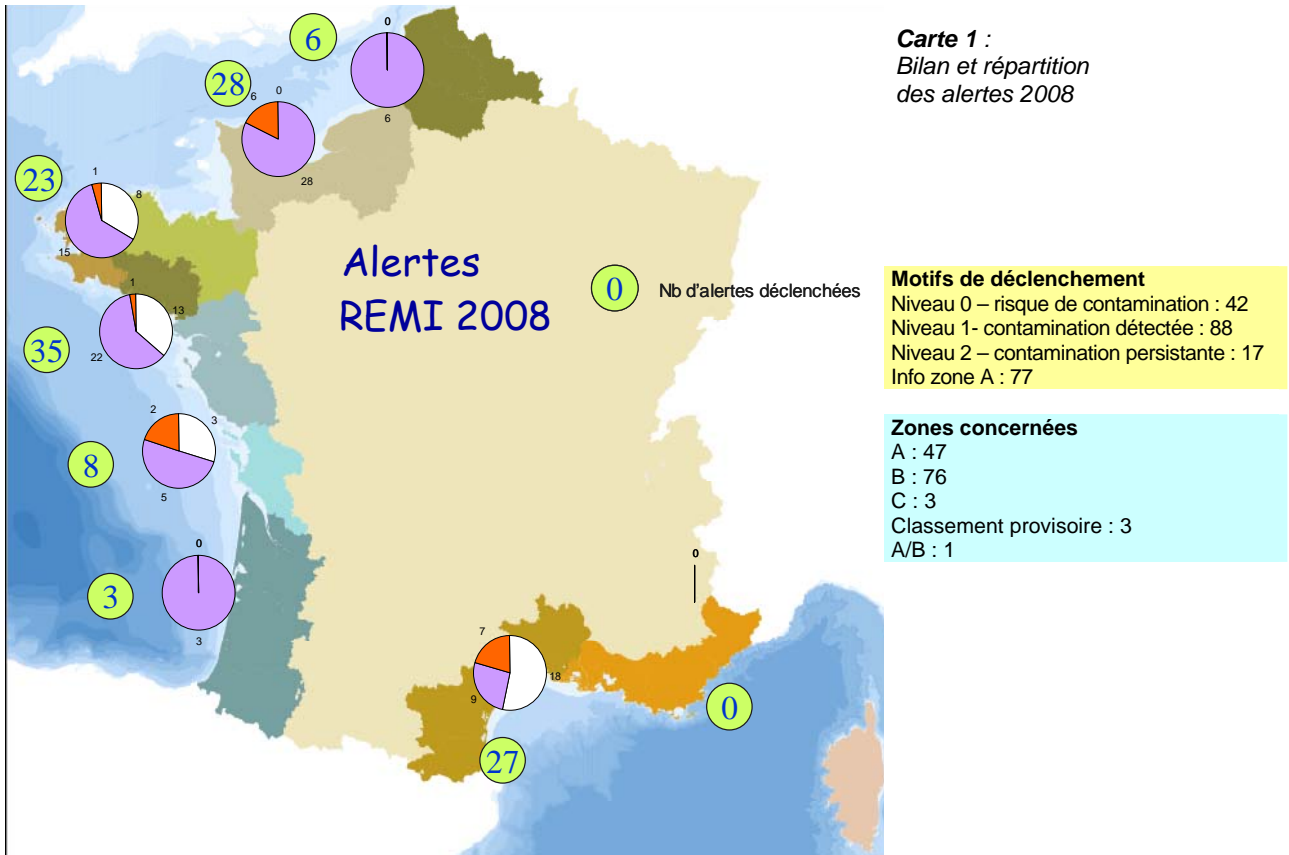


Figure 3 : Evolution au niveau national de la qualité des zones classées au 01/01/2009
 Traitement des données acquises sur la période 1989-2008, interprétation sur 3 années
 calendaires par année glissante : a) pour les zones concernant les bivalves fouisseurs ;
 b) pour les bivalves non fouisseurs.

4.3. Bilan des alertes 2008 par zone

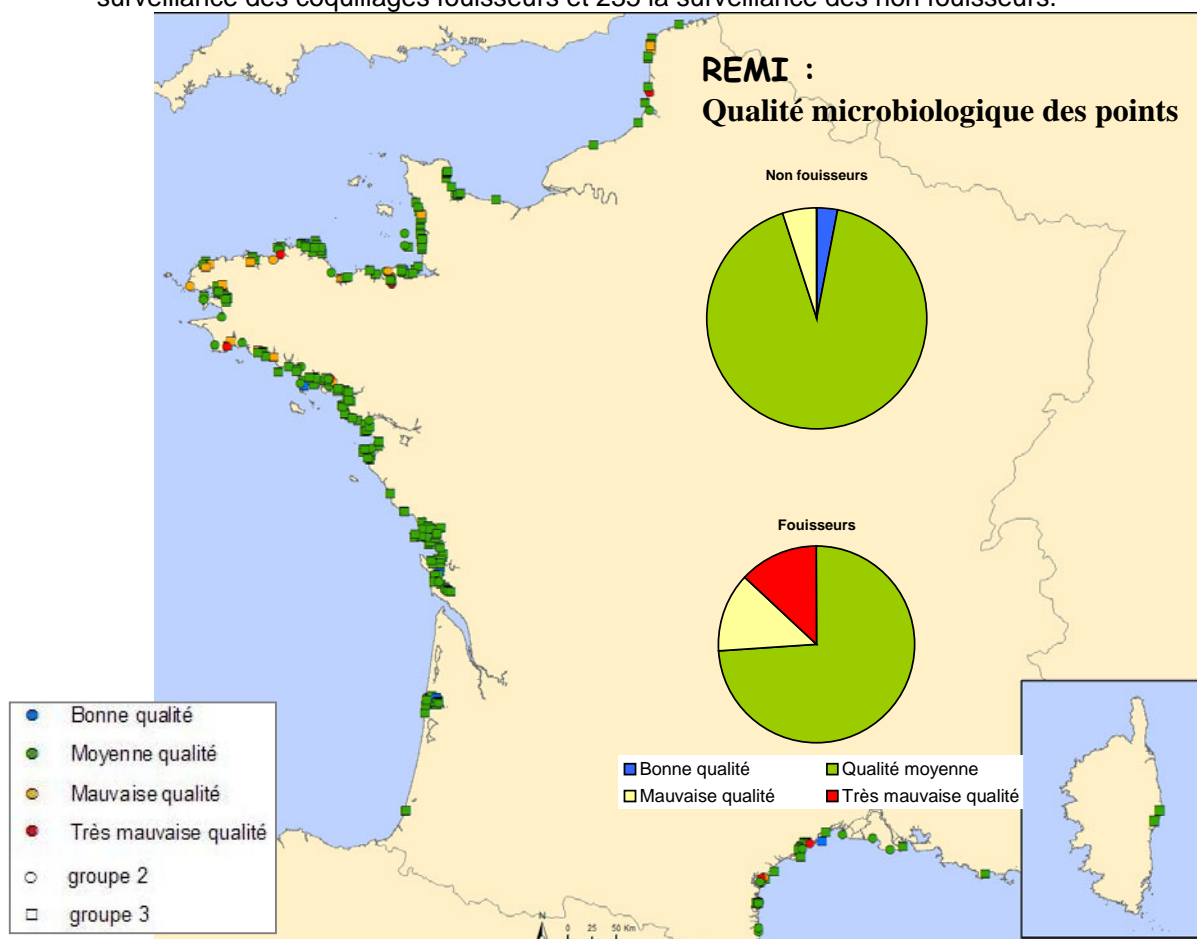
Les alertes mettent en évidence les risques de contamination ou les contaminations inhabituelles détectées sur une zone. 130 alertes ont été déclenchées en 2008, contre 212 en 2007. Les côtes de Bretagne, de Loire-Atlantique, de Normandie et du Languedoc Roussillon ont été les plus touchées par ces épisodes d’alertes. Les caractéristiques sont présentées sur la carte 1. Le nombre d’alertes préventives est en augmentation depuis plusieurs années. Ainsi, en 2008, 42 alertes de niveau 0 ont été déclenchées soit 32 % des alertes. Certaines ont été déclenchées suite à la connaissance de rejets d’eaux usées dans le milieu. Le développement de l’accès à ces informations est très important, il permet, d’une part au niveau des zones de production, d’assurer une vigilance dès qu’un risque de contamination des productions est identifié, d’autre part, au niveau des sources de contamination, il permet de mettre en évidence et de suivre les secteurs qui sont particulièrement susceptibles de dysfonctionner et ainsi d’identifier certains ouvrages ou équipements sur lesquels une action prioritaire serait nécessaire en vue de réduire ces émissions. Le niveau d’alerte 2 (contamination persistante), a été atteint dans 17 cas.

En cas d’alerte REMI, l’information immédiate adressée aux administrations locales permet la prise de mesures adaptées pour la protection des consommateurs. Quatorze arrêtés préfectoraux ont été pris dans ce cadre (2 dans le Calvados ; 1 en Seine-Maritime, 1 dans les Côtes d’Armor, 5 dans le Finistère, 1 en Charente Maritime, 2 dans l’Aude et 2 dans l’Hérault).



4.4. Qualité microbiologique par point de suivi

La carte 2 et le tableau 1 présentent la qualité des points par rapport aux seuils microbiologiques définis par la réglementation en vigueur. La qualité est estimée pour 304 points dont 69 assurent la surveillance des coquillages fuisseurs et 235 la surveillance des non fuisseurs.



[cartographie réalisée par Marie Nedellec]

Carte 2 et tableau 1 : Répartition des points par façade, groupe et qualité microbiologique

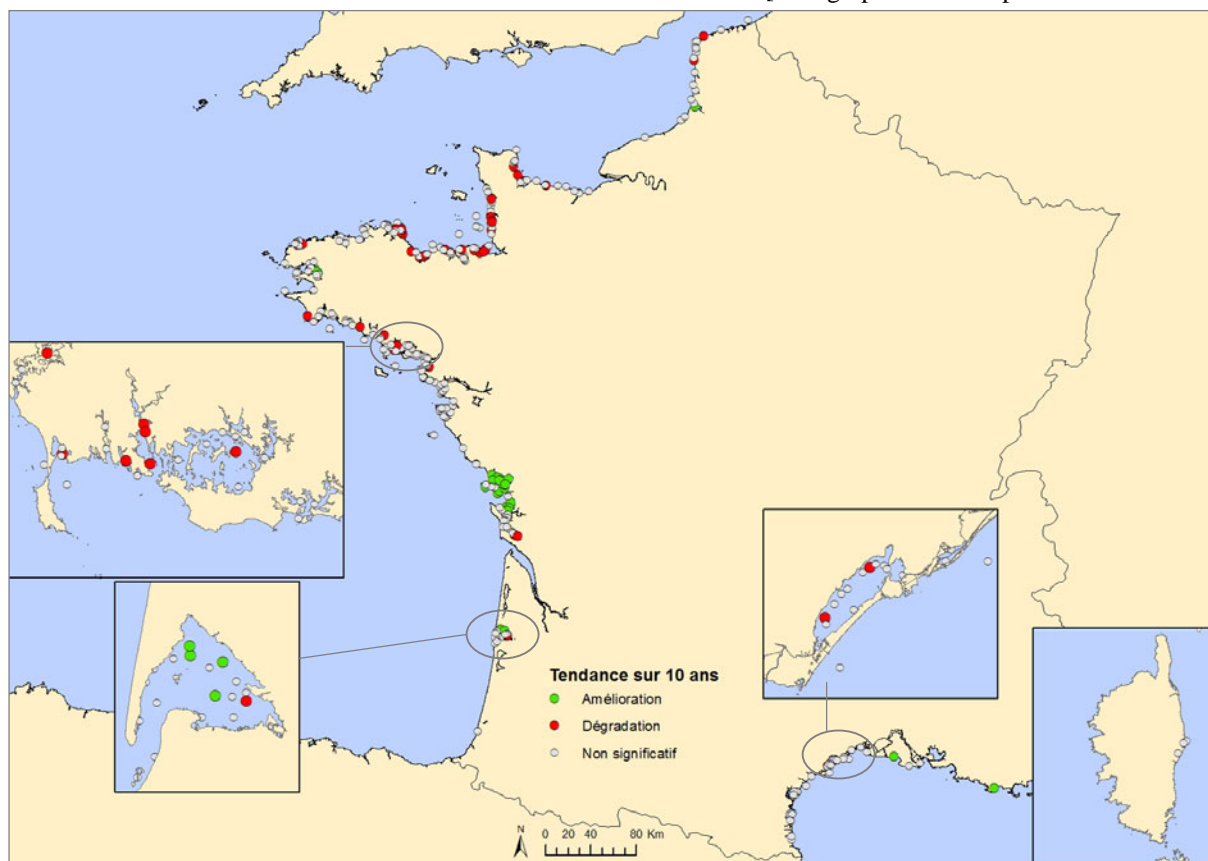
Façade maritime	Nb points REMI	Groupe	Bonne qualité	Qualité moyenne	Mauvaise qualité	Très mauvaise Qualité
Manche Mer du Nord	59	Fuisseurs		3		1
		Non fuisseurs		34	4	
Bretagne	144	Fuisseurs		23	7	6
		Non fuisseurs	3	78	8	
Atlantique	103	Fuisseurs		13	1	
		Non fuisseurs	3	82		
Méditerranée	43	Fuisseurs		12	1	2
		Non fuisseurs	1	22		
Littoral métropolitain	349	Fuisseurs		51	9	9
		Non fuisseurs	7	216	12	
		Total	7	267	51	9

Groupe 2 : fuisseurs, groupe 3 : non fuisseurs

➔ Evolution des niveaux de contamination par point

Sur les 251 points disposant d'un historique de 10 ans de données, la majorité des points (166 points) ne présente pas d'évolution significative des niveaux de contamination au cours de la période. Pour **85 points, une évolution significative est mise en évidence** (carte 3 et tableau 2), la tendance croissante observée sur **54 points** témoigne ainsi d'une **dégradation de la qualité** et la tendance décroissante mise en évidence sur **31 points** marque une **amélioration significative de la qualité**.

[cartographie réalisée par Marie Nedellec]



Carte 3 et tableau 2 : Points présentant des tendances significatives (entre 1999 et 2008)

Façade maritime	Nombre de points de surveillance	Nombre de points avec tendances	Tendance non significative	Tendance croissante (dégradation)	Tendance décroissante (amélioration)
Manche Mer du Nord	59	50	30	19	1
Bretagne	144	102	74	25	3
Atlantique	103	82	49	8	25
Méditerranée	43	17	13	2	2
Littoral métropolitain	349	251	166 (66%)	54 (22%)	31 (12%)

➤ Description par façade maritime

▪ Manche Mer du Nord (hors Bretagne)

Nord, Pas-de-Calais, Somme.

De la frontière belge au Cap Gris Nez, deux points présentent une tendance générale croissante de la contamination microbiologique. Dans les secteurs du Boulonnais, de la baie d'Authie et de la Baie de Somme, la situation de la contamination bactérienne ne présente pas d'évolution significative.

Normandie.

12 points présentent une évolution croissante des niveaux de contamination sur les 10 dernières années, c'est à dire une dégradation des niveaux de qualité. Ces points sont situés principalement sur la Baie des Veys, l'Ouest Cotentin. Aucune tendance de l'évolution de la contamination bactérienne n'est décelée dans le Pays de Caux et en Baie de Seine (exception pour Port en Bessin qui présente une tendance générale à la dégradation). Il faut toutefois noter que pour la plupart des gisements naturels, le test statistique de tendance n'a pu être effectué par manque de données. Aucune tendance n'est décelée pour le point de l'Île Chausey. Au total, 28 alertes ont été déclenchées durant l'année, dont 6 alertes de niveau 2 (contamination persistante).

▪ Bretagne

Côtes-d'Armor, Ille et Vilaine Finistère

En Baie du Mont Saint-Michel, l'analyse statistique des résultats montre une tendance générale vers une dégradation du milieu. La Baie de Saint-Malo présente une tendance croissante de la contamination bactérienne. Plus à l'ouest, les baies de l'Arguenon et de La Fresnaye montrent une dégradation de la qualité des coquillages (moules et huîtres). Une situation médiocre est observée en Baie de Saint-Brieuc et en Baie de Paimpol, avec une tendance générale à l'augmentation de la contamination bactérienne. Si l'on totalise pour les quatre secteurs (Arguenon, Fresnaye, Saint-Brieuc et Paimpol), sur les 13 points de suivi disposant d'un historique suffisant, 11 points (soit 85%) affichent une dégradation des niveaux de contamination.

Sur les 15 points de suivi du Finistère, deux présentent également une dégradation sur les 10 dernières années. Dans l'ensemble, la contamination bactérienne ne présente pas d'évolution significative pour 83% des points. La fraction restante se partage à part égale entre une amélioration et une dégradation. L'amélioration est mise en évidence sur trois points en Baie de Morlaix, en rade de Brest ; la dégradation porte également sur trois points en Baie d'Audierne.

Morbihan

Les dégradations observées (7 points sur 31) sont localisées sur un point de la rivière d'Étel, en Baie de Plouharnel dans le secteur de Saint-Philibert, et surtout en rivière d'Auray (3 points sur 4) qui traduit une dégradation générale de la qualité sanitaire de la rivière d'Auray.

▪ Atlantique

Loire-atlantique et Vendée.

En Loire atlantique, la situation dans l'ensemble est stable ; les seules évolutions (4 points sur 21) sont mise en évidence sur des points localisés sur le Traict de Pen Bé (dégradation), le Traict du Croisic (amélioration), l'estuaire de la Loire (dégradation) et la Baie de Bourgneuf (dégradation). La situation la plus remarquable est l'amélioration de la contamination bactérienne du secteur du Pertuis Breton et de la Baie de l'Aiguillon.

Charente maritime

Sur les 31 points présentant une amélioration significative des niveaux de contamination sur les 10 dernières années au niveau national (tendance décroissante), 17 se trouvent sur les côtes de Charente-Maritime, ce qui témoigne d'une amélioration générale de la qualité sur les zones du Pertuis

breton (8 points sur 11), de la Baie de l'Aiguillon (3 points sur 3), du Pertuis d'Antioche (5 points sur 7) et dans une mesure moindre de Marennes-Oléron (2 points sur 7). Toutefois une dégradation significative est mise en évidence sur trois points situés sur la Seudre, dont un point concerne les fousseurs. Les données acquises permettent de mettre en évidence ces évolutions significatives, toutefois elles ne peuvent expliquer ces évolutions qui nécessitent d'étudier les sources de contamination et leur évolutions au cours du temps.

Gironde, Landes, Pyrénées atlantiques.

Au cours des 10 dernières années, une dégradation sur un point de surveillance fousseur est détecté tandis qu'une amélioration des niveaux de contamination microbiologique est mise en évidence sur quatre points de surveillance. Au total, trois alertes ont été déclenchées durant l'année 2008.

▪ **Méditerranée**

Gard, Hérault, Aude, Pyrénées orientales.

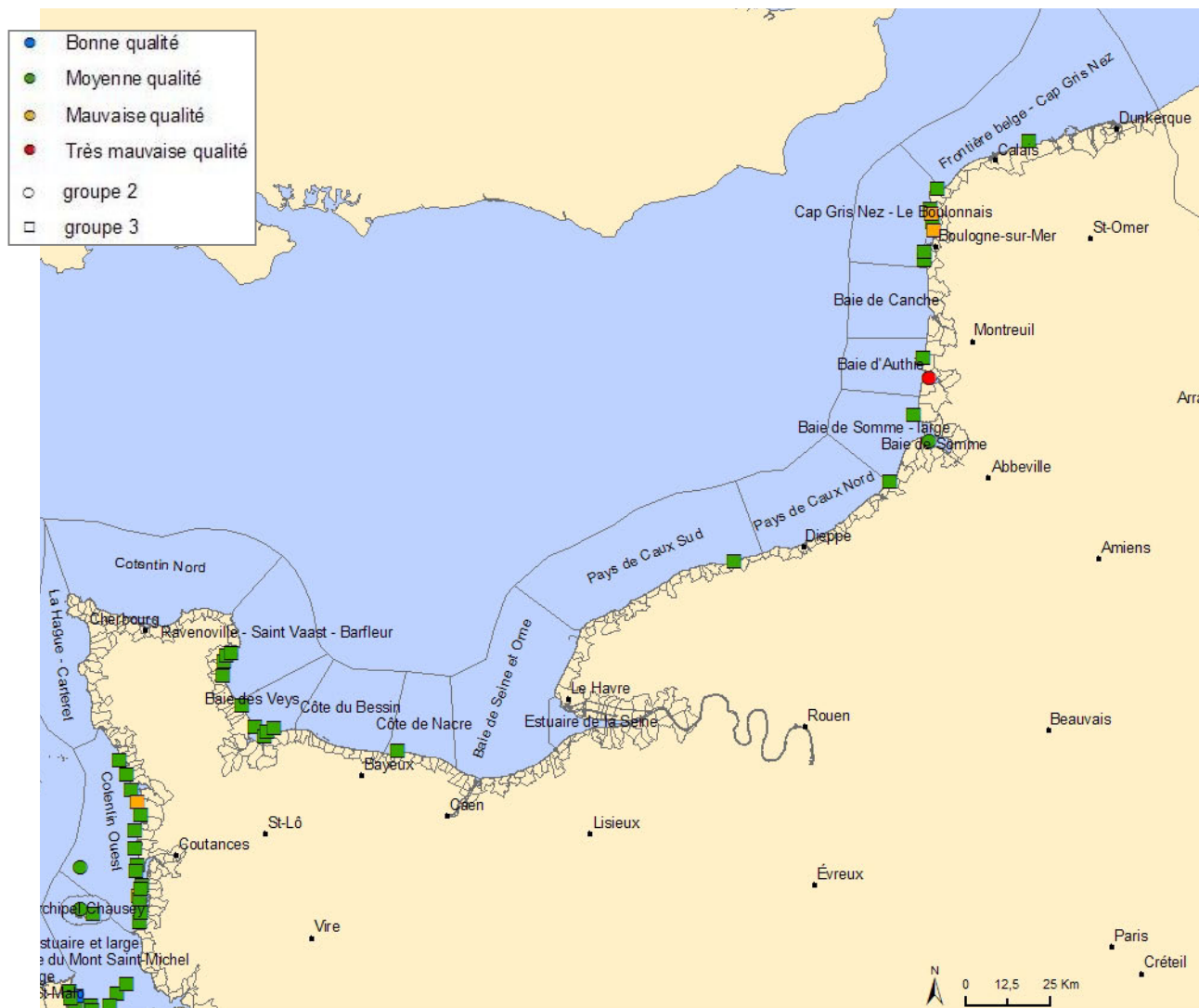
Sur 16 points pour lesquels il est possible de dégager une tendance, 14 d'entre eux (87%) ne montrent aucune tendance significative sur une période décennale, seuls deux points montrent une augmentation de la contamination. 27 alertes ont été déclenchées dans cette région en 2008 dont la majorité à titre préventif, alertes déclenchées suite à de fortes pluviométries ou à une information faisant état d'un dysfonctionnement de station d'épuration ou de réseau ayant entraîné un rejet d'eaux usées dans le milieu.

Provence-Alpes-Côte d'Azur, Corse

Le gisement naturel de tellines en Camargue se situe dans une zone d'amélioration de la qualité bactériologique. Une tendance générale décroissante atteste une amélioration de la qualité microbiologique sur cette zone.

Description par façade maritime

Qualité des points en Manche Mer du Nord (hors Bretagne)



Production conchylicole :

Nord Pas de Calais Somme : élevages de moules et les gisements de coques.

Normandie : élevages de moules, d'huîtres creuses, exploitation de gisements de coques, d'amandes, de palourdes et de praires

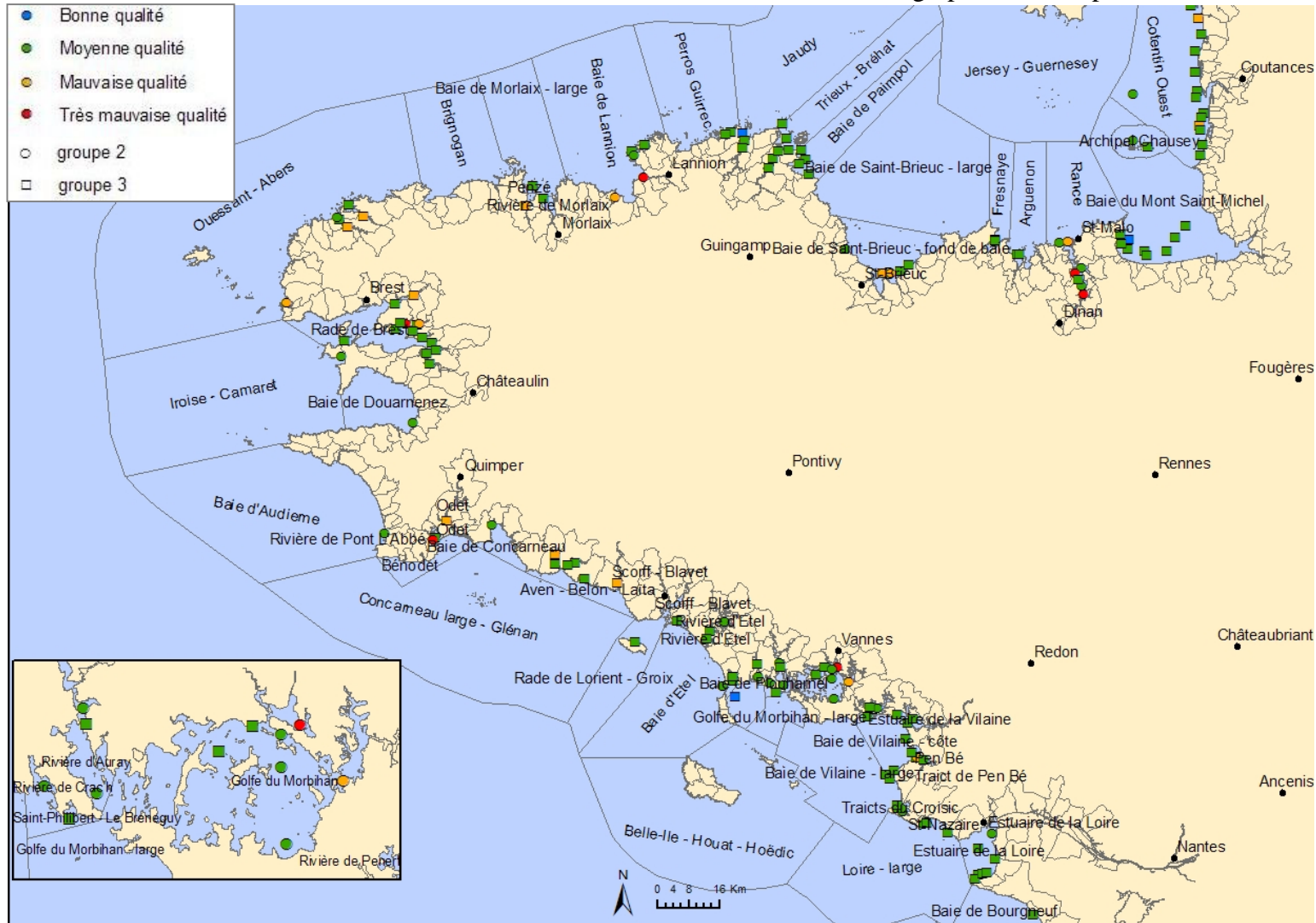
Tendances :
Croissante : 19
Décroissante : 1

Alertes 2008 : 34 alertes
(35 en 2007)

[cartographie réalisée par Marie Nedellec]

Qualité des points en Bretagne

[cartographie réalisée par Marie Nedellec]



Production conchylicole :

Ille-et-Vilaine, Côtes d'Armor : moule, huître creuse et plate, coque, praire, spissule et palourde.

Finistère : moule, huître creuse, coque, palourde, amande et donace.

Morbihan : moule, huître creuse, palourde et donace.

Tendances :

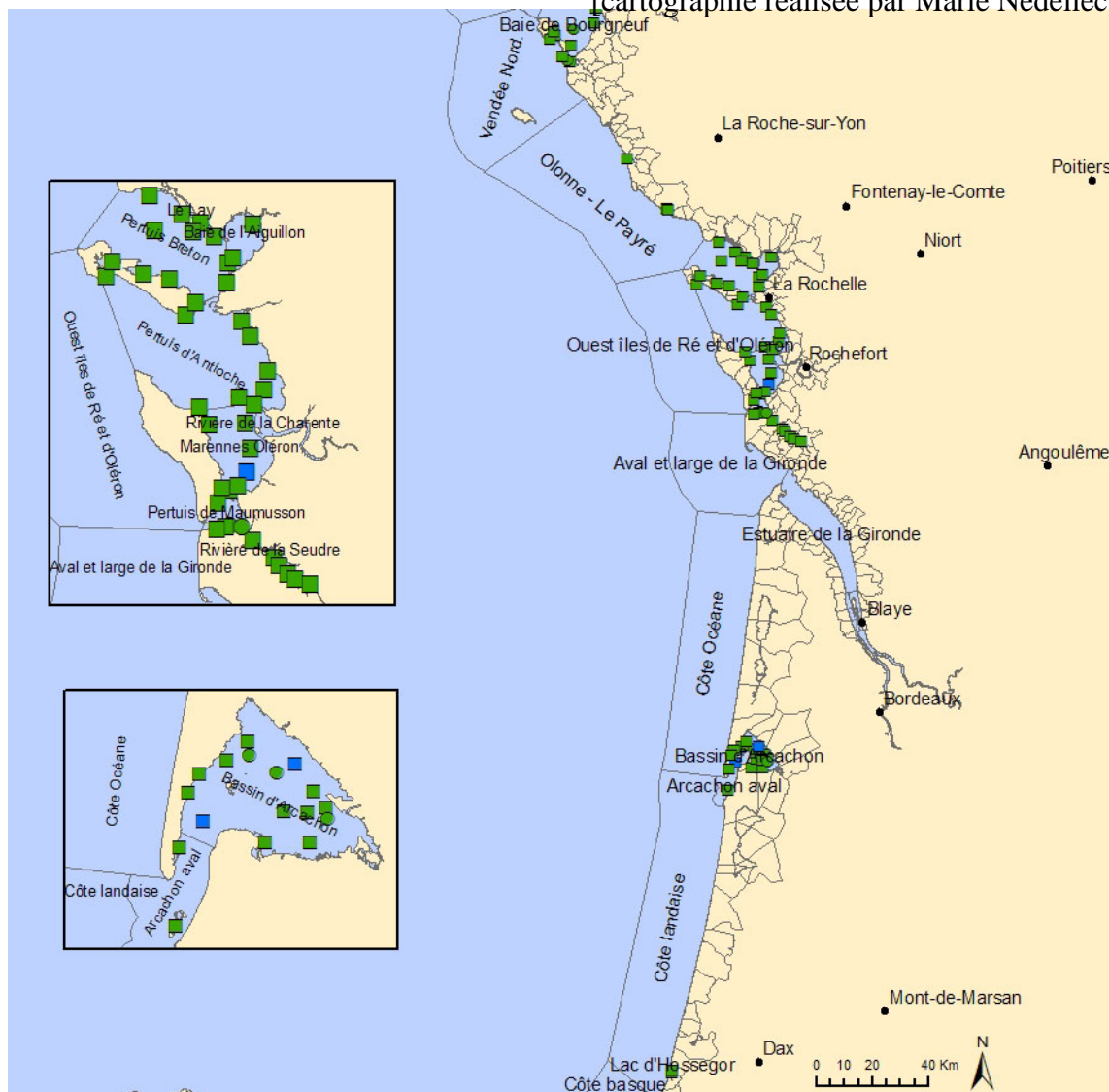
Croissante : 25

Décroissante : 3

Alertes 2008 : 47 alertes dont 14 de niveaux 0 en Ille et Vilaine et Côtes d'Armor, 7 alertes de niveau 1 en Finistère (ce qui contraste avec le nombre record de 42 alertes en 2007) et 13 en Morbihan.

Qualité des points en Atlantique (hors Bretagne)

[cartographie réalisée par Marie Nedellec]



Production conchylicole :

Loire-atlantique et Vendée.

Moule, huître creuse, gisements de coques et de palourdes.

Charente maritime et Vendée sud
Moules, huîtres creuses, exploitation de palourdes.

Gironde, Landes, Pyrénées atlantiques.

L'activité conchylicole est centrée sur le Bassin d'Arcachon : huître creuse, palourde et coque et le lac d'Hossegor sur la côte landaise huître creuse et palourde

Tendances :

Croissante : 8

Décroissante : 21

Alertes 2008 : 33

5. RÉSEAU 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 :

- connaissance de la biomasse, de l'abondance et de la composition du phytoplancton marin des eaux côtières et lagunaires, qui recouvre notamment celle de la distribution spatio-temporelle des différentes espèces phytoplanctoniques, le recensement des efflorescences exceptionnelles telles que les eaux colorées ou les développements d'espèces toxiques ou nuisibles susceptibles d'affecter l'écosystème, ainsi que du contexte hydrologique afférent ;
- la détection et le suivi des espèces phytoplanctoniques productrices de toxines susceptibles de s'accumuler dans les produits marins de consommation ou de contribuer à d'autres formes d'exposition dangereuse pour la santé humaine, et la recherche de ces toxines 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.

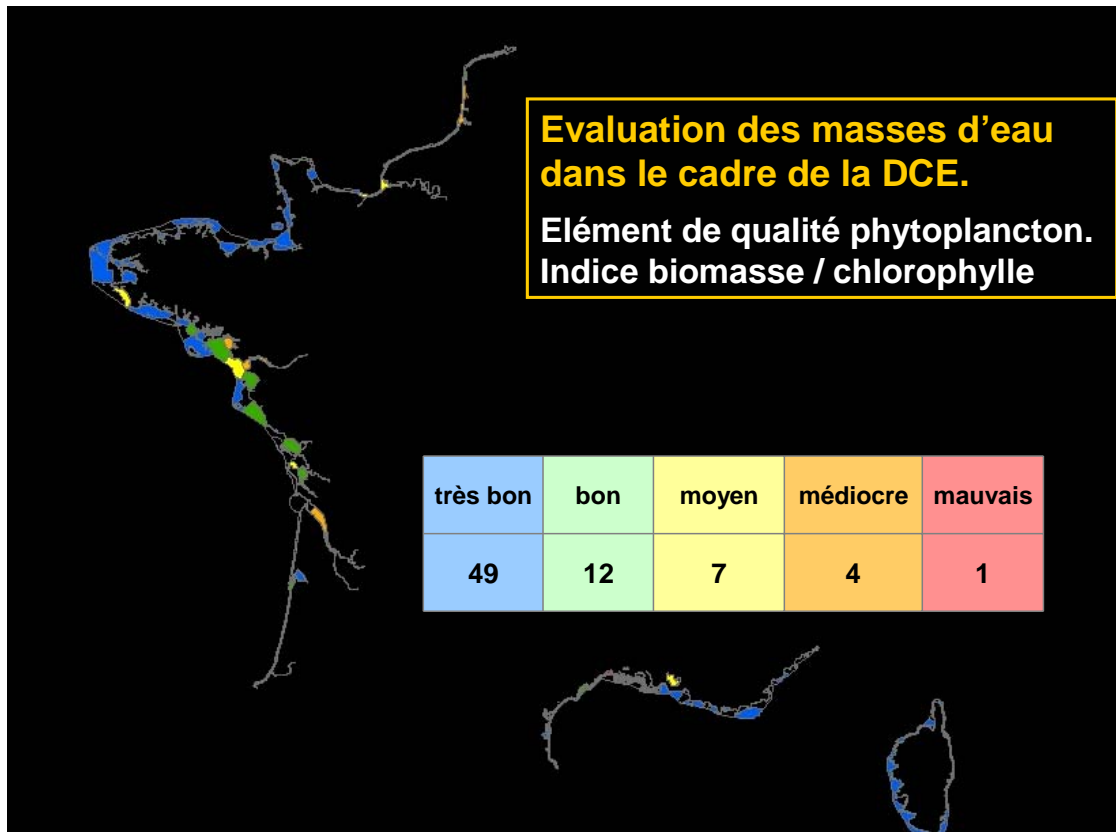
Aspects environnementaux

L'acquisition sur une trentaine de points de prélèvement du littoral, de séries temporelles de données comprenant la totalité des taxons phytoplanctoniques présents et identifiables dans les conditions d'observation (« flores totales »), permet d'acquérir des connaissances sur l'évolution des abondances (globales et par taxon), sur les espèces dominantes et les grandes structures de la distribution des populations phytoplanctoniques.

L'acquisition, sur plus d'une centaine de points supplémentaires, de séries de données relatives aux espèces qui prolifèrent et aux espèces toxiques pour les consommateurs (« flores indicatrices »), permet de compléter le dispositif et augmente considérablement la capacité à calculer des indicateurs pour une estimation de la qualité de l'eau du point de vue de l'élément phytoplancton, tout en permettant le suivi des espèces toxiques (voir ci-dessous).

Les résultats des observations du phytoplancton, complétés 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. Des données hydrologiques sont acquises simultanément aux observations phytoplanctoniques : une description de cette surveillance et des paramètres mesurés est faite au chapitre « Contexte hydrologique général » (page 8).

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. Elles sont également utilisées dans le cadre de la révision de la Procédure Commune de détermination de l'état d'eutrophisation des zones marines de la Convention OSPAR. A titre d'exemple, l'évaluation de la qualité des masses d'eau pour l'élément de qualité phytoplancton (intégrant la chlorophylle et le phytoplancton spécifique), réalisée dans le cadre de la DCE sur la période 2002-2007, a donné les résultats suivants pour l'un des trois indices composant cet élément (biomasse, abondance, composition) :



Aspects sanitaires

Les protocoles « flores totales » et « flores indicatrices », décrits ci-dessus, ne seraient pas suffisants pour suivre de façon précise les développements des espèces toxiques. Ils sont donc complétés par un dispositif d'une centaine de points qui ne sont échantillonnés que pendant les épisodes toxiques, et seulement pour ces espèces (« flores toxiques »).

Par ailleurs, le REPHY comporte de nombreux points de prélèvement « coquillages » (près de 300 points), 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), (ii) toxines paralysantes ou PSP (neurotoxines pouvant provoquer des intoxications graves, voire mortelles), (iii) toxines amnésiantes ou ASP (neurotoxines pouvant conduire à des atteintes neurologiques graves, voire mortelles, avec perte de mémoire). La stratégie générale de surveillance des phycotoxines est adaptée aux caractéristiques de ces trois familles, et elle est différente selon que les coquillages sont proches de la côte et à faible profondeur (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* principalement) qui déclenche, en cas de dépassement du seuil d'alerte phytoplancton, 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 six 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 intoxications par consommation de produits marins contaminés, mais aussi à des troubles respiratoires après inhalation d'embruns contaminés. Une surveillance de l'espèce incriminée (*Ostreopsis*) est assurée dans l'eau et sur les macro algues, et la recherche des palytoxines est effectuée dans les moules et les oursins.

Les stratégies, les procédures d'échantillonnage, la mise en œuvre de la surveillance pour tous les paramètres du REPHY, et les références aux méthodes, sont décrites dans le Cahier de Procédures et de Programmation REPHY disponible sur : <http://wwz.ifremer.fr/envliit/documents/publications>, rubrique phytoplancton et phycotoxines.

5.2. Commentaires

➤ PHYTOPLANCTON

Le schéma classique d'évolution saisonnière des populations phytoplanctoniques comprend des abondances maximales au moment du printemps, avec des blooms à diatomées, profitant des apports importants de nutriments par les rivières après le lessivage des bassins versants par les pluies hivernales. L'été voit plutôt des blooms à dinoflagellés, moins exigeants en nutriments. Un nouveau pic de blooms, généralement moins importants qu'au printemps, peut ensuite être observé en automne. Enfin la période hivernale est une période de moindre abondance (cf. le § 3 concernant le contexte hydrologique général). Le tableau ci-dessous regroupe l'ensemble des taxons dominants qui ont été recensés durant l'année 2008 dans les différents secteurs de surveillance.

Côte d'Opale. La Prymnésiophycée *Phaeocystis globosa* est présente durant le premier et second trimestre au nord (Boulogne et Dunkerque) et plus tardivement lors du deuxième et troisième trimestre en Baie de Somme. Le maximum d'abondance est relevé à Dunkerque en avril ($25 \cdot 10^6$ cell/L). La classe des Cryptophyceae, les taxons *Paralia sulcata* et *Lauderia* sont présents pratiquement toute l'année.

Normandie. Plusieurs efflorescences de diatomées, dépassant 10^6 cell/L, ont été observées, en estuaire de Seine (*Skeletonema costatum*, *Chaetoceros*), sur la côte du Calvados (*Chaetoceros*, *Leptocylindrus*), en Baie des Veys (*Chaetoceros*) et sur la côte ouest du Cotentin (*Asterionellopsis glacialis*, *Guinardia delicatula*).

Ille-et-Vilaine, Côtes d'Armor. Une eau colorée rouge a été signalée en Baie de St Malo en mai, provoquée par l'espèce *Akashiwo sanguinea* (environ 10^6 cell/L). Durant l'année 2008, 45 blooms à diatomées ont été comptabilisés, ainsi qu'un bloom à dinoflagellés, soit quasiment le double par rapport à l'année 2007.

Morbihan. La production primaire a été importante du printemps à l'automne, avec plusieurs blooms successifs et la dominance des diatomées. Plus localement, en baie de Vilaine, une situation de blooms quasi permanente est observée d'avril à septembre, avec des efflorescences à *Skeletonema costatum* (mars, avril), suivies de blooms à *Chaetocerotaceae* et *Leptocylindrus danicus* (mai, juin), puis de l'espèce *Leptocylindrus minimus* (juillet à novembre). Une eau colorée due au genre *Prorocentrum*, et plus particulièrement à l'espèce *Prorocentrum micans*, a été observée sur les sites de production mytilicoles de la baie de Vilaine, entraînant une chute importante de l'oxygène dissous. La baie de Quiberon a connu une situation quasi semblable avec *Skeletonema*, *Chaetocerotaceae* et *Leptocylindrus minimus*.

Loire Atlantique, Vendée. Le premier bloom de phytoplancton apparaît en avril avec la diatomée *Skeletonema costatum*, remplacée en mai par le genre *Chaetoceros*. Un petit bloom du dinoflagellé *Scrippsiella* est observé en mai, suivi par la prédominance de la diatomée *Leptocylindrus* qui reste très présente jusqu'à la fin octobre, puis disparaît les deux derniers mois de l'année.

Charente maritime. La poussée printanière (février, mars) a été précoce sur l'ensemble des pertuis, associée à la diatomée *Skeletonema costatum*. Les diatomées ont été dominantes, à l'exception d'un point dans le pertuis d'Antioche (Le Cornard) où le dinoflagellé *Gymnodinium* a été dénombré à $1,5 \cdot 10^6$ cell/L au mois de juin. (NB : les Cryptophycées ne sont dénombrées sur aucun des points du département, la turbidité masquant les petits flagellés).

Gironde, Landes, Pyrénées atlantiques. Sur la période avril à novembre, huit blooms principaux ont été répertoriés dans le bassin d'Arcachon, avec différentes espèces dominantes. La diatomée *Asterionellopsis glacialis* a été fortement impliquée dans les floraisons printanières et automnales à l'intérieur du bassin. A l'entrée du bassin, *Leptocylindrus danicus* a dominé le bloom printanier. Au même point, un bloom estival a été observé, composé principalement de *Chaetoceros* spp. Alors que le genre *Pseudo-nitzschia* avait présenté de fortes abondances en 2007, sa présence dans le Bassin a été beaucoup plus discrète en 2008.

Gard, Hérault, Aude et Pyrénées orientales. Le suivi de la flore totale a lieu dans deux des plus grandes lagunes conchylicoles de la région, Thau et Leucate, ainsi qu'en mer ouverte face aux lagunes. Les taxons dominants sont surtout des diatomées. La lagune de Leucate a été marquée par les efflorescences du dinoflagellé toxique *Alexandrium minutum*.

Provence – Alpes – Côte d'Azur, Corse. En région PACA, les analyses en flore totale au printemps et à l'automne indiquent une population dominée par le genre *Chaetoceros*, avec une présence significative des *Pseudo-nitzschia*, surtout en février-mars. Dans la Baie du Lazaret, en rade de Toulon, le pic de biomasse se situe en juin, avec des niveaux relativement élevés jusqu'en fin d'année, avec un regain de production en novembre lié à la présence dominante de l'espèce *Leptocylindrus minimus*. En Corse, la flore totale est abondante dans l'étang de Diana durant tout le cycle annuel. Un pic d'abondance est relevé en avril avec l'espèce *Skeletonema costatum* ; une autre abondance de *Pseudo-nitzschia* est également observée de janvier à avril.

TAXONS DOMINANTS

Classe	Taxon	Nord, Pas-de-Calais,	Seine maritime,	Ille-et-Vilaine,	Finistère	Morbihan	Loire-atlantique,	Charente maritime,	Gironde, Landes,	Gard, Hérault,	Provence-Alpes-Côte
<i>Protoctista</i>											
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>										
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptomonadales</i>										
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Dinobryon</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Pennales</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Actinocyclus</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Asterionellopsis glacialis</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Asteromphalus</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Asteroplanus karianus</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Bacillaria glacialis</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Brockmanniella brockmannii</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Cerataulina</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Cerataulina pelagica</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Chaetoceros</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Chaetocerotaceae</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvistus</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Chaetoceros socialis + socialis f. radians</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Chaetoceros didymus + didymus var. protuberans</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Cocconeis</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Cylindrotheca closterium</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Entomoneidaceae</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Fragilariaceae</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Ditylum</i>										
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Guinardia delicatula</i>										

➤ PHYCOTOXINES

Nord, Pas-de-Calais, Somme. Le genre *Dinophysis*, potentiellement responsable de la toxicité lipophile n'a pas été observé. Le genre *Alexandrium*, responsable de la toxicité PSP a été observé, mais en faible concentration. Par contre *Pseudo-nitzschia* et *Pseudo-nitzschia delicatissima* (groupe des fines), potentiellement responsables de la toxicité ASP ont été retrouvés sur tous les sites, dépassant à certains moment le seuil d'alerte (300 000 cell/L). Les recherches de toxines ASP se sont cependant toutes révélées négatives.

Seine maritime, Eure, Calvados, Manche. La présence de toxines lipophiles s'est avérée positive sur le seul point d'Antifer (juillet et août), la concentration maximale de *Dinophysis* a été de 25 000 cell/L en août. Aucun test PSP sur les gisements de coquilles St Jacques des côtes de Seine maritime, Baie de Seine et Cotentin ne s'est révélé positif. Toutes les analyses ASP ont été également négatives, avec toutefois le fait que la toxine a pu être présente en faible quantité dans le Cotentin.

Ille-et-Vilaine, Côtes d'Armor. La recherche des 3 familles de phycotoxines sur les coquilles St Jacques des gisements de St Malo et de la Baie de St Brieuc s'est révélée négative. *Dinophysis* a été observé à l'ouest des Côtes d'Armor (Trébeurden, les Sept-Iles), dépassant une fois le seuil d'alerte pour ces zones (500 cell/L), sans que les toxines lipophiles n'aient été retrouvées dans les coquillages. *Alexandrium* a été détecté (4 fois), mais toujours à des concentrations faibles. Un bloom à *Pseudo-nitzschia* a entraîné une mise en alerte sur le secteur de Trébeurden sans confirmation de toxines ASP.

Finistère. Des toxicités lipophiles ont été observées sur différents secteurs de la presqu'île de Crozon (Dinan, Kerloch), de la Baie de Douarnenez (Kervel), de la Baie d'Audierne (Tronoen), de l'archipel des Glénan et du secteur de Concarneau (Le Scoré), sur une période allant de juin à octobre. La toxicité PSP n'a pas été identifiée. Ce n'est pas le cas pour les toxines ASP qui sont identifiées sur de nombreux secteurs durant toute l'année, parfois en faible quantité, parfois au-delà du seuil réglementaire. Le dépassement du seuil réglementaire est observé durant le premier semestre (plus une observation en octobre), principalement en rade de Brest et en Baie de Douarnenez (premier trimestre).

Morbihan. La toxicité lipophile a été mise en évidence sur plusieurs secteurs de production, essentiellement de mai à juillet. Les sites les plus touchés ont été la baie de Vilaine (moules sur bouchots), Penthièvre (gisement naturel de Donax) et la rivière d'Etel (moules, huîtres, palourdes). Une seconde contamination est relevée à la fin de l'été, début de l'automne dans le nord du département (Groix, Penthièvre, Etel). Aucune toxicité lipophile n'a été observée pour les gisements de pectinidés. La toxicité PSP n'a pas été observée. La présence de toxine ASP est systématiquement détectée dans les pectinidés, avec un dépassement du seuil réglementaire sur un site (Men er Roue) en été (juin à août).

Loire Atlantique, Vendée. La période à risque pour les toxines lipophiles est en juin – juillet. Des tests ont été également déclenchés par des alertes *Dinophysis*. Des résultats positifs de toxines lipophiles ont été obtenus sur plusieurs échantillons durant cette période, ainsi que sur un échantillon prélevé en août. Aucune toxine PSP n'a été détectée. La présence de toxines ASP est observée dans quasiment tous les prélèvements testés, mais un seul échantillon de coquilles St Jacques, en provenance du large du Croisic, prélevé en janvier, dépassait le seuil sanitaire.

Charente maritime, Vendée (sud). Les toxines lipophiles, PSP et ASP n'ont pas été détectées à des niveaux au-delà du seuil réglementaire.

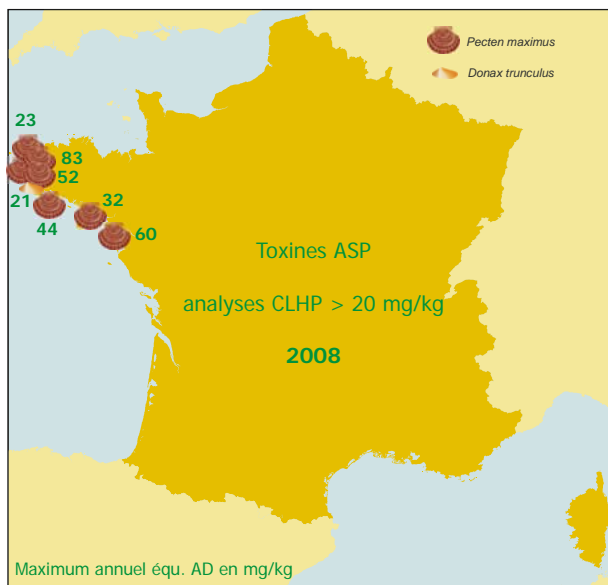
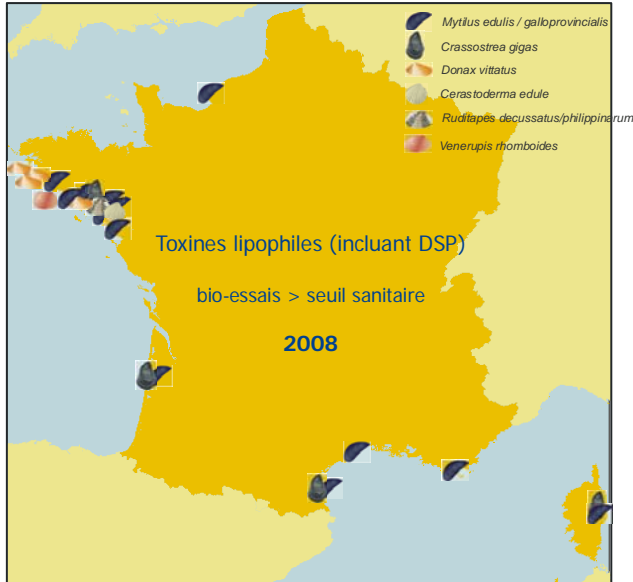
Gironde, Landes, Pyrénées atlantiques. Les analyses durant la période à risque pour le Bassin d'Arcachon ont donné des résultats positifs pour les toxines lipophiles à l'entrée du Bassin (Arguin Sud), d'avril à août, avec une sensibilité beaucoup plus grande des moules (14 résultats positifs) par rapport aux huîtres (3 résultats positifs, soit un rapport allant de 1 à presque 5). A l'intérieur du Bassin (Grand Banc), le nombre de résultats positifs était plus faible et également dans un rapport de 1 à 5 entre huîtres (1 résultat positif) et moules (5 résultats positifs). Dans le lac d'Hossegor, l'unique test souris réalisé au printemps s'est avéré négatif. Pour les autres toxines, les concentrations d'*Alexandrium* (toxines PSP) et du genre *Pseudo-nitzschia* (toxines ASP) sont toujours restées inférieures au seuil de déclenchement des tests. La surveillance systématique hebdomadaire des

toxines PSP dans les coquillages du Bassin d'Arcachon d'octobre à février (régime dérogatoire) s'est révélée négative.

Gard, Hérault, Aude et Pyrénées orientales. L'ensemble des espèces potentiellement toxiques est observé en Languedoc Roussillon. *Dinophysis* est détecté sur la quasi totalité des points de surveillance et plusieurs lagunes sont impactées par des épisodes de contamination par les toxines lipophiles : étang de Salses Leucate sur différents points de surveillance (événements discontinus entre janvier et août), étang du Prévost (juin et septembre) et étangs palavasiens, spécifiquement l'étang d'Ingril qui présente une toxicité quasi continue de mai à octobre. Le genre *Alexandrium* impacte fortement les lagunes de Thau et Leucate, mais aucun épisode de toxicité n'a été mis en évidence, du fait d'une absence de toxine PSP ou d'une présence en faible quantité (notamment dans l'étang de Leucate de janvier à avril). Le genre *Pseudo-nitzschia* a été dénombré en grande quantité, principalement au printemps, en mer ouverte et dans l'étang de Thau. Les tests de toxicité ont révélé la présence de la toxine ASP sur des échantillons de coquillages de la lagune de Thau, mais en concentration très inférieure au seuil sanitaire.

Provence – Alpes – Côte d'Azur, Corse. *Dinophysis* est observé sur tous les points du littoral (Villefranche s/ Mer excepté), avec des apparitions à caractère saisonnier, janvier-février sur les étangs corses, février-mars en baie du Lazaret, second semestre sur le littoral de Camargue. Les événements toxiques lipophiles sont détectés en janvier et février pour les deux étangs corses (ainsi qu'en septembre pour le seul étang Diana) et dans la baie du Lazaret en juin. La toxicité PSP n'a pas été recherchée compte tenu de la faible présence d'*Alexandrium*. La toxicité ASP a été recherchée, s'est avérée négative, avec seulement une détection en faible quantité en février dans les tellines des côtes de Camargue.

Présence des phycotoxines dans les coquillages.



Les toxines lipophiles, incluant les toxines DSP ont conduit à des épisodes toxiques (détectés par bio-essai sur souris) sur plusieurs régions du littoral, sur divers coquillages et à différentes époques de l'année : en Normandie (juillet et août), en Bretagne dans le Finistère (juin à octobre) et dans le Morbihan (surtout de mai à juillet), puis fin de l'été, début de l'automne), en Loire Atlantique et Vendée (juin juillet), dans le Bassin d'Arcachon (entre mars et août), dans les lagunes méditerranéennes (étang d'Ingril - mai à octobre, étangs corses - janvier-février).

Ces épisodes sont pour partie expliqués par la présence de toxines lipophiles connues (dont les principaux constituants observés en France sont l'acide okadaïque -AO- et les dinophysistoxines -DTX-), présence confirmée par des analyses chimiques en spectrométrie de masse (CL/SM-SM).

Sachant que le seuil réglementaire pour les toxines AO+DTXs est de 160 µg/kg, les concentrations observées en 2008 sont moyennes, plutôt moins fortes qu'en 2007 globalement, le maximum étant de 532 µg/kg dans les moules de la baie de Vilaine. Ces épisodes « normaux » sont retrouvés dans le Morbihan, à Arcachon, et à Diana.

Dans d'autres cas, les épisodes de toxicité détectés par bio-essai ne sont pas associés à des toxines lipophiles connues, du moins en quantité suffisante pour expliquer la mortalité des souris. Ces épisodes non expliqués sont retrouvés dans toutes les régions de France, et en particulier dans le bassin d'Arcachon. Dans certains cas, la concentration en AO+DTXs est proche de 160 µg/kg dans d'autres cas, elle est très faible, ou absente.

Les toxines PSP n'ont été observées en 2008 sur aucune zone du littoral (sauf en faible concentration, *i.e.* en dessous du seuil sanitaire, dans l'étang de Salses Leucate). En particulier, la présence d'*Alexandrium* dans les lagunes de Thau et Leucate, n'a pas induit d'épisodes toxiques.

Les toxines ASP ont conduit à des épisodes toxiques en Bretagne ouest et sud, uniquement sur des coquilles St Jacques : gisements du Finistère, surtout rade de Brest et Baie de Douarnenez (premier trimestre), du Morbihan (en faible quantité toute l'année, seul un site dépasse le seuil réglementaire en période estivale), de la Loire atlantique (un seul épisode toxique). La concentration maximale observée en acide domoïque (principal constituant des toxines ASP) est de 83 mg/kg en rade de Brest, sachant que le seuil sanitaire est de 20mg/kg. En Méditerranée, le genre *Pseudo-nitzschia* a été dénombré en grande quantité, mais les concentrations en toxines ASP sont toujours restées inférieures au seuil sanitaire (Thau, Camargue).

Des palytoxines et palytoxines-like (ovatoxines) ont été détectées dans des oursins en rade de Villefranche en quantité non négligeable, et dans des oursins en rade de Marseille en moindre quantité. Par ailleurs, une interdiction de plage et/ou une restriction de la baignade ont été prononcées sur des plages de Villefranche et Nice.

6. RÉSEAU D'OBSERVATION DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE

6.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre du ROCCH

Le principal outil de connaissance des niveaux de contamination chimique du littoral est constitué par le suivi RNO mené depuis 1979 et devenu le ROCCH en 2008. 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*"⁸. Les principaux contaminants mesurés dans ce cadre sont les métaux (Ag, Cd, Cr, Cu, Hg,

⁸ Pour plus d'information sur l'origine et les éventuels effets des différentes substances suivies dans le cadre du RNO, voir le document « Surveillance du Milieu Marin – Travaux du Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin - Édition 2006 » : <http://wwwz.ifremer.fr/envlit/content/download/27640/224803/version/1/file/rno06.pdf>.

Ni, Pb, V, Zn), les hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP), les PCB, le lindane et les résidus de DDT. Il faut signaler que l'année 2007 représente la dernière année des résultats de la surveillance chimique RNO (arrêt de financement par les donneurs d'ordre). Pour les années suivantes, la surveillance chimique, coordonnée et réalisée par Ifremer ne concernera plus que les 3 métaux réglementés (Cd, Hg et Pb) au titre de la surveillance sanitaire.

Concentrations maximales (poids humide) admises dans les coquillages destinés à la consommation humaine	
(Règlements CE 466/2001 et CE 221/2002)	
Cadmium :	1,0 mg kg ⁻¹ (p.h.), équivalant à environ 5,0 mg kg ⁻¹ (p.s.)
Mercure :	0,5 mg kg ⁻¹ (p.h.), équivalant à environ 2,5 mg kg ⁻¹ (p.s.)
Plomb :	1,5 mg kg ⁻¹ (p.h.), équivalant à environ 7,5 mg kg ⁻¹ (p.s.)

6.2. Commentaires

Chaque paramètre mesuré fait l'objet d'un commentaire. Deux éléments quantitatifs seront pris en compte, d'une part l'évolution de la médiane nationale (déterminée sur une base tri annuelle) pour connaître l'évolution de la contamination chimique à l'échelle de l'ensemble du littoral, d'autre part le positionnement local par rapport à cette médiane nationale. La médiane nationale a été déterminée sur les résultats correspondants aux mêmes périodes d'échantillonnage, afin d'éviter des effets de variations saisonnières dues, soit aux réponses physiologiques des mollusques, soit à des apports saisonniers de contaminants (ex. pesticides). Pour identifier les secteurs de surveillance soumis à des contaminations chimiques significatives, nous avons arbitrairement pris comme seuil, les niveaux de contamination supérieurs à 2 à 3 fois la médiane nationale. Des niveaux supérieurs à 20 fois la médiane nationale peuvent être observés pour certains contaminants.

Remarque : Il convient de signaler qu'entre les huîtres et les moules, la réponse à la contamination du milieu ambiant peut être très différente selon les contaminants. Les réponses peuvent être sensiblement comparables (contaminants organiques comme HAP, PCB, lindane, résidus du DDT, certains métaux comme Cr, Ni, Pb, V), ou différenciées (les huîtres accumulent plus que les moules pour Ag, Cd, Cu, Zn et, dans une moindre mesure, Hg). A noter que les moules ne sont pas de bons indicateurs de la contamination par le cuivre car elles régulent ce métal, tout au moins jusqu'à un certain niveau de contamination.

Argent (Ag)

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. Avec la production minière, la photographie (utilisation sous forme de nitrate d'argent) est la source majeure d'argent retrouvé dans l'environnement. Les traitements en station d'épuration ne sont pas toujours efficaces pour débarrasser les eaux usées de cet élément.

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 suivi par le RNO que depuis 2001.

Ag (mg/kg p.s.)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	moyenne
Huître	-	-	-	6,86	7,51	7,51	7,31	6,37	7,11 ± 0,49 (7%)
Moule	-	-	-	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06 ± 0,01 (15%)

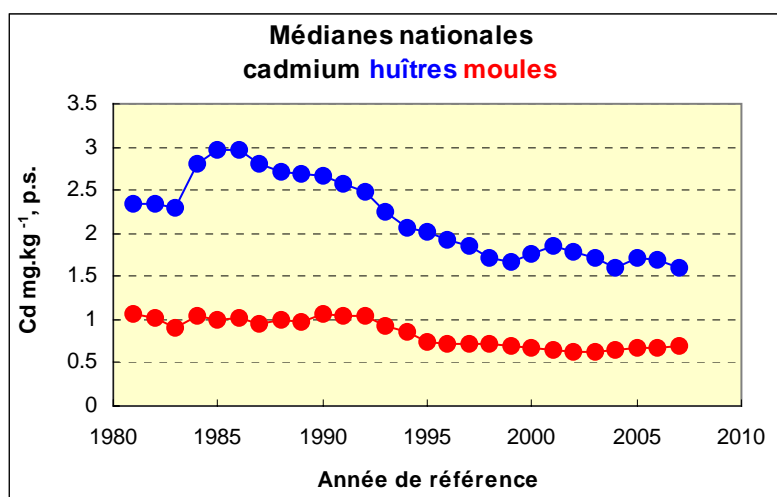
Evolution des médianes nationales sur fenêtre glissante de 3 ans.

Le niveau de contamination (médiane nationale) évolue peu sur la décennie actuelle. Il y a une forte différence entre huître et moule (le ratio huître : moule est évalué à 50 dans le dernier Bulletin RNO).. Les fortes contaminations par rapport à la médiane nationale se localisent aux débouchés des estuaires, en premier lieu celui de la Seine (x 14 à 34 fois la médiane nationale), de la Charente et de la Gironde (x 3,2 à 7,6) et plus faiblement de l'Adour (x 1,8). La seconde source de contamination provient d'anciennes activités minières (mines de plomb argentifères de Huelgoat et de Poullaouen des Monts d'Arrée que l'on retrouve au débouché de l'estuaire de l'Aulne au sud ouest de la Rade de Brest (x 3,3 fois la médiane nationale). Des valeurs au-dessus de la médiane nationale sont également relevées sur le littoral de la côte d'Opale (jusqu'à x 4,1) et en moindre mesure en région Pays de la Loire (jusqu'à x 2,4, avec toutefois une diminution sur les points les plus contaminés par rapport aux observations antérieures). En Méditerranée, aucune contamination particulière n'est relevée sur la base des points de surveillance échantillonnés.

Cadmium (Cd)

Les principales utilisations du cadmium sont les traitements de surface (cadmiage), 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 p.h., soit environ 5,0 mg/kg p.s.) et est un des 4 métaux prioritaires retenus au titre de la surveillance chimique DCE (la norme de qualité environnementale -NQE-a été fixée à 0,2 µg/L).



Cd (mg/kg p.s.)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	moyenne
Huître	1,77	1,86	1,77	1,71	1,59	1,71	1,70	1,60	1,71 ± 0,09 (5%)
Moule	0,68	0,65	0,63	0,63	0,64	0,67	0,67	0,69	0,66 ± 0,02 (3%)

Evolution des médianes nationales sur fenêtre glissante de 3 ans.

Le niveau de contamination (médiane nationale) évolue peu sur la décennie actuelle. Il y a une différence significative entre huître et moule (le ratio huître : moule est évalué à 2,5 dans le dernier Bulletin RNO). Les plus fortes contaminations sont toujours relevées au débouché de l'estuaire de la Gironde qui reste toujours sous l'effet des apports en cadmium des sédiments fluviaux du Lot,

anciennement 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 10 à 17 fois la médiane nationale et se prolonge jusque dans le Bassin ostréicole de Marennes Oléron (jusqu'à 10 fois la médiane nationale). Le second site de forte contamination est l'étang de Bages (x 5,2 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 supérieures à la médiane nationale se localisent à Ajaccio en Corse (x 3), au débouché de l'estuaire de la Seine (x 1,6 à 2,4), à l'embouchure de l'Aulne (x 2,6) et plus faiblement de l'Adour (x 1,5).

Chrome (Cr)

Le chrome est 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. Le chrome n'est suivi par le RNO que depuis 1999.

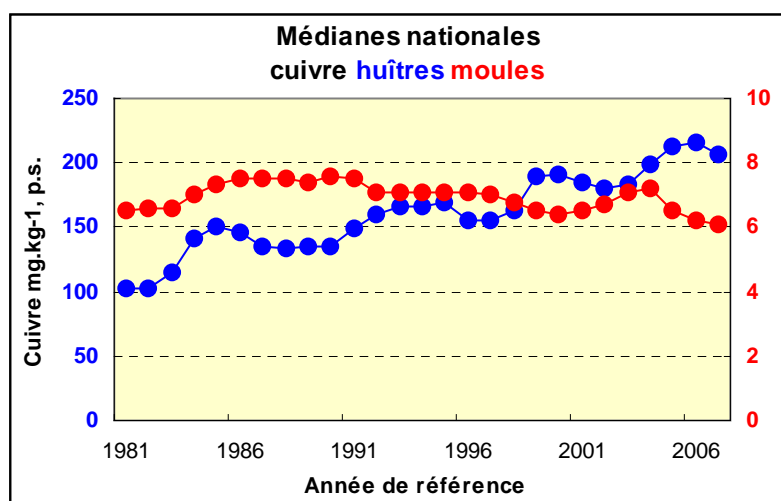
Cr (mg/kg p.s.)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	moyenne
Huître	-	0,83	0,84	0,86	0,85	0,86	0,84	0,73	0,83 ± 0,04 (5%)
Moule	-	0,91	0,91	0,97	0,86	0,89	0,80	0,87	0,89 ± 0,05 (6%)

Evolution des médianes nationales sur fenêtre glissante de 3 ans.

Le niveau de contamination (médiane nationale) évolue peu sur la décennie actuelle et il n'apparaît pas de différence significative entre huître et moule. Les contaminations les plus significatives, au-dessus de la médiane nationale, se localisent essentiellement aux débouchés des estuaires de Seine (x 2 à 4), Gironde (x 1,8 à 2,8), Adour (x 2,5). Une présence de chrome atteignant 2 fois la médiane nationale est relevée en Baie d'Audierne attribuée très probablement à un fond géochimique naturel.

Cuivre (Cu)

Hormis tous les usages industriels du cuivre, ce métal est également utilisé dans les algicides et les peintures antisalissures 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 mauvais indicateurs pour le cuivre car ils en régulent leur contenu autour de 7 mg.kg⁻¹, sauf en cas de très forte contamination.



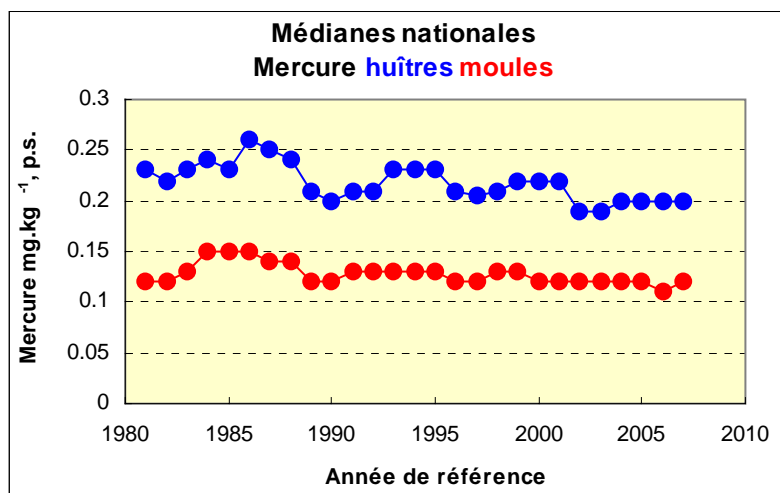
Cu (mg/kg p.s.)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	moyenne
Huître	191	185	180	183	198	213	216	206	196 ± 14 (7%)
Moule	6,4	6,5	6,7	6,3	7,2	6,5	6,2	6,1	6,5 ± 0,3 (5%)

Evolution des médianes nationales sur fenêtre glissante de 3 ans.

Le cuivre est régulé dans la moule et seule l'huître peut être considérée comme un indicateur fiable des contaminations faibles ou moyennes par ce métal (le ratio huître : moule est évalué à 10 dans le dernier Bulletin RNO). Il apparaît une augmentation significative de la médiane nationale sur la décennie actuelle, probablement liée à la reprise des peintures antisalissures à base de cuivre en remplacement des peintures au TBT à présent interdites. La contamination est sensible au niveau des stations proches de la Gironde (jusqu'à 4,7 fois la médiane nationale), de la Charente (x 2,4) et en Baie de Bourgneuf (x 1,7) au sud de l'estuaire de la Loire où elle semble être en augmentation régulière.

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 conduit à de nombreuses réglementations d'utilisation et de rejet. Le mercure est un contaminant réglementé au niveau de la protection sanitaire (0,5 mg/kg p.h., soit environ 2,5 mg/kg p.s.) et l'un des 4 métaux prioritaires retenus au titre de la surveillance chimique DCE (la norme de qualité environnementale -NQE- a été fixée à 0,05 µg/L).



Hg (mg/kg p.s.)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	moyenne
Huître	0,22	0,22	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20 ± 0,01 (5%)
Moule	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12 ± 0,00 (0%)

Evolution des médianes nationales sur fenêtre glissante de 3 ans.

Le niveau de contamination (médiane nationale) évolue peu sur la décennie actuelle et il apparaît une différence significative entre huître et moule (ratio huître : moule = 1,6). La contamination la plus importante est localisée dans le secteur soumis à l'influence de la Seine (x 1,3 à 3,2 la médiane

nationale) et dans la Baie du Lazaret en rade de Toulon (x 3). Ailleurs, les dépassements par rapport à la médiane nationale n'excèdent pas un facteur compris entre 1,3 et 1,5.

Nickel (Ni)

Le nickel entre dans la fabrication d'acier inoxydable, comme catalyseur dans l'industrie chimique et dans certains pigments. 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. Le nickel est un des 4 métaux prioritaires retenus au titre de la surveillance chimique DCE (la norme de qualité environnementale -NQE- a été fixée à 20 µg/L). Le nickel n'est suivi par le RNO que depuis 2001.

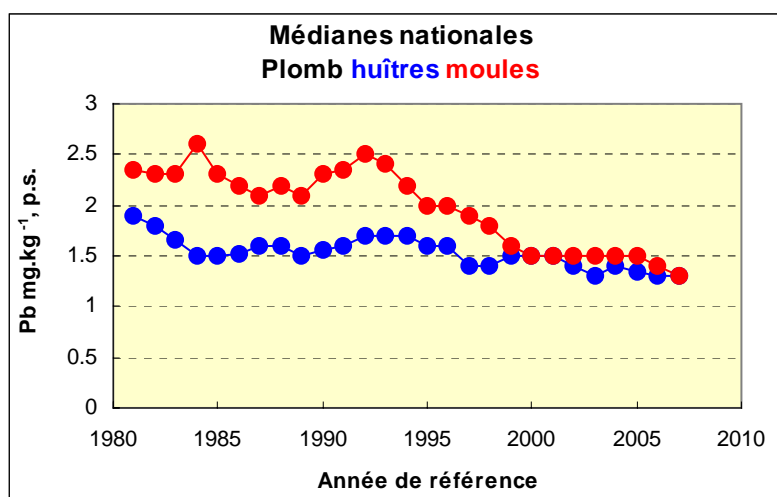
Ni (mg/kg p.s.)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Moyenne
Huître	-	-	-	0,90	0,95	0,95	0,97	0,92	0,94 ± 0,03 (3%)
Moule	-	-	-	1,32	1,17	1,29	1,21	1,21	1,24 ± 0,06 (5%)

Evolution des médianes nationales sur fenêtre glissante de 3 ans.

Le niveau de contamination (médiane nationale) évolue peu sur la décennie actuelle et il apparaît une différence peu significative entre huître et moule (ratio huître : moule ≈ 1,3). Les seuls dépassements significatifs, supérieurs à 2 fois la médiane nationale, sont localisés dans la zone soumise à l'influence de la Seine (x 2.6) et dans l'étang languedocien de Bages (x 2,5).

Plomb (Pb)

Depuis l'abandon de l'usage du plomb-tétraéthyle dans les essences, les usages principaux de ce métal restent la fabrication d'accumulateurs et l'industrie chimique. Son cycle atmosphérique est très important et constitue une source majeure d'apport à l'environnement. Le plomb est un contaminant réglementé au niveau de la protection sanitaire (1,5 mg/kg p.h., soit environ 7,5 mg/kg p.s.) et l'un des 4 métaux prioritaires retenus au titre de la surveillance chimique DCE (la norme de qualité environnementale -NQE- a été fixée à 7,2 µg/L).



Pb (mg/kg p.s.)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Moyenne
Huître	1,5	1,5	1,4	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4 ± 0,1 (7%)
Moule	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,5 ± 0,1 (7%)

Evolution des médianes nationales sur fenêtre glissante de 3 ans.

Le niveau de contamination (médiane nationale) est stable sur la décennie actuelle, les baisses les plus significatives ayant été observées pendant la décennie précédente, suite à l'introduction et la généralisation de l'essence sans plomb. Il n'apparaît pas de différence significative entre huître et moule. La contamination la plus importante est localisée dans la Baie du Lazaret en rade de Toulon (x 3,9 à 5,2 fois la médiane nationale), à Hendaye sur la côte Basque (x 3), à l'embouchure de l'Hérault (x 2,8) et à l'embouchure de l'Aulne en rade de Brest (x 3,7), en relation très probable avec les anciennes mines de plomb argentifères des monts d'Arrée d'Huelgoat et de Poullaouen. Les apports de plomb par l'estuaire de la Seine ou de la Gironde n'induisent pas une forte contamination (x 1,2 à 2,1 la médiane nationale).

Vanadium (V)

Le vanadium naturel provient principalement de l'activité volcanique et de l'érosion de la croûte terrestre. Les sources anthropiques sont fluviales et atmosphériques. Le vanadium est utilisé dans la métallurgie et l'industrie chimique. Les apports atmosphériques proviennent de la combustion des matières fossiles, certains pétroles bruts contenant du vanadium en quantité importante. Dans certains cas, il peut être considéré comme un traceur des déversements accidentels d'hydrocarbures en mer. Il est connu pour être un inhibiteur potentiel de certaines activités enzymatiques. Le vanadium n'est suivi par le RNO que depuis 2001.

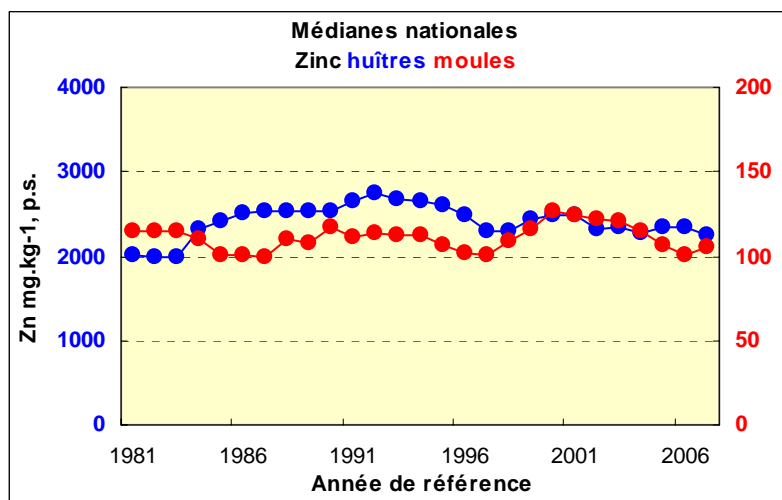
V (mg/kg p.s.)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Moyenne
Huître	-	-	-	1,44	1,27	1,50	1,42	1,54	1,43 ± 0,10 (7%)
Moule	-	-	-	1,39	1,21	1,31	1,24	1,49	1,33 ± 0,11 (8%)

Evolution des médianes nationales sur fenêtre glissante de 3 ans.

Le niveau de contamination (médiane nationale) évolue peu sur la décennie actuelle et il n'apparaît pas de différence significative entre huître et moule. Les seuls dépassements supérieurs à 2 fois la médiane nationale se localisent aux embouchures de l'Adour et de l'Hérault.

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 agricoles car il est présent en quantités significatives comme impureté dans certains engrais phosphatés.



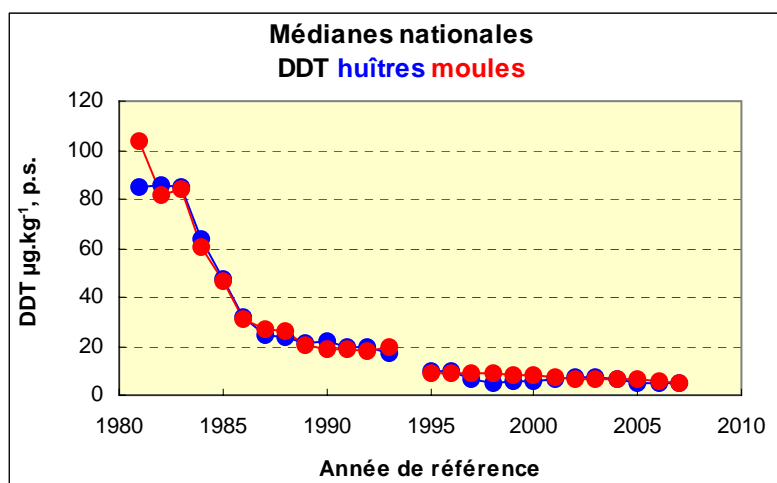
Zn (mg/kg p.s.)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Moyenne
Huître	2494	2475	2315	2343	2269	2339	2334	2257	2353 ± 87 (4%)
Moule	127	124	122	120	115	107	101	105	115 ± 10 (8%)

Evolution des médianes nationales sur fenêtre glissante de 3 ans.

Le niveau de contamination (médiane nationale) évolue peu sur la décennie actuelle. Il y a une forte différence entre huître et moule (le ratio huître : moule est évalué à 15 dans le dernier Bulletin RNO). Aucun "point chaud" n'est décelé sur l'ensemble du littoral. Plusieurs points de surveillance dépassent la médiane nationale, mais d'un facteur allant de 1,5 à 2,7 au maximum.

DDT (dichloro-diphényl-trichloroéthane)

Les résultats présentés ici sont en fait la somme [DDT + DDD + DDE], plus représentative de la contamination par cette substance et ses métabolites. La toxicité et la rémanence de cet insecticide ont conduit à l'interdiction de son utilisation en France en 1972. Pourtant, c'est seulement vers le milieu des années 1980 qu'une forte tendance à la baisse a commencé à se dessiner, puis à se confirmer sur tout le littoral, avec des décalages dans le temps selon les sites. Certains points du bassin d'Arcachon, qui étaient parmi les plus contaminés dans les années 1980, ont vu leurs concentrations en DDT dans les huîtres divisées par 50 en 15 ans.



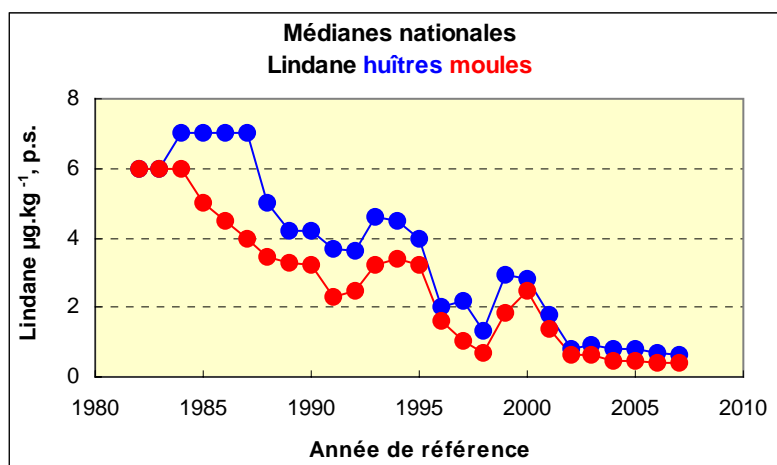
ΣDDT (µg/kg p.s.)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Moyenne
Huître	5,6	6,4	7,5	7,5	6,2	5,2	5,2	5,1	6,1 ± 1,0 (16%)
Moule	8,0	7,6	6,5	6,5	6,5	6,4	5,5	4,5	6,4 ± 1,1 (17%)

Evolution des médianes nationales sur fenêtre glissante de 3 ans.

Le niveau de contamination (médiane nationale) évolue peu sur la décennie actuelle, les plus fortes baisses ayant été enregistrées dans les années 1980. Il n'apparaît aucune différence entre huître et moule. Malgré l'interdiction du DDT en 1972, des résidus persistent 36 ans plus tard dans la zone soumise au panache de la Seine (x 4 fois la médiane nationale), et surtout dans le sud, dans le bassin d'Arcachon et sur la côte basque (x 2,9 à 3,1), dans les étangs languedociens (x 4,1 à 8,3 la médiane nationale, pouvant aller à 16 fois et 24 fois la médiane nationale, respectivement à l'embouchure de l'Hérault et dans l'étang du Prévost) et plus à l'Est, de la Camargue au Golfe de Fos (x 3,7 à 4,6), ainsi qu'à Toulon (x 2,4) et dans le Golfe de la Napoule (x 2,5).

Lindane (γ HCH ; gamma hexachlorocyclohexane)

Le lindane est un puissant insecticide organochloré largement utilisé depuis 1938 jusqu'à des restrictions d'usage successives ayant abouti à son interdiction en agriculture en France en 1998. On observe de fait une décroissance générale des niveaux de présence pour toutes les façades.



Lindane (µg/kg p.s.)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	moyenne
Huître	2,8	1,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	1,1 ± 0,8 (76%)
Moule	2,4	1,4	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8 ± 0,7 (90%)

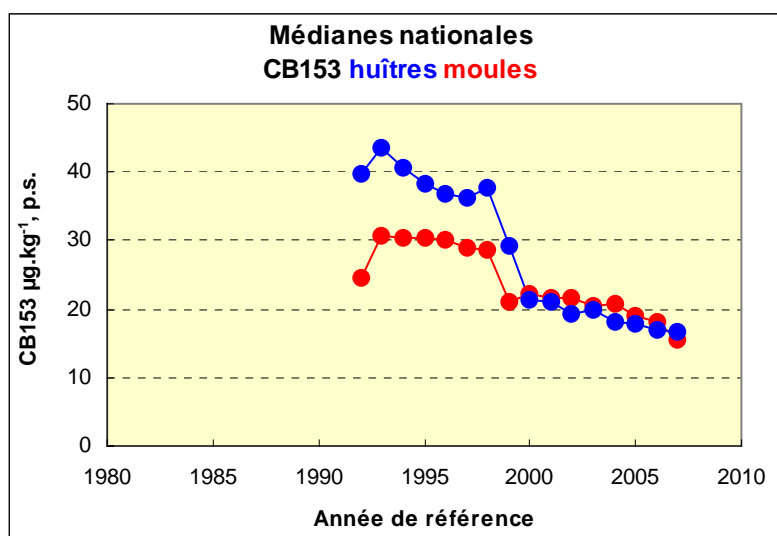
Evolution des médianes nationales sur fenêtre glissante de 3 ans.

Bien que moins rapidement que par le passé, le niveau de contamination (médiane nationale) décroît sur la décennie actuelle, aussi bien dans les huîtres que dans les moules, suite à son interdiction d'usage en agriculture en 1998. Par rapport à la médiane nationale actuelle, les contaminations les plus significatives sont localisées en Bretagne nord (x 2,3 à 5,0 fois la médiane nationale) et au point de Sant'Amanza en Corse du sud (x 5).

PCB (Polychlorobiphényles)

Les PCB sont des composés organochlorés comprenant plus de 200 congénères différents. Leur rémanence, leur toxicité, et leur faculté de bioaccumulation ont conduit à interdire leur usage en France à partir de 1987. Depuis lors, ils ne subsistent plus que dans des équipements électriques anciens, transformateurs et gros condensateurs. La convention de Stockholm prévoit la disparition totale de ces équipements pour 2025.

La stratégie de surveillance des PCB par le RNO a été modifiée en 1992. De 1979 à cette date ils étaient mesurés et exprimés en équivalent de mélange technique (Arochlor 1254). Depuis 1992, neuf congénères sélectionnés sont mesurés individuellement (CB 28, 52, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 180). La présentation des résultats pour les neuf congénères mesurés n'aurait que peu d'intérêt. L'ensemble des Polychlorobiphényles sera donc représentés ici par le **CB 153**, considéré comme représentatif de la contamination globale par ce groupe de substances.



CB53 (µg/kg p.s.)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	moyenne
Huître	22,1	21,6	21,5	20,5	20,7	18,9	18,1	15,5	19,9 ± 2,2 (11%)
Moule	21,3	21,0	19,3	19,8	18,0	18,0	16,9	16,6	18,9 ± 1,8 (9%)

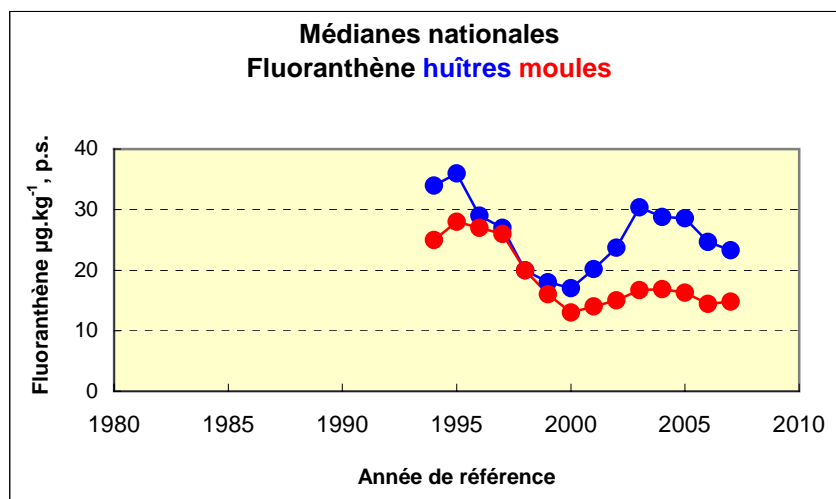
Evolution des médianes nationales sur fenêtre glissante de 3 ans.

Le niveau de contamination (médiane nationale) décroît sur la décennie actuelle, aussi bien dans les huîtres que dans les moules. La contamination la plus importante du littoral est sans conteste dans les secteurs soumis à l'influence directe des eaux de la Seine (x 16 à 20 fois la médiane nationale). D'autres points présentent des niveaux de contamination significatifs : l'embouchure de l'Elorn en rade de Brest (x 4,6), la baie de Bourgneuf en Loire atlantique (x 2,4), les points sous l'influence de la Gironde (x 3,6 à 5,6), la côte basque (x 2,8 à 4,8), les étangs de Thau et du Prévost (x 2,1 à 2,5), certains secteurs à l'est du Rhône (x 2,0 à 2,7) et surtout en Baie du Lazaret dans la rade de Toulon (x 6,3).

HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques)

Les HAP entrent pour 15 à 30% dans la composition des pétroles bruts. Moins biodégradables que les autres hydrocarbures, ils restent plus longtemps dans le milieu. S'ils existent à l'état naturel dans l'océan, leur principale source est anthropique et provient de la combustion des produits pétroliers, sans oublier les déversements accidentels et les rejets illicites. Les principaux HAP sont cancérigènes à des degrés divers, le plus néfaste étant le benzo(a)pyrène.

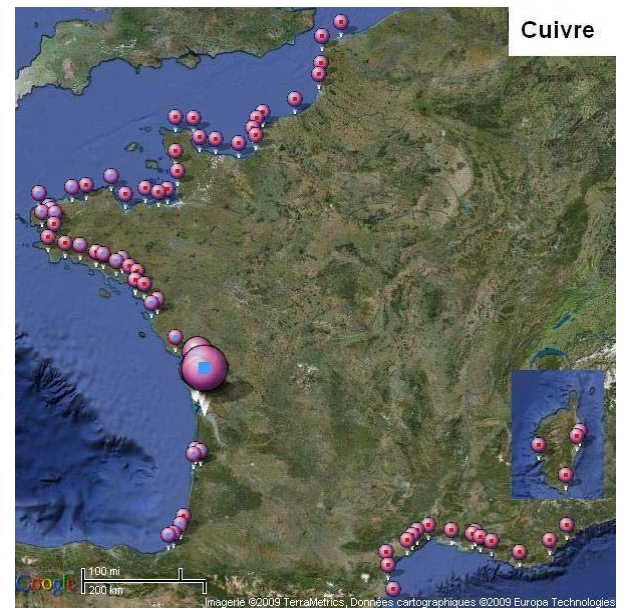
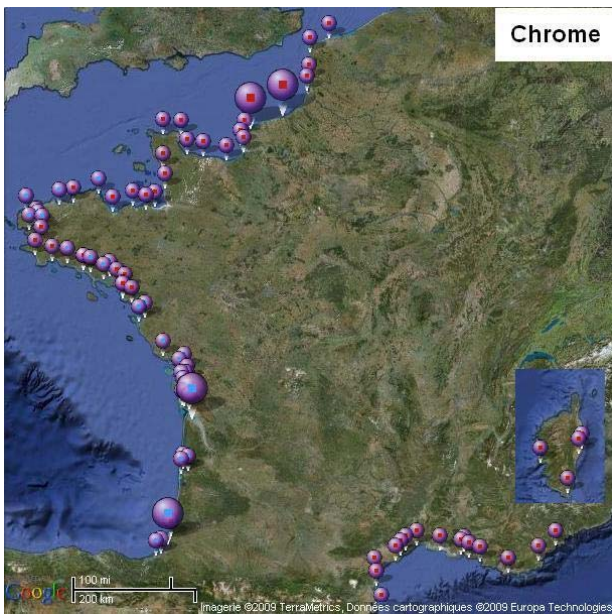
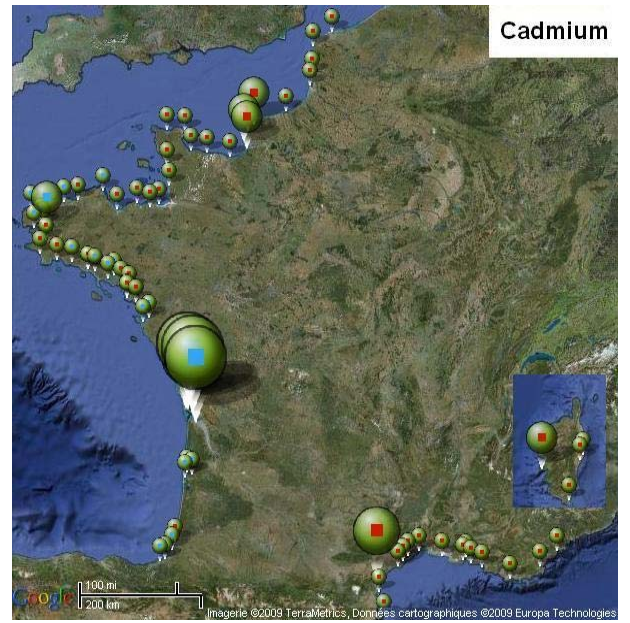
Comme pour les PCB, la stratégie de suivi des HAP par le RNO a évolué au cours du temps. De 1979 à 1993 ils étaient mesurés globalement. Depuis 1994, 16 molécules sont mesurées individuellement, répondant ainsi aux recommandations de nombreuses organisations internationales. Pour les mêmes raisons que précédemment, la famille des HAP sera représentée ici par le **fluoranthène**.



Fluoranthène (µg/kg p.s.)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	moyenne
Huître	17,0	20,2	23,7	30,4	28,8	28,6	24,7	23,3	24,6 ± 4,6 (18%)
Moule	13,0	14,0	15,0	16,7	16,8	16,3	14,4	14,8	15,1 ± 1,4 (9%)

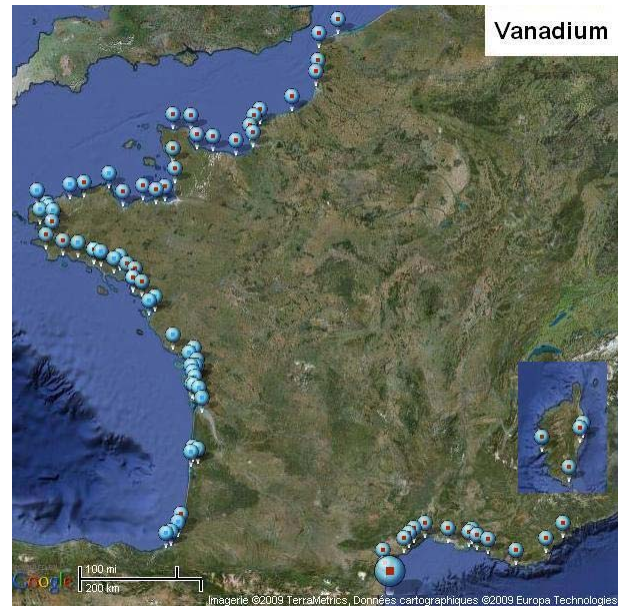
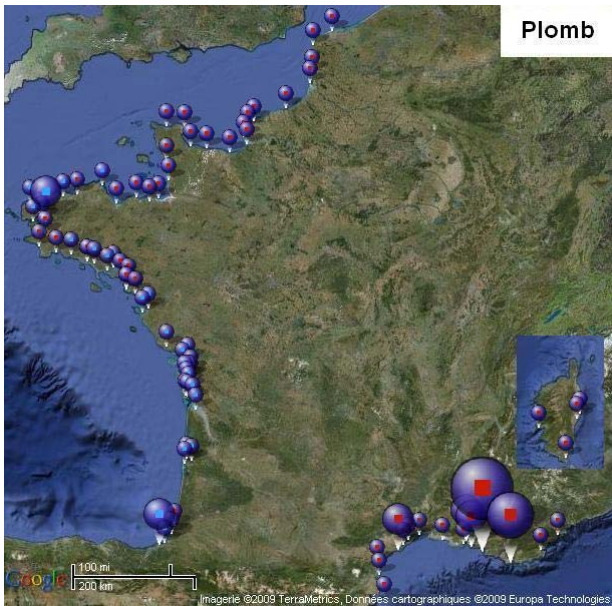
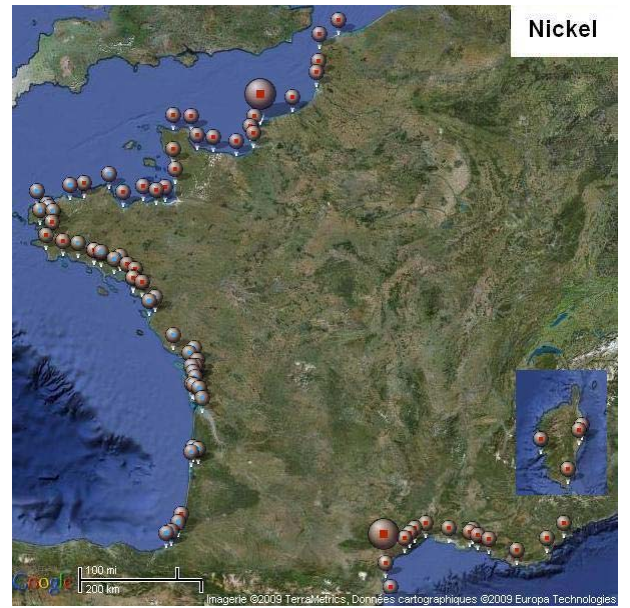
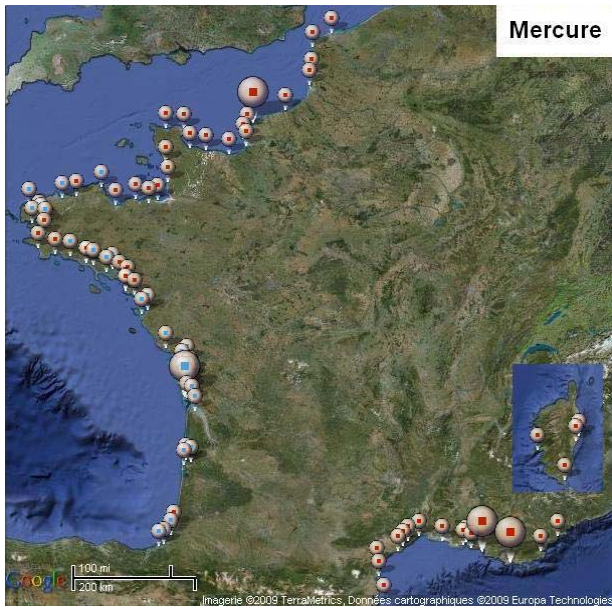
Evolution des médianes nationales sur fenêtre glissante de 3 ans.

Le niveau de contamination (médiane nationale) montre une inversion de tendance sur la décennie actuelle, avec une décroissance dans les dernières années ; il n'apparaît pas de différence significative entre huître et moule. De nombreux secteurs montrent une contamination significative, supérieure à 2 fois la médiane nationale, mais qui ne dépasse pas un facteur multiplicatif de 5. On retrouve ces secteurs sur le littoral de la côte d'Opale (x 1,5 à 2,9), aux points soumis au panache de la Seine (x 4), en rade de Brest (x 1,5 à 2,3) mais surtout au débouché de l'Elorn dans la partie nord de la rade (x 4,6), dans le bassin d'Arcachon (x 2). Sur la côte méditerranéenne, les secteurs contaminés se localisent à l'embouchure de l'Hérault (x 3), dans l'anse de Carteau (x 3,3) et le Golfe de la Napoule (x 23).



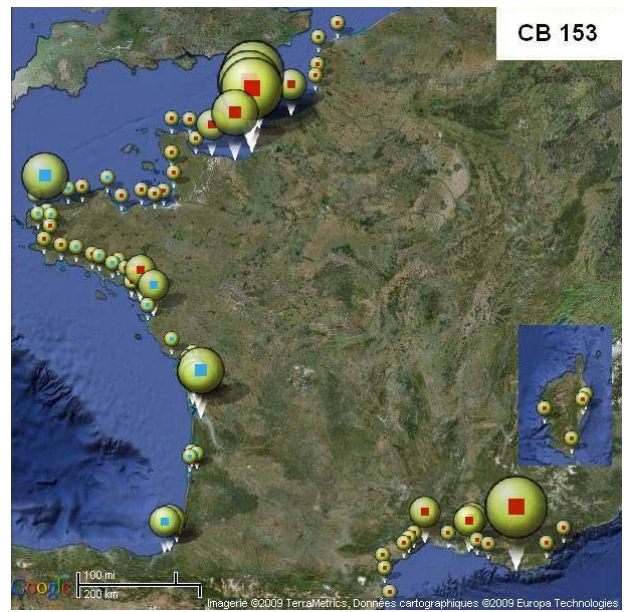
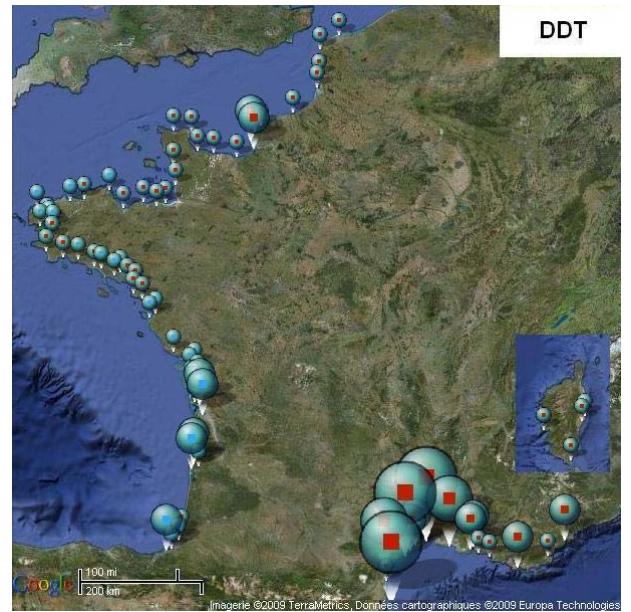
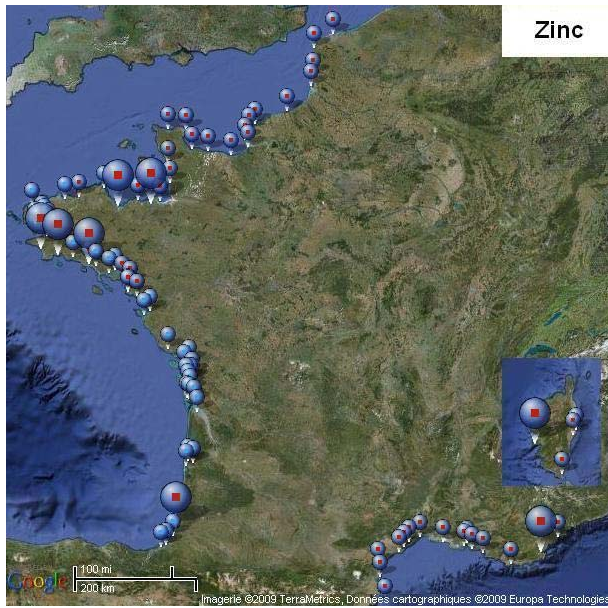
Légende





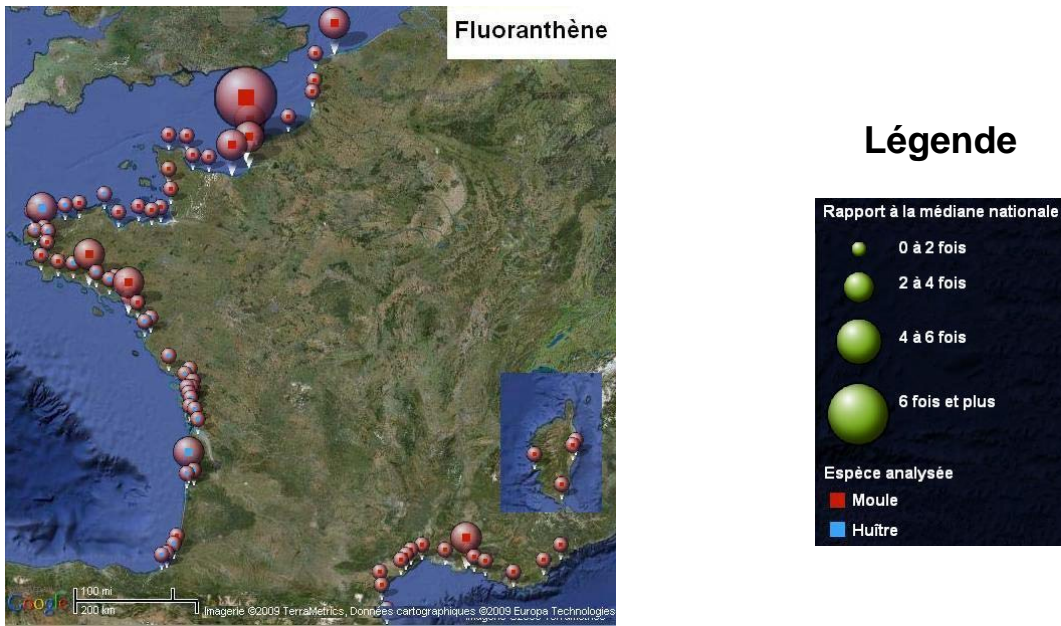
Légende





Légende





Comparaison des médianes des concentrations en contaminants aux médianes nationales pour chaque point de prélèvement.

Synthèse par zone de surveillance

Zones de surveillance	Situations observées
Nord, Pas-de-Calais, Somme	<p>Les niveaux de contamination qui dépassent les médianes nationales sont par ordre décroissant : HAP, ensuite PCB et Ag, enfin Cr, Cu, Ni.</p> <p>Sur les 4 stations suivies, les deux situées le plus au nord sont les plus soumises à la contamination chimique.</p> <p>Les 3 métaux réglementés sont en-dessous des seuils sanitaires.</p>
Seine maritime, Eure, Calvados, Manche	<p>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, en comparaison de la médiane nationale, c'est surtout le cas pour les PCB (x 16 à 20), Ag (x 14 à 34), les HAP (x5), les résidus de DDT (x 4), Cr (x 2 à 4) et dans une mesure moindre (x 1,2 à 2,4) pour d'autres contaminants comme Cd, Pb, Hg.</p> <p>Les 3 métaux réglementés sont en-dessous des seuils sanitaires.</p>
Ille-et-Vilaine, Côtes d'Armor	<p>La plus forte contamination par rapport à la médiane nationale concerne le lindane. Les concentrations en métaux Ag, Cd, Cr, Hg, Pb, V et Zn qui dépassent la médiane nationale (x 1,3 à 2,4) concernent les stations situées à proximité d'un port.</p> <p>Les 3 métaux réglementés sont en-dessous des seuils sanitaires.</p>
Finistère	<p>La contamination la plus significative, par rapport à la médiane nationale, concerne le lindane (X 2 à 3,7). Une station (débouché de l'Elorn en Rade de Brest) présente des niveaux de contamination significatifs en PCB et HAP, explicables par la proximité de la zone portuaire. Les anciennes activités minières de plomb argentifère des Monts d'Arrée expliquent très probablement les niveaux significatifs en Ag et Pb dans la partie sud de la Rade de Brest (embouchure de l'Aulne). L'origine géochimique devrait expliquer les niveaux de concentrations en Ni et Cr dans le sud de la Baie d'Audierne. Des niveaux supérieures de 2 à 2,6 fois la médiane nationale sont enregistrées pour Cd en Baie d'Audierne et en Rade de Brest.</p> <p>Les 3 métaux réglementés sont en-dessous des seuils sanitaires.</p>
Morbihan	<p>La station située dans la rade de Lorient présente les concentrations les plus élevées, notamment pour Zn, PCB et HAP.</p> <p>Les 3 métaux réglementés sont en-dessous des seuils sanitaires.</p>
Loire Atlantique, Vendée	<p>Au nord de la Loire, la seule contamination observée concerne l'argent (x 2,4).</p> <p>En estuaire de Loire (Pointe de Chemoulin), et au sud (baie de Bourgneuf) des niveaux de contamination supérieurs à la médiane nationale sont relevés pour plusieurs contaminants : Ag, Cd, Cr, DDT, PCB.</p> <p>En Vendée sud (baie de l'Aiguillon), des contaminations supérieures à la médiane nationale sont relevées pour différents métaux : Ag, Cd, Cr, Zn, V.</p> <p>Les 3 métaux réglementés sont en-dessous des seuils sanitaires.</p>
Charente maritime	<p>La Gironde est toujours cause d'une forte contamination en Cd du bassin de Marennes Oléron (x 5,8 à 10 la médiane nationale), ainsi que pour Ag (x 3,2 à 5,4), Cu (x 4,2), PCB (x 2,9 à 3,6), DDT (x 2,2) et Cr (x1,6 à 1,8).</p> <p>La Charente est une source d'apports significatifs pour la zone des pertuis : notamment pour Ag (x 3,2 à 3,7), Cd (x 2,5) et Cr (x 1,6 à 1,8).</p> <p>Les 3 métaux réglementés sont en-dessous des seuils sanitaires, mais les concentrations en cadmium s'en rapprochent dans le bassin de Marennes Oléron, et peuvent les dépasser sporadiquement.</p>

**Gironde, Landes,
Pyrénées atlantiques**

4 secteurs sont identifiés :

- la zone sous influence de la Gironde, fortement contaminée par **Cd, Cu, DDT, PCB, Ag et Cr**. Dans l'ensemble, les niveaux de contamination décroissent.
- la zone du bassin d'Arcachon où persistent des résidus de **DDT** malgré une diminution spectaculaire durant les décennies précédentes.
- la côte landaise où la contamination observée, peu élevée par rapport aux autres sites, décroît au cours du temps.
- la côte basque, soumise aux eaux de l'Adour et de la Bidassoa, présente des contaminations significatives en résidus de **DDT, PCB et Pb**.

Les 3 métaux réglementés sont en dessous des seuils sanitaires, sauf pour **Cd** sur les deux points situés en Gironde.

**Gard, Hérault, Aude,
Pyrénées orientales**

L'embouchure de l'Hérault est marquée par une plus forte contamination en **Pb** et résidu de **DDT**.

La situation dans les étangs est surtout marquée par une persistance générale des résidus de **DDT** et des situations spécifiques pour l'étang de Bages (**Cd, Ni**), l'étang de Leucate (**lindane**), et l'étang du Prévost (**Hg, PCB**)

Les 3 métaux réglementés sont en-dessous des seuils sanitaires, toutefois le **Cd** approche le seuil sanitaire dans l'étang de Bages.

**Provence-Côte-d'Azur,
Corse**

La zone ouest de la Camargue au golfe de Fos, sous influence du Rhône présente des contaminations significatives en **DDT, PCB et HAP**.

Les zones urbaines et portuaires (Toulon, Marseille, Ajaccio, Fos) montrent des concentrations élevées en métaux lourds (**Pb, Hg, Cd, Zn**), en **PCB** et **HAP** ; c'est particulièrement le cas de la baie du Lazaret à Toulon, notamment pour **Pb**.

En Corse, les niveaux de contamination sont généralement faibles, sauf pour le **lindane** dans la baie de Sant'Amanza (x 4,8 la médiane nationale).

Les 3 métaux réglementés sont en-dessous des seuils sanitaires, toutefois le **Plomb** approche le seuil sanitaire dans la baie du Lazaret.

En conclusion, le suivi RNO à l'échelle nationale, initié en 1979 et interrompu en 2007, renseigne sur la distribution spatiale et l'évolution d'un ensemble de contaminants chimiques sur l'ensemble du littoral métropolitain. Des tendances décroissantes sont clairement observées, le DDT depuis son interdiction en 1972, le lindane depuis son interdiction en 1998, les PCB depuis leur réglementation en 1987, le cadmium en Gironde consécutive à l'arrêt des anciennes activités minières du bassin de Decazeville. A l'inverse, des tendances croissantes semblent apparaître pour le cuivre qui pourrait retrouver une nouvelle utilisation comme substance active dans les peintures anti-salissures, en remplacement du TBT à présent interdit. L'origine des contaminants sur le littoral est varié, origine multiple comme les HAP, indice de la densité industrielle et urbaine comme les PCB ou l'argent, origine agricole comme le lindane, apports par d'anciennes activités minières conduisant à des contaminations historiques comme le cadmium en Gironde ou l'argent et le plomb en rade de Brest, fond géochimique naturel pour le chrome et le nickel. Les points les plus chauds se localisent à l'embouchure des estuaires, en premier la Seine pour les PCB et l'argent, la Gironde pour le cadmium. Le second point chaud est celui de la Baie du Lazaret en rade de Toulon. Au vu des concentrations des trois métaux réglementés sur le plan sanitaire (Cd, Pb et Hg), la Gironde s'avère impropre à la production de coquillages pour le cadmium et plusieurs secteurs présentent des concentrations proches des seuils réglementaires : certains points du Bassin de Marennes-Oléron pour le cadmium et la Baie du Lazaret en rade de Toulon pour le plomb.

7- RÉSEAU MOLLUSQUES DES RESSOURCES AQUACOLES

7.1. Contexte, objectifs et mise en œuvre du REMORA

Le réseau REMORA suit depuis 1993 les performances d'élevage (croissance, mortalité et qualité) de deux classes d'âge (« 18 mois » ou adultes, et « naissain » ou juvéniles) de l'huître creuse *Crassostrea gigas* sur les principales régions ostréicoles françaises. Il permet ainsi d'évaluer les tendances géographiques et temporelles de la survie, de la croissance et de la qualité des huîtres creuses, en jouant un rôle d'aide à la gestion des bassins ostréicoles et de référentiel pour des études scientifiques (écosystèmes, évolution de parasites, mortalités estivales).

Dans un souci de standardisation des données recueillies, le suivi porte, pour chacune des classes d'âge, sur un lot unique d'huîtres, répondant à certaines exigences d'origine et de calibre, et réparti à la même date sur les différentes stations. Pour des raisons liées aux spécificités régionales d'élevage, le suivi des juvéniles n'est pas opéré en Méditerranée.

En 2008, les 29 stations du réseau REMORA se répartissent comme suit:

- 9 en Normandie;
- 6 en Bretagne Nord;
- 5 en Bretagne Sud;
- 1 en Pays de la Loire;
- 4 dans les Pertuis Charentais (bassin de Marennes-Oléron);
- 2 sur le bassin d'Arcachon;
- 2 en Méditerranée.

Réparties sur les principaux secteurs ostréicoles français, les stations de surveillance permettent d'assurer une couverture nationale et pluri-annuelle de l'évolution des performances de la ressource ostréicole exploitée. Le réseau REMORA complète ainsi au niveau ressources le suivi opéré par l'Ifremer dans le cadre des réseaux de surveillance de l'environnement (REPHY, REMI, ROCCH, REBENT).

La plupart des stations correspond à des stations positionnées sur l'estran, à des niveaux d'immersion comparables. Trois stations en eau profonde sont positionnées sur la baie de Quiberon et en Méditerranée, afin de répondre aux contraintes d'élevage locales.

Le protocole utilisé pour le suivi des performances 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.

La mise à l'eau des cheptels est effectuée en février ou mars et est suivie d'une visite de contrôle (P0) 15 jours après la mise à l'eau. Les échantillonnages sont réalisés en juin (P1), septembre (P2) et décembre (P3). Le relevage final a lieu en février ou mars de l'année suivante.

Les principaux paramètres suivis sont :

- Mortalité
- Croissance
- Indice de chair
- Indice d'infestation par le ver parasite *Polydora*
- Indice Gélatine, en relation avec la présence de certains polluants
- Indice de maturité sexuelle
- Coefficient d'épaisseur

Pour en savoir plus, des informations complémentaires ainsi que les rapports des années antérieures sont accessibles sur le site : <http://www.ifremer.fr/remora>.

Les résultats de l'année en cours sont disponibles sur : http://www.ifremer.fr/observatoire_conchylicole

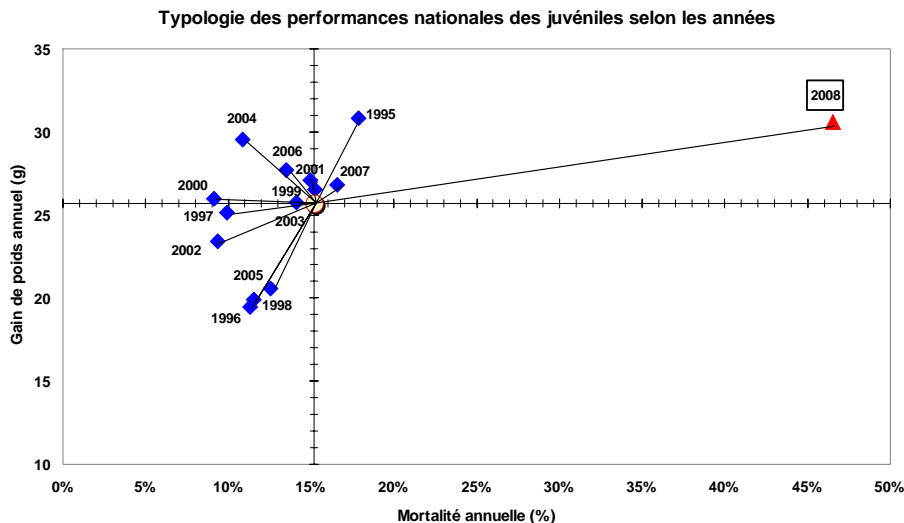
7.2. Commentaires

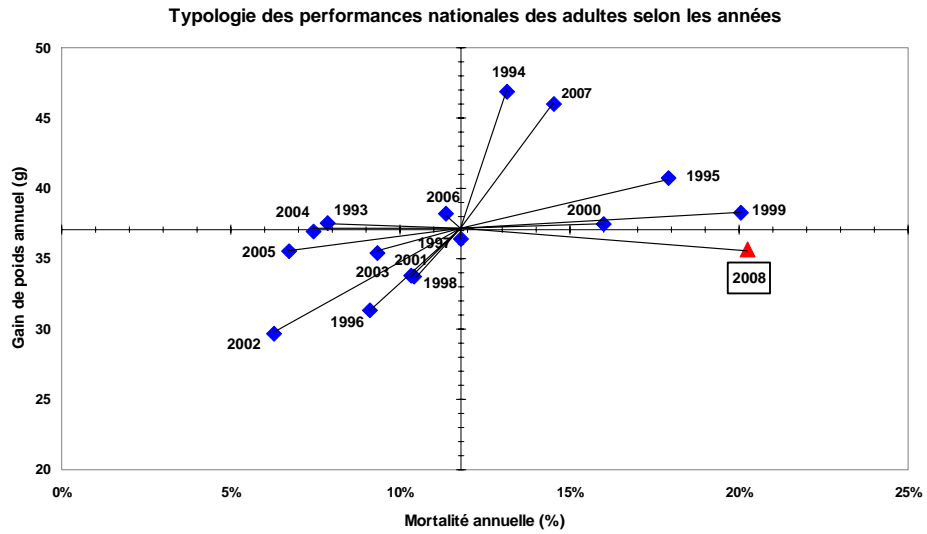
L'année 2008 a été marquée par de fortes mortalités d'huîtres creuses *Crassostrea gigas*, selon un phénomène général qui a touché l'ensemble des côtes françaises, et a touché principalement les huîtres juvéniles en début de période estivale. Ces mortalités ont constitué la crise la plus importante pour cette espèce depuis son introduction en France, avec des valeurs pouvant dépasser 80% comme en Normandie.

Cet épisode de surmortalité estivale se distingue des événements passés par sa dimension nouvelle en termes d'intensité, de simultanéité d'apparition sur le littoral français et de configuration spatiale. L'hétérogénéité spatiale habituellement observée entre les différents bassins de production, apparaît en effet gommée en 2008. La dynamique temporelle habituelle de progression du phénomène, s'étalant sur plusieurs mois selon un gradient sud - nord, s'est réduite à quelques semaines en 2008.

Les figures ci-dessous illustrent, au niveau national, l'importance de cette crise à partir des données du réseau REMORA. Cette crise se caractérise notamment par le fait que les mortalités ont affecté les juvéniles jusqu'à 18 mois, quelle qu'en soit l'origine; et que l'apparition du phénomène s'est produit de manière quasi-simultanée sur l'ensemble des bassins conchylicoles.

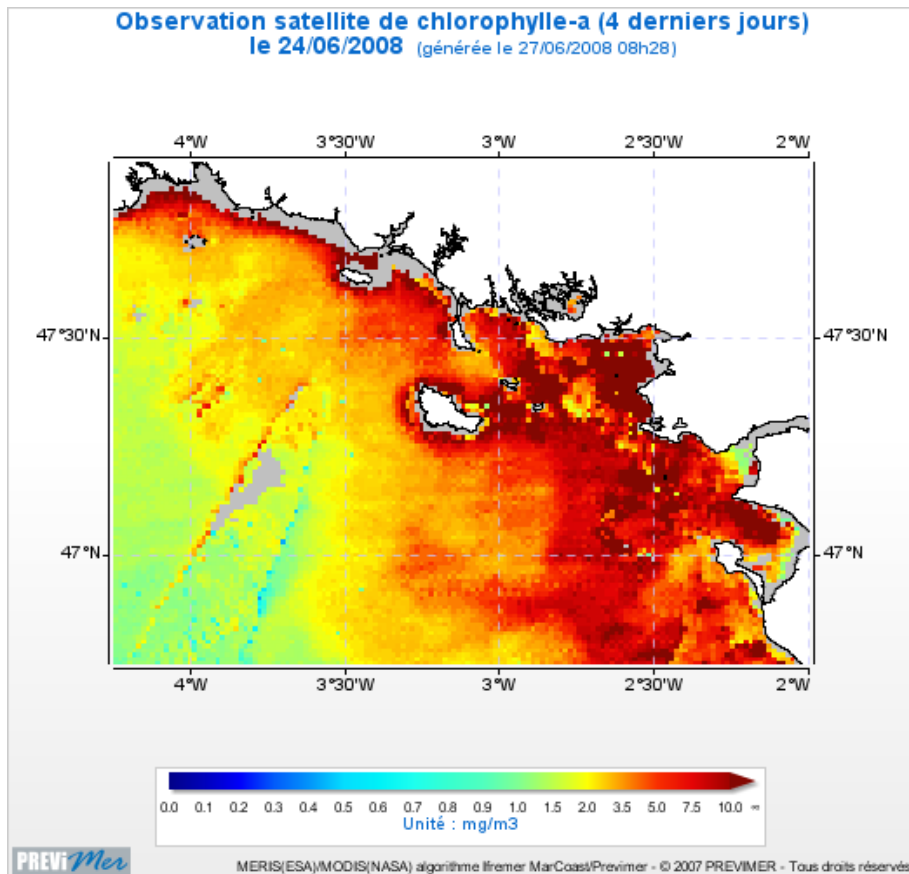
Des situations contrastées peuvent cependant apparaître, avec des secteurs relativement peu touchés, comme la Baie de Morlaix en Bretagne nord, ou des différences marquées entre des sites d'estran et le site en eau profonde de la baie de Quiberon en Bretagne sud. Les huîtres adultes ont été beaucoup moins touchées que les juvéniles, même si l'année 2008 se positionne parmi les années à fortes mortalités pour cette classe d'âge. Cette dernière présente également des situations contrastées, entre des secteurs fortement touchés et des secteurs faiblement touchés (ex. étang de Thau).





La croissance ne semble pas être corrélée aux épisodes de surmortalités observées, autant pour les juvéniles que pour les adultes. Dans un grand nombre de secteurs, la croissance des huîtres, et particulièrement des juvéniles, montrent des performances tout à fait remarquables par rapport aux années précédentes.

L'hiver 2008 se caractérise, sur les façades Manche – Atlantique, par des températures et une pluviométrie supérieures à la normale. Ces conditions climatiques ont constitué un facteur de fragilisation aggravant pour les huîtres, en maintenant un métabolisme hivernal supérieur à la normal, et ont conduit à des blooms de phytoplancton et des teneurs en chlorophylle a très élevés au printemps, provoquant un surinvestissement des huîtres dans la reproduction.

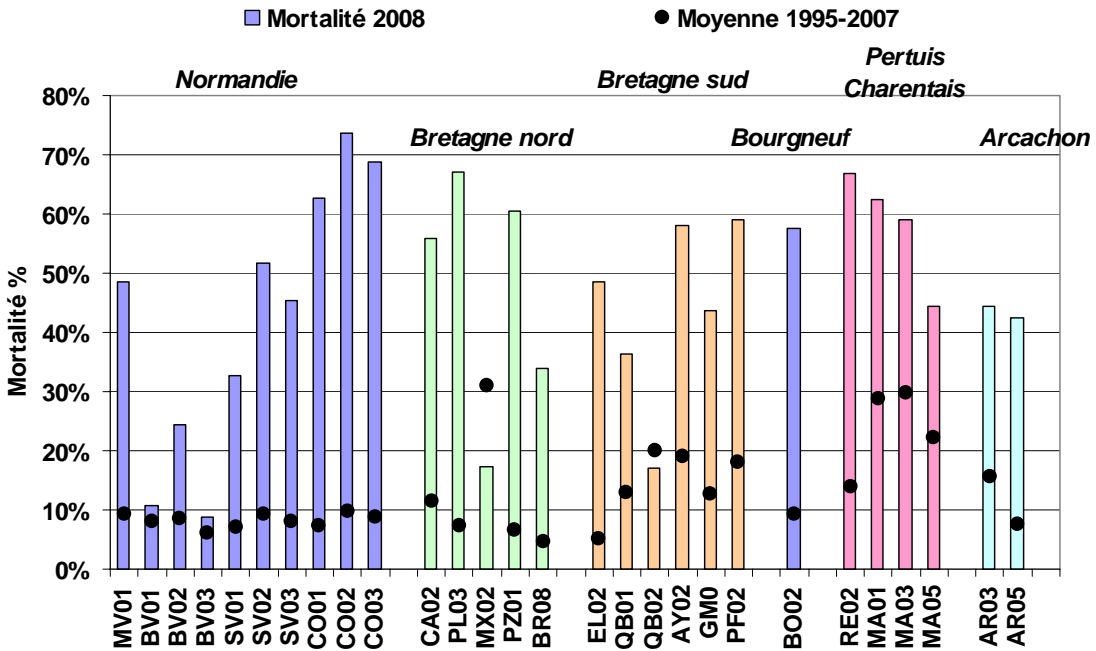


Ces conditions ont également favorisé le développement des pathogènes. Au niveau national, des analyses ont été réalisées par la Cellule Analytique du laboratoire de La Tremblade dans le cadre du réseau de surveillance de la santé des mollusques REPAMO. Sur 56 lots collectés entre mai et septembre 2008, dont 50 pour l'huître creuse *Crassostrea gigas*, les analyses ont montré l'absence tant d'agents pathogènes à déclaration obligatoire, que d'organismes pathogènes exotiques ou émergents.

En revanche, la présence dans 76% des lots analysés d'un virus (OsHV1), et dans 50% des lots d'une bactérie (*Vibrio splendidus*) a été détectée dans l'ensemble des zones atteintes. Ces agents, déjà connus en France comme associés à des phénomènes de mortalité, ont été détectés en 2008 dans de très nombreux échantillons présentant des origines diverses, et n'avaient pas été jusqu'à présent mis en relation avec des épisodes de mortalités estivales aussi exceptionnels que ceux enregistrés en 2008.

Synthèse par région de surveillance

La figure ci-dessous synthétise les valeurs de mortalité cumulée entre mars 2008 et décembre 2008 pour les stations du réseau REMORA, comparées aux valeurs des moyennes observées sur ces stations entre 1995 et 2007.



Région	Commentaires généraux
Normandie	<p>Mortalités</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Juveniles</u> : la région n'a pas échappé à la crise nationale de surmortalité chez les juvéniles, atteignant 80 à 90% des stocks d'élevage. Les pertes estivales ont été supérieures à 70%, à l'image du phénomène qui a marqué l'ensemble de la filière nationale au cours de l'été 2008. Le secteur le plus épargné est celui de la Baie des Veys (<10%), mais avec des mortalités estivales supérieures à la normale. • <u>Adultes</u> : les mortalités enregistrées dans la Baie des Veys sont supérieures à la moyenne interannuelle et confirmer le caractère plus sensible de ce secteur pour cette classe d'âge. La côte de l'Ouest Cotentin a été la plus durement frappé par la crise estivale avec des surmortalités dépassant 25% chez les adultes. <p>Croissance</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Juveniles</u> : la croissance est au moins conforme à la moyenne interannuelle. Elle se révèle très bonne en période automnale dans certains secteurs comme la Baie des Veys, la côte Est et sur la côte Ouest Cotentin. • <u>Adultes</u> : la croissance est au moins conforme à la moyenne interannuelle. Elle est particulièrement bonne en Baie des Veys et sur la Cote Ouest Cotentin.
Bretagne nord	<p>Mortalités</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Juveniles</u> : la crise de surmortalité n'a pas épargné la Bretagne nord. En décembre les mortalités cumulées étaient de 67,1% sur Paimpol, 60,5% sur le site de la Penzé, de 55,8% sur Cancale et de 34% en rade de Brest. La Baie de Morlaix a été relativement épargnée avec une mortalité cumulée de 17,3%. A titre de comparaison, la valeur moyenne de mortalité cumulée relevée sur la Penzé sur les 10 dernières années était de 6,6%. • <u>Adultes</u> : comme pour les autres bassins, la crise a relativement épargné les adultes, la mortalité cumulée était de 17,2% à Paimpol (moyenne décennale 9,2%), 29,7% sur le site de Morlaix, 7,8% en Penzé. La mortalité la plus élevée était relevée sur le site de Brest avec un chiffre de 34% <p>Croissance</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Juveniles</u> : la croissance est dans la moyenne pour le secteur de Cancale et particulièrement bonne sur le secteur de Paimpol. Une très bonne croissance est également observée en baie de Morlaix et sur la Penzé • <u>Adultes</u> : la croissance est dans la moyenne pour Paimpol (pas de données pour Cancale). Dans le Finistère, la croissance s'avère contrastée, forte croissance en Baie de Morlaix et faible croissance sur le site de la Penzé.
Bretagne sud	<p>Mortalités</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Juveniles</u> : la mortalité cumulée en fin d'année s'élevait à 49,1% sur les sites d'estran (à rapprocher de la moyenne de 11,8% sur les 10 dernières années). La mortalité est essentiellement estivale. En eau profonde, aucune surmortalité n'est observée. • <u>Adultes</u> : la mortalité cumulée sur l'ensemble des sites de l'estran était de 19,9%. Si cette valeur est inférieure aux juvéniles, elle est plus élevée que la moyenne décennale (8,7%). A l'inverse des juvéniles sur le site en eau profonde, la mortalité des adultes est de 26,8% qui est la plus forte valeur enregistrée depuis 1997 <p>Croissance</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Juveniles</u> : croissance bonne • <u>Adultes</u> : bonne croissance, comparativement à la moyenne des 10 dernières années, avec toutefois des disparités selon les sites.

Pays de la Loire Mortalités

- Juveniles : mortalité cumulée de 57,6% (moyenne de 9,3% sur les 10 dernières années)
- Adultes : mortalité cumulée de 19,9%, plus faible que pour les juvéniles, mais supérieure à la moyenne décennale de 7,6%.

Croissance

- Juveniles : croissance bonne proche de la moyenne
- Adultes : croissance bonne proche de la moyenne

Pertuis charentais**Mortalités**

- Juveniles : les mortalités anormales très importantes, principalement en période estivale, ont été enregistrées sur les juvéniles, situées entre 40 et 60%.
- Adultes : Les mortalités, moins fortes que pour les juvéniles, atteignant un niveau moyen voisin de 20%, ont été enregistrées également sur la même période estivale. Elles sont identifiées comme les plus importantes pour les huîtres de 18 mois.

Croissance

- Juveniles : la croissance des juvéniles se situe au-dessus de la moyenne, notamment sur un site « D'Agnas » où elle atteint un niveau inhabituel pour ce site sans explication particulière.
- Adultes : croissance moyenne et homogène

Bassin d'Arcachon**Mortalités**

- Juveniles : l'essentiel de la mortalité a eu lieu durant l'été ; la mortalité cumulée se situant entre 40 et 50%, au dessus des valeurs rencontrées durant la décennie précédente (5 à 30%).
- Adultes : Les mortalités sont plus faibles, entre 15 et 20%, se situant au niveau des valeurs rencontrées fortes de la décennie précédente.

Croissance

- Juveniles : la croissance a été plus importante qu'au cours des années précédentes de 2005 à 2007.
- Adultes : la même observation est faite que pour les juvéniles.

Languedoc Roussillon**Mortalités**

- Juveniles : comme en 2006 et 2007, une sur-mortalité a été enregistrée au cours du printemps avec deux pics en mai et juin, atteignant un taux de mortalité cumulée de 85% quelque soit l'origine du naissain (données du réseau régional).
- Adultes : les résultats ne reflètent en aucun cas l'épisode de surmortalité observée majoritairement sur les juvéniles ; la mortalité cumulée ne dépasse pas 10% et se situe dans les valeurs rencontrées durant les dix dernières années.

Croissance

- Juveniles : non suivi
- Adultes : la croissance est qualifiée de normale.

8- POUR EN SAVOIR PLUS

Adresses WEB Ifremer utiles

Le site Ifremer	http://www.ifremer.fr/
Le site environnement	http://wwz.ifremer.fr/envlit/
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://wwz.ifremer.fr/envlit/documents/bulletins.rno

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

Les résultats de la surveillance sont accessibles à partir de : http://wwz.ifremer.fr/envlit/resultats/surval_1

Nouveau produit de valorisation des données sur les contaminants chimiques à partir de : <http://wwz.ifremer.fr/envlit/> [cf. rubrique "A voir" et "les contaminants chimiques dans les huîtres et les moules du littoral français"].

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

Les bulletins previmer http://www.previmer.org/newsletter/bulletin_d_informations_de_previmer

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

Aminot A. et Kérouel R., 2004. *Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses*. Ed Ifremer, 336 p.

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.

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 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>.

9 - GLOSSAIRE

Source : <http://wwz.ifremer.fr/envlit/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'ostréiculture (huîtres), la pectiniculture (coquilles St-Jacques), la vénériculture (palourdes, clovisses)

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

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

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

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

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

Phycotoxines. Substances toxiques sécrétées par certaines espèces de phytoplancton

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