

2

Les eaux marines



C. Couvert - Graphies

La métropole reçoit en moyenne 750 mm de pluie par an. Près de 70 % de cette eau est restituée à l'atmosphère par évaporation des sols ou évapotranspiration des plantes ; le reste se déverse en mer, le long du littoral, après avoir lessivé des sols et été utilisé par l'homme pour ses besoins domestiques, agricoles ou industriels. Cette utilisation humaine génère d'importants rejets en matières organiques et minérales, en métaux lourds, en pesticides, en détergents, en micro-organismes d'origine entérique*, qui arrivent à la mer par les rivières et les fleuves, par les rejets directs le long des côtes des villes, stations balnéaires et usines ou simplement par ruissellement. A cette pollution tellurique du littoral s'ajoutent les pollutions chroniques ou accidentelles provenant des activités maritimes : aquaculture, dragages, trafic maritime, etc. Ces multiples sources de pollutions sont susceptibles d'altérer la qualité des eaux côtières. Celle-ci doit cependant être préservée, que ce soit pour protéger le patrimoine naturel du littoral, pour maintenir les activités traditionnelles de pêche et de conchyliculture ou pour soutenir l'extension du tourisme balnéaire.

Depuis une vingtaine d'années, la prise de conscience de ces enjeux a entraîné l'adoption de textes de lois et de réglementations aux niveaux national, européen et international (conventions d'Oslo et de Paris, convention de Barcelone, etc.). Des normes de qualité des eaux marines ont ainsi été fixées. Elles correspondent à un usage particulier (eaux de baignade, eaux conchylicoles) ou sont destinées à protéger les écosystèmes. Des réseaux de surveillance ont été développés à l'échelle nationale par les organismes et services publics. Ils permettent de progresser dans la connaissance et la protection du milieu.

Les macrodéchets

Aux déchets naturels que la mer jette à la côte, algues et bois morts, s'ajoute une masse croissante de matériaux, débris ménagers et industriels, dont la dégradation est très lente. Il n'existe pas d'inventaire récent de ces pollutions sur l'ensemble des plages du littoral. La campagne d'évaluation menée par l'Ifremer en 1982 sur onze sites-tests avait dénombré de 400 kg à quatre tonnes de déchets solides

échoués par kilomètre linéaire de côte. L'un de ces onze sites-tests, les plages de Hardelot dans le Pas-de-Calais, fait l'objet chaque année depuis 1994 d'une opération « nettoyage de printemps » au cours de laquelle sont évaluées les quantités de macrodéchets collectés. Sur ce site, le poids des déchets ramassés a doublé entre 1982 et 1994. En revanche, le nombre de macrodéchets collectés baisse depuis 1994. Le type de macrodéchets collectés a évolué depuis l'inventaire de 1982 : les résidus d'hydrocarbures sont beaucoup plus rares. Les plastiques deviennent prépondérants, que ce soient les flacons d'entretien ménager, les sacs de supermarché, les bouteilles d'eau minérale ou encore des objets dangereux comme les seringues. Sur 1 700 objets divers ramassés sur un kilomètre de la plage de Hardelot pendant la campagne de mars 1996, près de 60 % sont des plastiques.

Depuis 1992, l'Ifremer a également entrepris une étude sur l'ampleur du problème des macrodéchets sur les fonds marins. Plus de 400 chalutages ont été réalisés principalement sur le plateau continental du golfe de Gascogne et en Méditerranée. Le nombre de débris dans le seul golfe du Lion a été évalué à plus de huit millions et ceux gisant sur le fond du golfe de Gascogne à plus de cinquante millions. Cette étude, complétée par des observations *in situ* et par des chalutages profonds, a permis de démontrer l'existence de zones d'accumulation notamment au large de la Gironde en période hivernale et dans les canyons méditerranéens où des densités supérieures à 200 débris par hectare ont été constatées. L'ensemble des résultats





Le système de mesure de la qualité des eaux marines

L'Ifremer met en œuvre le « réseau d'observation et de surveillance du milieu marin côtier » sur l'ensemble du littoral français métropolitain, découpé en 119 bassins hydrologiques répartis dans 43 sites. Chacun des types de données collectées correspond à un « volet » spécifique de ce réseau de surveillance.

Le **réseau national d'observation (RNO)** évalue les niveaux et les tendances des principaux polluants et les paramètres généraux de la qualité du milieu marin. Il vise aussi à évaluer l'état de santé de la flore et de la faune marines à travers l'analyse des perturbations observées chez certains organismes, végétaux et animaux, choisis comme indicateurs de qualité. Les paramètres généraux de qualité mesurés dans les masses d'eaux sont la température, la salinité, les sels nutritifs, la chlorophylle et les phaeopigments*. Dans certains sites les silicates et l'oxygène dissous sont également mesurés. Les polluants sont évalués dans la matière vivante utilisée comme bio-intégrateur. Les différents paramètres mesurés sont les métaux lourds considérés comme toxiques, les organochlorés tels que le lindane et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

Le **réseau de surveillance du phytoplancton* et des phycotoxines* (Réphy)** assure le suivi des populations phytoplanctoniques et en particulier, des espèces toxiques pour l'homme ou les organismes marins. Cette surveillance s'exerce préférentiellement dans les zones de production et de pêche à pied de coquillages.

Le **réseau microbiologique (Rémi)** évalue par le dénombrement des coliformes fécaux (*Escherichia coli*) dans les mollusques, les niveaux et les tendances de la contamination fécale. Il est destiné à valider en continu le classement des zones de production. Il met en évidence et suit les épisodes inhabituels de contamination.

La surveillance des eaux de baignade est de la responsabilité des services déconcentrés du **ministère chargé de la Santé** (directions départementales des Affaires sanitaires et sociales - Ddass). Le contrôle sanitaire porte sur l'ensemble des zones de baignade qui n'ont pas fait l'objet d'une interdiction permanente et qui sont habituellement fréquentées. Les analyses sont réalisées de façon régulière durant la saison balnéaire (15 juin - 15 septembre en métropole). Elles portent essentiellement sur les paramètres microbiologiques (recherche des coliformes fécaux et streptocoques fécaux).

Il existe par ailleurs plusieurs réseaux de surveillance du littoral mis en place, à l'échelle d'estuaires, de ports ou de façades d'un département, à la demande et sur financement des agences de l'Eau, des régions, d'EDF ou des collectivités locales. Ils répondent à un besoin de données, soit dans des zones sensibles à l'eutrophisation, soit en complément des données microbiologiques du Rémi ou du réseau national de baignade, dans des zones à risques tels que des plages ou des parcs de production conchylicole près de secteurs fortement urbanisés.

L'**Office de protection contre les rayonnements ionisants (Opri)** contrôle l'impact des activités nucléaires sur l'environnement local, et en particulier marin, via une surveillance des eaux de surface (douces et marines), des sédiments terrestres et marins et de la faune et flore marines. L'Opri procède à l'ensemble des analyses des échantillons recueillis. Pour les prélèvements, il fait appel aux services des Ddass, de l'Ifremer, de la Marine nationale) ou à l'exploitant de l'installation. Les modalités de la surveillance sont définies pour chaque site.

Des laboratoires indépendants, comme celui de la Commission de recherche et d'information indépendante sur la radioactivité (Crii-Rad) réalisent également ponctuellement des prélèvements et analysent les échantillons.

permet d'évaluer aujourd'hui à 300 millions le nombre des débris dans le bassin nord occidental de la Méditerranée.

L'abondance et la distribution des débris et macrodéchets sur le plateau continental et dans les canyons du golfe du Lion ont été déterminées au cours d'une campagne d'août 1997. Il ressort que les débris s'accumulent dans les canyons, à des profondeurs supérieures à 500 mètres, dans des zones où la circulation océanique est faible.

La qualité des eaux marines

La contamination microbienne

La qualité des coquillages

Amateur de coquillages (la France est le premier producteur et le premier consommateur d'huîtres en Europe), le Français les consomme, par tradition, le plus souvent crus ou peu cuits. De ce fait, il s'expose à des risques de toxi-infection alimentaire. Ces mollusques présentent en

effet le risque de concentrer des contaminants et des germes pathogènes pour l'homme. C'est pourquoi, dès 1939, un règlement d'administration publique a mis en place un dispositif de contrôle à la fois du milieu marin et des produits récoltés en vue de la consommation humaine. En 1976, un arrêté ministériel a déterminé les normes de salubrité et les procédures à suivre pour le classement des zones. En 1979, un arrêté interministériel a fixé les critères microbiologiques applicables aux denrées animales et d'origine animale, incluant (avec des valeurs

spécifiques) les coquillages vivants. Ces grandes lignes ont été reprises dans la directive 91/492/CEE du 15 juillet 1991, transposée en France par le décret du 28 avril 1994. Un de ses arrêtés d'application (arrêté interministériel du 21 juillet 1995, relatif au classement de salubrité et à la surveillance des zones de production et des zones de reparcage des coquillages vivants) impose des critères de classement des zones, en prenant en compte les particularités physiologiques des différentes espèces de coquillages récoltés.

La priorité a été donnée à l'exigence de qualité des eaux conchylicoles car la salubrité des coquillages est totalement dépendante de celle du milieu de production. Les contaminations bactériennes peuvent être rapidement réduites par des techniques de purification des coquillages en bassin d'eau de mer. Mais le risque d'une contamination des coquillages par des virus entériques, dont la vitesse de purification est extrêmement lente, impose de limiter la purification en bassin aux coquillages élevés dans des zones peu contaminées. Par ailleurs, un reparcage de longue durée dans des zones exemptes de contamination peut permettre une purification progressive des coquillages. Ces considérations sont à la base de la stratégie de classement des zones de production en quatre catégories :

- **zone salubre**, ou de qualité **A** : zone dans laquelle les coquillages peuvent être récoltés et mis sur le marché directement par un établissement d'expédition agréé ;
- **zone peu contaminée**, ou de qualité **B** : zone dans laquelle les coquillages peuvent être récoltés mais ne peuvent être mis sur le marché qu'après un passage en bassin de purification dans un établissement agréé ou un reparcage dans une zone salubre agréée ;



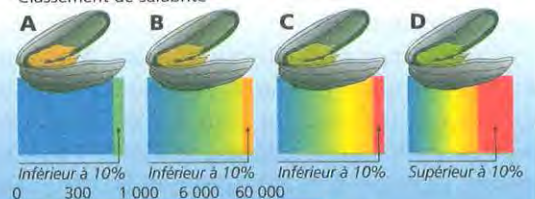
Les risques pour la santé liés à la consommation des coquillages

Les coquillages filtrent de grandes quantités d'eau pour en extraire la nourriture nécessaire à leur développement. Ils peuvent accumuler des micro-organismes pathogènes, d'origine entérique provenant des rejets urbains ou agricoles le long du littoral ; il s'agit principalement de bactéries (*Salmonella*, *Listeria*, *Shigella*, *Campylobacter*, *Vibrio*) et de virus (virus de l'hépatite A et virus apparentés au virus de Norwalk).

Jusque dans les années cinquante, la consommation des coquillages était souvent mise en rapport avec des épidémies de typhoïde ou de choléra. Depuis cette époque, dans les pays occidentaux, les maladies les plus fréquemment liées aux coquillages sont les gastro-entérites d'origine bactérienne ou virale et, plus grave, certaines hépatites virales. Bien que de façon moins répandue, la présence de phyco-toxines ou de substances chimiques dans les coquillages peut également entraîner des manifestations pathologiques.

Pour démontrer la responsabilité des coquillages, il faut identifier rapidement les malades. L'analyse des symptômes peut souvent orienter vers un agent étiologique* particulier. Le développement de nouvelles techniques analytiques basées sur la biologie moléculaire permet depuis peu de vérifier cette hypothèse aussi bien dans les coquillages incriminés que dans les selles de malades. La recherche de micro-organismes pathogènes doit être associée à une étude épidémiologique du facteur de risque responsable de la pathologie observée. C'est l'ensemble de ces résultats qui permet d'affirmer l'implication des coquillages dans les phénomènes épidémiques. On peut alors prendre des mesures pour réduire voire supprimer ce risque.

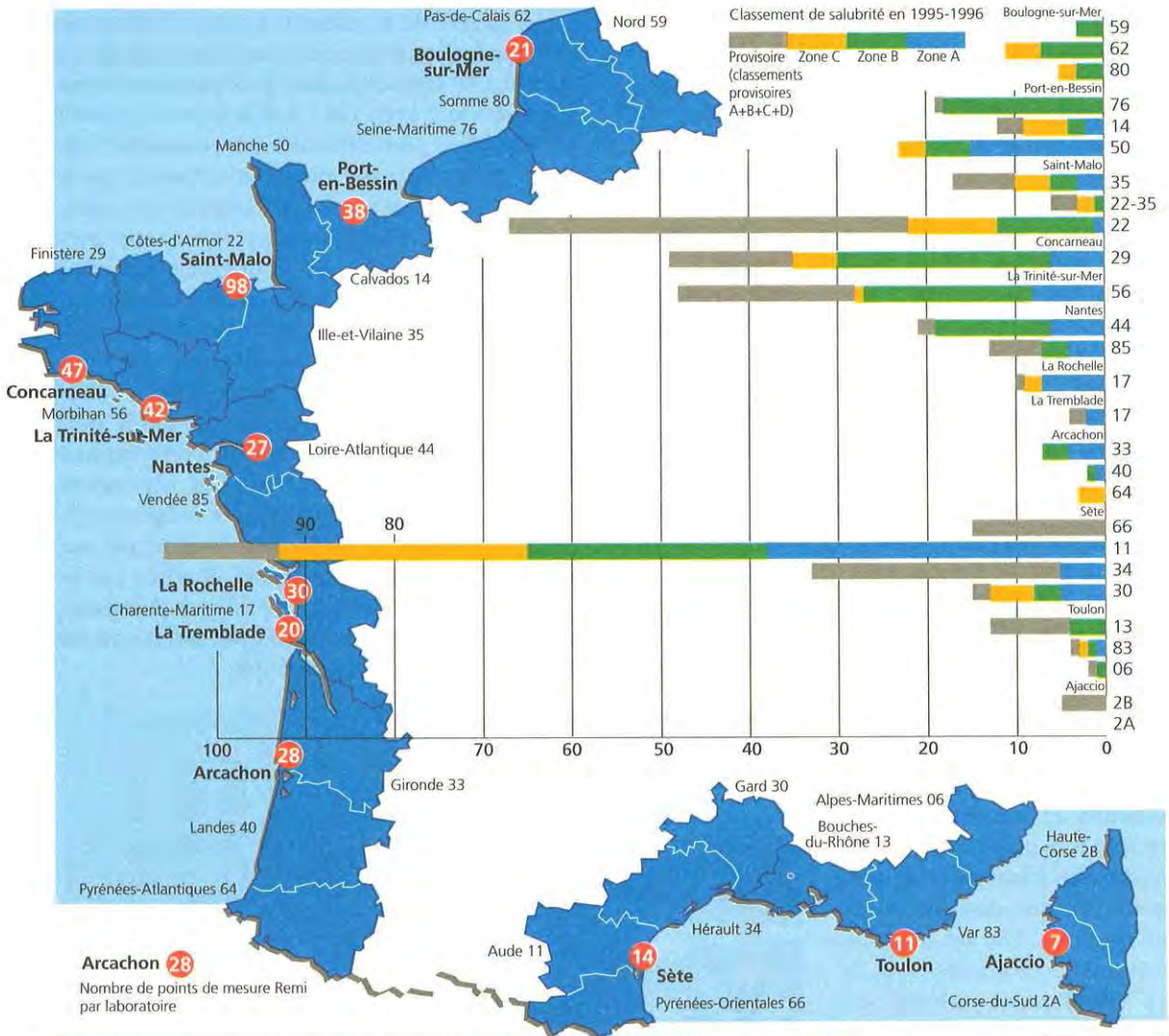
Les critères de classement de la qualité microbiologique
Classement de salubrité



Lire : pour un groupe de coquillages donné, une zone de production est classée A si au moins 90 % des valeurs de contamination microbiologique sont inférieures à 300 coliformes fécaux dans 100 g de chair et de liquide intervalvaire, et moins de 10% sont comprises entre 300 et 1 000.

La qualité microbiologique des zones de production de coquillages

Source : arrêté du 21 juillet 1995.



Le classement des zones de production de coquillages

Source : Ifremer (réseau Remi).

- **zone fortement contaminée**, ou de qualité C : zone dans laquelle les coquillages ne peuvent plus être récoltés qu'en vue d'un reparcage de longue durée (au minimum deux mois) dans une zone salubre clairement identifiée et balisée, réservée à cet usage et soumise à un contrôle ;
- **zone interdite**, ou zone de qualité D : zone dans laquelle les coquillages ne peuvent pas être exploités quelle que soit leur destination.

Le classement des zones de production conchylicole est basé en premier lieu sur la contamination bactérienne exprimée par le nombre de germes témoins de contamination fécale (coliformes fécaux ou *Escherichia coli*) présents dans la chair et l'eau intervalvaire des

coquillages. Certains contaminants chimiques (plomb, cadmium, mercure) sont en outre pris en compte. Ce type de contamination ne peut être éliminé par les méthodes habituelles de purification et dans des délais acceptables sur le plan économique. Les biotoxines planctoniques sont également recherchées, dans le cadre de la surveillance sanitaire, dans les parties comestibles des coquillages de façon à s'assurer que les taux mesurés restent inférieurs aux normes admises. Elles ne sont cependant pas retenues pour le classement initial des zones, du fait de leur présence très épisodique. Lorsque les normes sont dépassées dans une zone, celle-ci est temporairement classée D.

Les activités d'élevage ne peuvent être pratiquées que dans des zones A et B. Les zones C ne concernent que les coquillages pêchés sur les gisements naturels. L'ensemble des zones de production du littoral français a fait l'objet d'un classement pour la période 1995-1996. La quasi-totalité de la production française, environ 240 000 tonnes, provient des zones A et B. Une très faible partie, moins de 2 %, est produite en zone C.

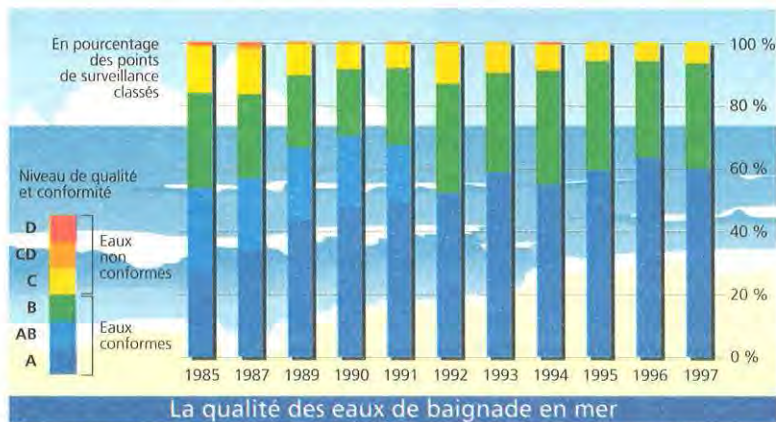
Le réseau Remi mis en place pour le contrôle sanitaire des zones de production conchylicole comprend un dispositif de surveillance régulière et un dispositif d'alerte. Le dispositif de surveillance régulière vérifie que les caractéristiques microbiologiques de chaque zone de production et de reparcage restent conformes aux arrêtés de classement et dépistent les épisodes inhabituels de contamination. Le dispositif d'alerte est déclenché pour le suivi de ces épisodes.

Une surveillance sanitaire des zones non classées est effectuée par les services de la Ddass sur de nombreux lieux de pêche récréative. Son extension est en cours d'organisation afin de permettre, à terme, la mise en œuvre d'un dispositif de prévention et de surveillance propre à la pêche de loisir. La pêche de loisir ne doit être pratiquée que dans les zones de qualité A. Elle est interdite dans les zones classées C et D, et simplement tolérée en zone B ou peu contaminée. Dans ce cas, il est fortement conseillé de ne consommer les coquillages qu'après une cuisson suffisamment longue, afin d'éliminer au maximum les germes à pouvoir pathogène (bactéries, virus, parasites).

1 La qualité des eaux de baignade

L'information sur la qualité des eaux de baignade est largement diffusée auprès du public. Une synthèse conjointe des ministères de l'Environnement et de la Santé portant sur la campagne de mesure de l'été précédent est en effet publiée chaque printemps. Un intérêt touristique fort s'ajoute à l'aspect purement environnemental de la question. Difficile en effet de « vendre » une station balnéaire quand les eaux de baignade ne sont pas de qualité.

La mesure de la qualité des eaux de baignade se fonde sur les normes établies dans la directive 76/160/CEE transcrite dans le droit national par le décret du 7 avril 1981. Les contrôles, réalisés par les Ddass, sont effectués sur l'ensemble des zones où la baignade est habituellement pratiquée et où elle n'a pas fait l'objet d'une interdiction permanente. Les analyses courantes portent sur la recherche des coliformes fécaux et streptocoques fécaux, indicateurs d'une contamination d'origine fécale. Une description visuelle de différents paramètres physico-chimiques (résidus goudronneux, matières flottantes, etc.) est également effectuée par le préleveur selon les spécifications européennes (cette analyse complémentaire est cependant critiquée car entachée d'une part de subjectivité). Une proposition de révision de la directive sur la qualité des eaux de baignade, déposée par la Commission en 1994, est toujours en discussion au Conseil. Une décision pourrait intervenir au cours du second semestre 1998.



Sur la base de ces analyses, les points de surveillance sont classés, en France, en catégories A (bonne qualité), B (qualité moyenne), C (pollutions momentanées) ou D (mauvaise qualité). Les eaux classées A ou B sont conformes, celles classées C ou D, non conformes. Les catégories intermédiaires AB et CD, utilisées pour classer les zones insuffisamment échantillonnées, ont été abandonnées en 1992.

En 1997, vingt-neuf départements ont effectué une surveillance sanitaire sur 1 829 zones de baignade en mer. Le taux de conformité a atteint 93 % (59,8 % pour la catégorie A, 33,2 % pour la catégorie B) contre 95,6 % en 1996.

En 1997, un point de mesure seulement a été classé en catégorie D. Le taux de conformité national a fortement augmenté depuis 1980, où il n'atteignait que 69 %. Cette amélioration est surtout due aux nombreux travaux mis en œuvre ces dernières années par les communes littorales, afin de s'équiper de systèmes de collecte et de traitement des eaux usées performants, conformément, en particulier, aux objectifs de la directive « Eaux résiduaires urbaines ». La dégradation relative observée en 1992 et également, dans une moindre mesure, en 1997, peut être expliquée par les orages importants survenus dans de nombreuses régions ces deux

années, qui ont entraîné des épisodes de pollution du fait des déficiences de certains systèmes d'assainissement.

Les évolutions présentées concernent des taux de conformité, calculés sur la base d'un nombre de points de contrôle qui a fortement évolué depuis le début de la surveillance en 1976. L'augmentation globale des points de mesure masque des ajouts et suppressions de zones échantillonnées qui rendent l'analyse de l'évolution particulièrement complexe. On ne compte ainsi que 534 zones de baignade en mer échantillonnées chaque année entre 1976 et 1995.



La qualité des eaux de baignade en mer en Europe

La qualité des eaux de baignade fait l'objet d'une publication annuelle de la Commission des communautés européennes. Les résultats présentés pour la France, dans cette synthèse, sont cependant significativement différents de ceux diffusés à l'échelle nationale, et ce pour plusieurs raisons :

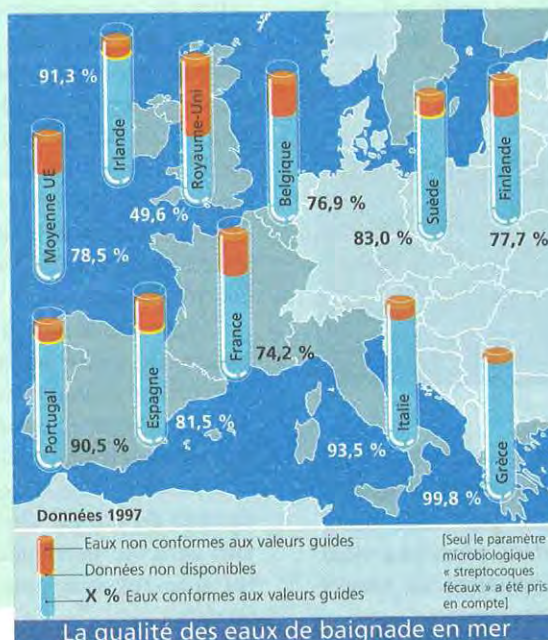
- la classification n'est pas la même : les catégories A, B, C et D ne sont pas utilisées à l'échelle européenne ; la conformité est évaluée directement par rapport à des valeurs impératives et valeurs guides définies pour les paramètres « coliformes fécaux », « coliformes totaux », « huiles minérales », « substances tensio-actives » et « phénols » ;

- le nombre de points classés est plus faible ; en 1996, 12,4 % des 1 846 points de contrôle nationaux étaient considérés comme insuffisamment échantillonnés selon la classification européenne (contre 3 % selon le système français). Ceci est probablement dû à une prise en compte plus systématique des paramètres physico-chimiques dans le système européen. En 1997, cependant, le nombre de zones de baignade en mer qui n'ont pas été prises en compte au niveau

européen a été nettement moins important (2,5 % des 1 829 points retenus par le système national) ;

- les pourcentages de conformité sont exprimés par rapport à l'ensemble des points de contrôle, et non, comme en France, par rapport à l'ensemble des points classés. Ces différences méthodologiques expliquent que, pour l'année 1997, 90 % seulement des points de contrôle français sont estimés conformes aux valeurs impératives (66,7 % sont conformes aux valeurs guides, plus sévères).

Le graphique ci-dessous présente la conformité par rapport à un paramètre unique (la concentration en streptocoques fécaux), pour lequel une valeur guide est définie dans le cadre de la directive 76/160/CEE. Le taux de conformité des eaux côtières nationales par rapport à ce seul paramètre est de 74,2 %, ce qui situe la France en deçà de la moyenne européenne (78,5 %). L'interprétation des données fournies ici doit cependant tenir compte d'un autre biais méthodologique : le nombre de zones de contrôle varie beaucoup d'un pays à l'autre (en raison notamment de la longueur du littoral et de l'importance de la pratique balnéaire). On ne dénombre que 114 zones en Irlande et 94 en Finlande, contre 4 836 en Italie.



Source: Commission européenne.

La contamination chimique

Dans le cadre du RNO, un suivi trimestriel de certains contaminants chimiques est effectué dans les moules et les huîtres utilisées comme indicateurs de la qualité des eaux marines. On recherche les métaux lourds (mercure, plomb, cadmium, cuivre et zinc), les HAP et les organochlorés (PCB, DDT, DDD, DDE, α HCH, γ HCH).

Hg 0,21	Cd 2,25	Pb 1,47	Hg 0,12	Cd 1,1	Pb 2,27	Hg 0,17	Cd 0,83	Pb 3,06
Zn 2206	Cu 198	PCB 298	Zn 93,4	Cu 7,2	PCB 472	Zn 154	Cu 7,1	PCB 412
γ HCH 6,5	DDT 31,5	HAP 2,54	γ HCH 5,3	DDT 25,3	HAP 3,62	γ HCH 3,5	DDT 85,4	HAP 4,52
								
Manche-Atlantique			Manche-Atlantique			Méditerranée		

Unités : 0,21 : en mg/kg, 298 : en μ g/kg
Données 1979-1993, moyennes par rapport au poids sec

La contamination chimique des coquillages

Source : Ifremer (RNO).

L'arrêté du 21 juillet 1995, relatif au classement des zones de production conchylicole, fixe les conditions pour un classement en catégorie A (vente directe possible). Trois métaux lourds sont concernés par cet arrêté. Les concentrations à ne pas dépasser, rapportées au poids sec, sont de 2,5 mg/kg pour le mercure total, 10 mg/kg pour le cadmium et 10 mg/kg pour le plomb. Par ailleurs, les conventions d'Oslo et de Paris ont établi des seuils indicatifs pour évaluer l'état de contamination du milieu par rapport au poids sec.

	Contamination faible	Contamination moyenne	Contamination forte	
PCB	120	600		μ g/kg
Mercure	0,5	1,0		mg/kg
Cadmium huîtres		20		mg/kg
Cadmium moules		5		mg/kg

Les seuils indicatifs de la contamination chimique du milieu

Source : conventions d'Oslo et de Paris.

Replacé dans un contexte mondial et en ne se limitant pas à ces trois paramètres, le littoral français apparaît relativement peu contaminé dans son ensemble. Cependant plusieurs sites présentent des niveaux anormalement élevés pour un ou plusieurs contaminants.

Les deux sites les plus contaminés par le **cadmium** sont la Gironde et l'étang de Bages-Sigean près de Narbonne. Ils sont classés parmi les zones fortement contaminées au vu des conventions d'Oslo et de Paris (plus de 5 mg/kg pour les moules et 20 mg/kg pour les huîtres). Des études menées par l'Ifremer ont permis de préciser les causes de ces contaminations. Dans le cas de la Gironde, le cadmium provient d'une ancienne mine de zinc située à plus de 250 km en amont, sur un affluent du Lot. La contamination de l'étang de Bages-Sigean provient d'une zone industrielle située en amont de Narbonne. Dans les deux cas les activités contaminantes ont pris fin mais le stockage du cadmium dans les sédiments ralentira les phénomènes naturels de décontamination.

En dehors de rejets industriels bien identifiés, les apports atmosphériques diffus sont une source très importante d'introduction du **plomb** dans le milieu marin. La façade méditerranéenne semble montrer une légère tendance à la baisse (moyenne de 3,06 mg/kg en 1993 contre 3,41 mg/kg en 1988). Peut-être peut-on voir ici les premiers effets de la généralisation des essences sans plomb, le couloir rhodanien étant connu pour drainer une grande quantité de plomb atmosphérique vers la Méditerranée.

Les **PCB** sont des composés organochlorés très rémanents dont la toxicité a conduit à en interdire l'usage (isolants dans les transformateurs et condensateurs). La comparaison des moyennes par façade entre 1988 et 1993 montre cependant une décroissance généralisée des niveaux (- 13 % dans les moules et les huîtres de Manche - Atlantique et - 19 % en Méditerranée). La très forte contamination de l'estuaire de la Seine est un des phénomènes majeurs mis en évidence depuis longtemps par les résultats du RNO mais, là aussi, la tendance est décroissante.

Le **lindane** est un insecticide organochloré largement utilisé jusqu'à ces dernières années. On observe une décroissance générale des niveaux moyens pour toutes les façades. Bien que décroissantes également, les concentrations observées en Charente-Maritime restent les plus élevées du littoral. Ceci peut être dû à une activité agricole particulière ou un usage régional tel que les traitements de sols contre les termites.

La toxicité et la rémanence du **DDT** ont conduit à l'interdiction de cet insecticide à partir de 1972. Pourtant, c'est seulement vers le milieu des années quatre-vingts qu'une 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, ont vu leurs concentrations en

DDT dans les huîtres chuter de presque 900 à une vingtaine de microgrammes par kilogramme en dix ans. La baisse des teneurs moyennes entre 1988 et 1993 est la plus nette de tous les contaminants mesurés dans le cadre du RNO : de 73,1 à 31,5 µg/kg pour les huîtres de Manche - Atlantique, de 40,5 à 25,3 µg/kg pour les moules de cette même façade et de 132 à 85,4 µg/kg pour les moules de Méditerranée.



Les impacts de l'usine de La Hague sur l'environnement marin et littoral

Gérée par la Cogema, l'usine de La Hague assure depuis 1967 le retraitement des combustibles nucléaires utilisés dans les centrales d'EDF et dans certaines centrales étrangères. Sa capacité de retraitement est de 1 600 tonnes par an. Durant l'année 1997, l'usine de La Hague a été à plusieurs reprises sur le devant de la scène médiatique.

En janvier, une étude épidémiologique réalisée par le professeur Viel de la faculté de Besançon conclut à un nombre de leucémies chez les enfants et adolescents légèrement supérieur dans la zone proche de l'usine que sur le reste du territoire français. Cette étude indique en outre une corrélation entre la fréquentation des plages, l'ingestion de produits marins et le risque de l'apparition de la maladie. Contestée par certains experts en épidémiologie, cette étude amène les pouvoirs publics à désigner un comité scientifique chargé de fournir un supplément d'information.

Le 11 mars, une portion non protégée de la conduite d'évacuation en mer des effluents liquides radioactifs de l'usine se retrouve à l'air libre, à l'occasion d'une marée d'équinoxe exceptionnellement basse. Des spécialistes de la Crii-Rad, mandatés par l'association Greenpeace, mesurent à son contact une dose de radioactivité de 300 mSv/h (la dose maximale est fixée actuellement à 5 mSv/an) alors qu'aucune restriction d'accès à la zone n'est prévue. Il est vrai qu'à 20 m de la conduite, le niveau n'est plus que de 0,6 mSv/h. La présence de tartre sur la paroi interne de la canalisation étant à l'origine de l'irradiation, la Cogema décide de réaliser des travaux de détartrage durant l'été 1997.

Auparavant, en juin 1997, Greenpeace effectue en plongée des prélèvements d'effluents liquides et de sédiments à l'embouchure de la canalisation. Les premières analyses des effluents montrent un taux de radioactivité considérable, d'environ 200 millions de becquerels par litre (pour les unités, se reporter au chapitre « L'air »). La Cogema fait valoir que ce niveau respecte les autorisations de rejet et que

la dilution est immédiate dans les forts courants de la zone. Fin juin, le comité scientifique chargé de l'évaluation des travaux du professeur Viel reconnaît la cohérence des travaux de ce dernier mais estime l'information insuffisante pour conclure. L'Opri est chargé de procéder à une étude complète sur le niveau de contamination de la zone.

Le 10 juillet, le ministre de l'Environnement annonce l'interdiction de la pêche et de la navigation de plaisance aux abords de la canalisation.

L'étude de l'Opri confirme les résultats d'analyse de Greenpeace à l'embouchure de la canalisation mais indique que l'impact sanitaire (en particulier sur la chair des poissons et mollusques) semble faible. Les contrôles de sable prélevé sur les plages du Cotentin ne montrent pas d'augmentation significative d'origine artificielle de la radioactivité. Le rapport conclut que la campagne de mesures de l'Opri, menée à l'été 1997, ne conduit pas à formuler de restriction à la fréquentation des plages et à la commercialisation des produits de l'agriculture et de la pêche mais confirme l'opportunité d'une restriction d'accès au voisinage de la conduite (embouchure et portion exceptionnellement découverte à marée basse).

En septembre 1997, enfin, la Direction de la sûreté des installations nucléaires (Dsin) révèle que des incidents se sont produits au cours de l'été lors des opérations de détartrage de la canalisation, conduisant au rejet de particules radioactives en mer. Ces incidents ont conduit la Dsin à renforcer le contrôle de ces opérations. Les résultats fournis par l'Opri et la Cogema à l'automne attestent d'une contamination liée à la présence de tartre à l'extrémité de la canalisation. En revanche, les mesures effectuées le long de la conduite montrent une réduction d'un facteur 30 du niveau d'irradiation par rapport aux mesures effectuées le 11 mars. De nouveaux travaux sont prévus par la Cogema durant les périodes d'été 1998 et 1999.

La procédure de révision des décrets réglementant l'usine de La Hague, qui fixent en particulier les valeurs annuelles maximales de rejets devrait être engagée en 1998. Des discussions techniques sont en cours sur le sujet entre la Dsin et la Cogema depuis plusieurs années.

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. On les trouve également dans les résidus de combustion des produits pétroliers. La comparaison des moyennes de 1988 et de 1993 montre une légère tendance à la baisse des niveaux observés.

Il y a quinze ans, la France était le premier pays à prendre des mesures réglementaires pour restreindre l'usage des **composés organo-stanniques*** dans les peintures anti-salissures utilisées pour la protection des coques de bateaux. Il fallait résoudre d'urgence le problème posé à l'ostréiculture française. Depuis, la réglementation a été confirmée à plusieurs reprises, en dernier lieu par le décret du 2 octobre 1992. Une campagne de mesure des composés organo-stanniques dans l'eau de mer, conduite par l'Ifremer de juillet à septembre 1997, a permis de faire à nouveau le point de la situation. La contamination des côtes françaises reste préoccupante. Pour de nombreuses installations portuaires les mesures montrent des sources de contamination persistantes. Les concentrations mesurées en zone côtière, à l'extérieur des installations portuaires, excèdent trop souvent les concentrations toxiques reconnues : 75 % des mesures restent supérieures au seuil de 1 ng/l pour lequel des effets toxiques sur certaines espèces marines sont prouvés.

Depuis 1990 les recherches de l'Ifremer sur les **produits phytosanitaires**, en zones estuariennes et côtières, mettent en évidence une contamination généralisée et pérenne par les herbicides. Les données couvrent les grands bassins versants correspondant aux trois façades maritimes françaises : la Seine (Manche), la Loire et la Gironde (Atlantique) et le Rhône (Méditerranée). Les apports bruts fluviaux de l'atrazine (herbicide largement utilisé en France, en particulier sur les cultures de maïs) dissoute ont été estimés à 5 800 kg/an en 1994 - 1995 dans le delta du Rhône et à 1 300 et 2 200 kg/an en 1992 et 1993 dans l'estuaire de la Seine. Une quantité importante (3 119 kg/an) est transportée par le Rhône sous forme de deséthylatrazine (DEA). Les résultats de ces études fournissent des informations nécessaires au calcul des bilans massiques des herbicides utilisés en France et permettront la définition d'un protocole de suivi pérenne.

Les dysfonctionnements biologiques

De plus en plus fréquemment apparaissent des phénomènes locaux de proliférations végétales et animales d'espèces pélagiques* et benthiques*. Ces phénomènes traduisent une modification de la régulation des populations. Ils peuvent provoquer des déséquilibres écologiques importants, être une gêne pour divers usages du milieu (pêche, conchyliculture, tourisme, etc.) ou présenter des risques pour la santé humaine (contamination de coquillages par certaines espèces de phytoplancton toxique).

Deux types de perturbations sont associées au phytoplancton : les **proliférations massives** de certaines espèces pouvant conduire à une disparition d'oxygène dans le milieu, et le **développement d'espèces toxiques**, avec une action directe sur les animaux marins, ou bien une action indirecte sur les consommateurs de coquillages ayant ingéré ces espèces toxiques. Ces deux types de phénomènes ne doivent pas être confondus car les espèces proliférant régulièrement de façon importante ne sont toxiques que dans un nombre réduit de cas, alors que des épisodes toxiques peuvent être causés par le développement d'espèces en faible concentration. Le réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines (Rephy) a été créé par l'Ifremer en 1984, afin d'assurer un suivi permanent de l'ensemble de ces phénomènes, et la collecte d'informations sur les populations phytoplanctoniques de l'ensemble du littoral français.

Des efflorescences de certaines espèces phytoplanctoniques (**bloom***), surviennent régulièrement au printemps, lorsque toutes les conditions favorables à leur développement sont réunies (température, ensoleillement, stabilité des masses d'eaux, fortes pluviosités). Elles s'accompagnent parfois d'une coloration de l'eau, rouge, verte ou brune selon la couleur des pigments de l'espèce responsable. Ces « **eaux colorées** » peuvent conduire à une diminution importante de l'oxygène disponible dans la masse d'eau. En France, les secteurs les plus touchés par les eaux colorées sont principalement les estuaires (Seine, Loire), les débouchés de rivières drainant un important bassin versant (Vilaine), mais également les côtes découpées avec des baies semi-fermées (littoral de Bretagne sud).

Des mortalités d'animaux marins sont parfois provoquées de façon indirecte par les proliférations massives et brutales d'espèces phytoplanctoniques non toxiques, ayant pour conséquence une diminution brutale de l'oxygène disponible, pouvant aller jusqu'à l'anoxie du milieu. Ce fut le cas, par exemple, lors des proliférations exceptionnelles en 1988 et 1991, de *Gymnodinium chlorophorum* sur le littoral atlantique. La prolifération de certaines **espèces toxiques ou nuisibles** peuvent également conduire à des mortalités d'animaux, soit par la production de toxines extra-cellulaires relarguées dans le milieu, soit par une action mécanique de type irritative. Parmi les espèces produisant des toxines, les proliférations exceptionnelles de *Gymnodinium cf. Nagasakiense* en 1995 sur les côtes de Bretagne sud et des Pays de la Loire, ont entraîné des mortalités massives d'animaux marins de toutes sortes (poissons, coquillages, oursins, vers, etc.). Entre 1993 et 1997, et pour la première fois en France, la mort de poissons d'élevage a été associée à des efflorescences d'*Heterosigma akashiwo* (Bretagne ouest, 1994), et d'une espèce récemment nommée *Gymnodinium corsicum* (Corse, 1993).

La production de toxines par certaines espèces phytoplanctoniques, peut rendre non consommables les animaux marins qui s'en nourrissent. C'est le cas des coquillages filtreurs, qui deviennent **toxiques pour le consommateur**, sans pour autant être eux-mêmes affectés. En France, les bivalves* sont les principaux vecteurs des deux types de toxines liées à la présence de deux genres de dinoflagellés* toxiques actuellement observés sur les côtes françaises : *Dinophysis spp.* (toxines diarrhéiques) et *Alexandrium minutum* (toxines paralysantes). La mise en évidence de ces toxines est à l'origine d'interdictions régulières de vente et de ramassage des coquillages (décret du 28 avril 1994 relatif à la production et à la mise en marché des coquillages). Quelques espèces de *Dinophysis* produisent des toxines diarrhéiques (DSP ou *diarrheic shellfish poison*), qui provoquent chez le consommateur une intoxication dont les effets apparaissent moins de douze heures après ingestion. Les principaux symptômes sont des diarrhées, des douleurs abdominales, parfois des nausées et des vomissements.

Les toxines étant thermostables, la cuisson des coquillages ne diminue pas leur toxicité. Les moules sont les principaux vecteurs de cette contamination, mais les coques, palourdes, clams, tellines et les coquilles Saint Jacques peuvent également être contaminés, bien qu'à moindre niveau. Les huîtres n'ont par contre jamais été toxiques en France à ce jour. Les concentrations cellulaires nécessaires pour que les coquillages soient toxiques sont généralement faibles (quelques dizaines à quelques milliers de cellules par litre). Les secteurs régulièrement touchés depuis dix ans sont le nord de l'estuaire de la Seine, les côtes du Calvados, de Bretagne sud et des Pays de la Loire, la côte ouest de Méditerranée, les étangs corses. Il en est de même pour la période 1993 - 1997, excepté pour la côte ouest de Méditerranée, moins affectée que durant les années 1988 à 1991.

L'espèce *Alexandrium minutum* produit des toxines paralysantes (PSP ou *paralytic shellfish poison*), qui provoquent chez le consommateur une intoxication neurologique dont les effets apparaissent en moins de trente minutes. Les principaux symptômes sont engourdissements, vertiges et nausées, pouvant aller jusqu'à une paralysie et des troubles respiratoires mortels. De même que pour les *diarrheic shellfish poison*, la cuisson des coquillages ne diminue pas la toxicité. Les coquilles Saint-Jacques et les moules sont les principaux vecteurs de cette contamination, mais également, à moindre niveau, un certain nombre d'autres coquillages dont les huîtres.

Alexandrium minutum, qui est apparu pour la première fois en 1988 en Bretagne nord-ouest, est maintenant régulièrement observé en baie de Morlaix, mais les quantités de toxines paralysantes dans les coquillages n'ont jamais été très élevées. Ce microplancton prend la forme de kyste l'hiver et s'enfouit dans le sédiment pour reprendre une forme mobile au printemps. Les concentrations cellulaires nécessaires pour que les coquillages soient toxiques, sont beaucoup plus importantes que pour *Dinophysis* (généralement quelques milliers à quelques dizaines de milliers de cellules par litre), et conduisent souvent à des eaux rouges. Cette espèce prolifère également depuis 1996 dans l'estuaire de la Rance (Ille-et-Vilaine), et des concentrations non négligeables ont été observées

en 1997 sur le littoral des Charentes et de Marennes-Oléron. Ces observations corroborent l'hypothèse d'une extension possible de l'espèce le long du littoral de la Manche et de l'Atlantique.

Les espèces donnant lieu à des proliférations (**espèces proliférantes**) peuvent être d'origine indigène. Il s'agit généralement, dans ce cas, d'une réponse à des modifications de l'environnement générées par des actions anthropiques. Ainsi, après avoir atteint les lacs et les rivières, l'eutrophisation touche depuis plus d'une décennie les eaux littorales. L'excès de sels nutritifs provoque deux types de prolifération selon les conditions du milieu récepteur. Si le flux de nutriments débouche dans une lagune très peu profonde ou sur une plage sableuse à faible pente, où le renouvellement de l'eau est lent, ce sont des macroalgues qui foisonneront.

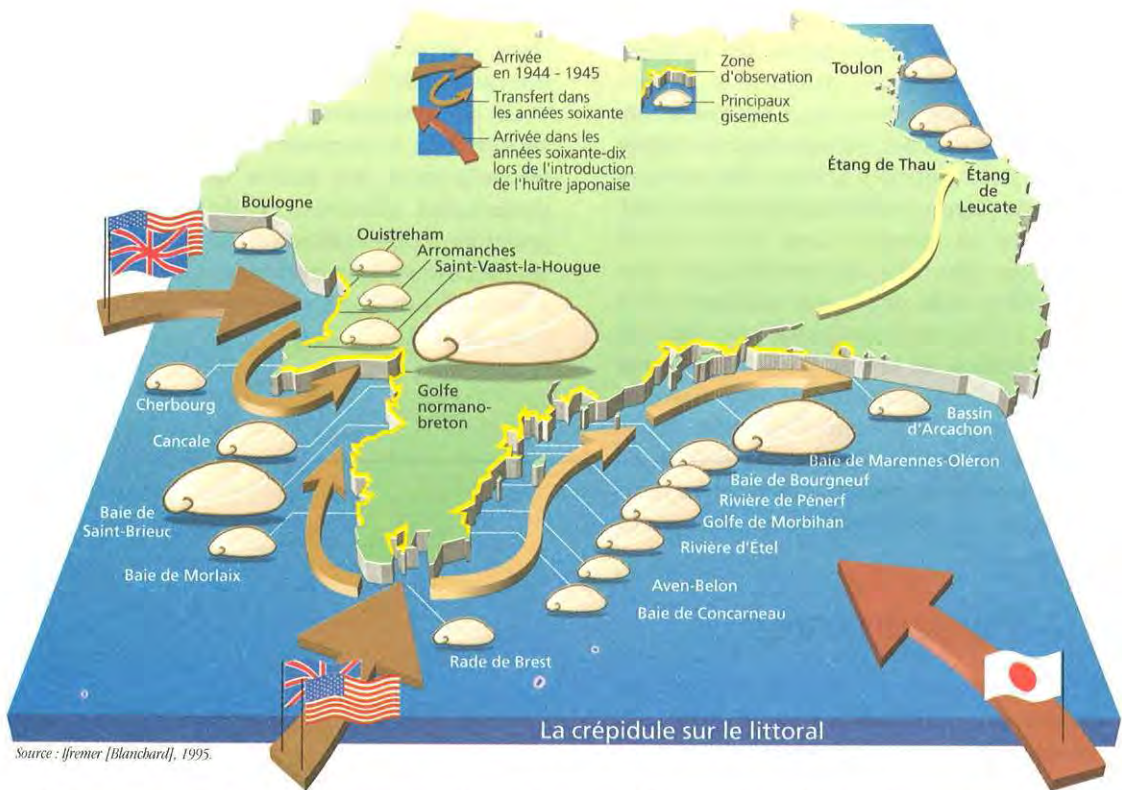


Source : Ifremer (réseau Rephy).

Le phénomène est particulièrement aigu en Bretagne (baies de Saint-Brieuc, Lannion, Douarnenez) où se développent entre 100 et 200 000 tonnes d'ulves (algues vertes) selon les années.

En milieu lagunaire, d'autres algues vertes peuvent également proliférer (*Monostroma* et *Enteromorpha clathrata* dans le bassin d'Arcachon), voire des algues rouges (*Gracilaria* dans les lagunes méditerranéennes). En zone plus profonde comme en baie de Vilaine ou en baie de Seine orientale, c'est le phytoplancton qui proliférera de façon brutale. Si l'activité humaine tend à accroître les flux azotés et phosphorés à la mer, celui de silice, d'origine naturelle, reste stable. Après la « floraison » des diatomées* qui consomment la silice, le reliquat des autres sels nutritifs tend à augmenter en proportion, favorisant ainsi le groupe des flagellés, plus tardif, qui ne nécessite pas de silice. C'est à ce groupe qu'appartiennent plusieurs espèces toxiques pour la faune marine et pour l'homme mentionnés au chapitre précédent.

Les **introductions d'espèces étrangères** sont souvent à l'origine des proliférations. Les activités vecteurs d'introduction sont le trafic maritime, par les bioalissures des coques de bateaux et le déballastage, l'aquaculture ou encore l'aquariologie et la recherche scientifique. Toutes ces activités sont actuellement en expansion, et la forte accélération des introductions que l'on observe depuis une trentaine d'années semble devoir se poursuivre dans les années à venir. Si dans beaucoup de cas, les espèces introduites accidentellement ne s'adaptent pas à leurs nouvelles conditions d'environnement, ou s'intègrent discrètement aux biocénoses locales, certaines ont par contre trouvé dans nos eaux des conditions favorables à leur expansion (niche écologique disponible, conditions de milieu favorables, absence de prédateurs, etc.). A l'issue d'une phase primitive d'expansion, il n'est pas rare d'observer un déclin plus ou moins prononcé comme dans le cas de la sargasse (algue brune). Pour d'autres espèces, cependant, un plateau succède à la phase d'expansion et aucun déclin ne se produit. Ce sont bien entendu ces espèces qui risquent d'engendrer le plus de nuisances comme dans le cas de la crépidule (mollusque gastéropode*) en Manche - Atlantique.



Source : Ifremer [Blanchard], 1995.

Les nuisances des proliférations sur les activités humaines concernent de multiples secteurs d'activités : pêche (déclin de certains stocks, impossibilité d'utiliser certains engins de pêche traînants, etc.), aquaculture (compétition trophique ou spatiale, contamination bactérienne), tourisme (effet répulsif des marées vertes), navigation (gêne provoquée par les grandes algues), industrie (obstruction de canalisations). D'un point de vue économique, le bilan peut parfois être très lourd. Ainsi, le coût du ramassage partiel des ulves en Bretagne est estimé à deux millions et demi de francs par an.

Les impacts écologiques des introductions d'espèces exubérantes et des proliférations d'espèces indigènes sont assez semblables. Les écosystèmes colonisés peuvent être modifiés en profondeur, non seulement dans la structure des peuplements et des réseaux trophiques, mais également dans leurs caractéristiques physiques. L'augmentation de la biodiversité, qui peut parfois être constatée, ne saurait être interprétée systématiquement comme un facteur d'enrichissement du milieu, car ces augmentations locales de la diversité s'accompagnent le plus souvent d'une banalisation des peuplements, comme dans le cas des fonds colonisés par la crépidule.

Devant l'ampleur croissante de ces proliférations, les moyens de lutte sont souvent limités. Le contrôle de la prolifération par ramassage est généralement la première action d'envergure qui est menée pour tenter de réduire les nuisances directes. Sur le long terme, la meilleure approche consiste à s'attaquer aux causes du phénomène (par exemple, réduire les flux d'azote, essentiellement issus de l'agriculture intensive). Les inventaires des espèces introduites, proliférantes ou non, devraient en outre être étendus pour juger de l'ampleur du phénomène et des éventuelles conséquences. Enfin, la réglementation française ne doit plus être limitée au contrôle des introductions réalisées



C. Couvert - Graphies

volontairement, par importation de produits commerciaux (poissons, mollusques comestibles, animaux d'aquarium, etc.). Les voies d'introductions accidentelles, comme l'eau de ballast des cargos par lesquelles arrivent les espèces étrangères de phytoplancton ne sont pas actuellement prises en compte. Cette lacune devra être comblée par des réglementations analogues à celles déjà prises par quelques pays européens. Les travaux du Conseil international pour l'exploration de la mer (*Guide de bonne pratique* du Ciem) constituent une base de réflexion utile, et seule une législation supranationale et sa stricte application seront en mesure de réduire le rythme des introductions d'espèces et de prévenir leurs nuisances éventuelles.

Perspectives

La France dispose de réseaux performants de surveillance de l'environnement marin. Ils ont été généralement créés pour satisfaire aux exigences réglementaires des conventions internationales, (Paris, Oslo, etc.) ou aux directives de la Communauté européenne, dans le cadre de la politique de l'eau. Elle devra se donner les moyens de les faire progresser pour répondre aux enjeux économiques et sociaux, améliorer la connaissance des écosystèmes ou tenir compte du dispositif réglementaire. Les évolutions attendues, au cours des prochaines années, devraient concerner :

- la progression en qualité : des démarches « qualité » sont engagées par les producteurs de données, celles-ci pouvant aller jusqu'à l'accréditation de laboratoires d'analyse ;
- des développements technologiques : de nouveaux capteurs de prélèvement et d'analyse *in situ* sont à l'étude. Leur utilisation entraînera une diminution du coût des mesures et permettra d'envisager une extension des systèmes automatiques tels que le réseau de bouées Marel (mesure automatisée en réseau de l'environnement littoral), mis en place en baie de Seine ;
- la valorisation des résultats : les nouveaux systèmes de gestion de base de données permettent d'envisager des possibilités de valorisation plus importantes. Ils seront également une aide pour élaborer de nouveaux critères d'évaluation (normes, valeurs de référence, indica-

teurs), et pour faire évoluer la réglementation internationale ;

- un accroissement des mesures : la demande sociale dans le domaine de l'eau conduit à une intensification des points de mesure et des paramètres mesurés, et de nouveaux programmes d'observation (macrodéchets, espèces proliférantes). Une approche intégrée de l'ensemble des mesures environnementales devrait s'imposer. ■



L'analyse des contaminants dans les eaux marines

L'analyse des polluants chimiques en milieu marin doit répondre à la double difficulté de détecter et quantifier de très faibles concentrations dans les eaux et d'identifier les multiples formes chimiques des éléments métalliques et des substances organiques de synthèse qui s'y trouvent. Il est nécessaire, de plus, d'obtenir un grand nombre de données, de manière à établir des séries chronologiques qui permettent d'établir des variations saisonnières dans les apports et de déterminer des tendances d'évolution. C'est ainsi que le développement de méthodes automatiques de laboratoire qui diminuent le temps d'analyse, ou la mise au point de capteurs spécifiques placés *in situ* demeure une préoccupation constante des chimistes analystes.

Un très petit nombre de polluants organiques fait l'objet d'une surveillance continue, soit parce qu'il n'existe pas de méthodes d'analyse suffisamment sensibles, soit parce que ces dernières sont trop coûteuses à mettre en œuvre de manière routinière. La généralisation de techniques analytiques performantes, autrefois considérées comme réservées à des programmes de recherche, est en mesure d'élargir les possibilités de suivi des contaminants.

Pour en savoir plus...

- Blanchard Michel, 1995, *Origine et état de la population de *Crepidula fornicata* sur le littoral français*, Haliotis n° 24.
- Catherine M., Raffin B., 1996, *La surveillance microbiologique et le classement des zones de production de coquillages du littoral français*, actes du colloque « Huitièmes entretiens du centre Jacques-Cartier », Annecy, 5 - 8 décembre 1995.
- Dsin, Autorité de sûreté nucléaire, 1998, *Rapport d'Activité 1997*.
- Ifremer, service d'économie maritime, 1997, *Données économiques maritimes françaises*, collection Bilans et prospectives.
- Laboratoire de biologie des invertébrés marins et malacologie, service du patrimoine naturel / IEGB / MNHN, 1997, *Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et mer du Nord - synthèse, menaces et perspectives*, Dauvin J.C.
- Massoud Z. et Piboubes R. (sous la direction de), 1994, *L'atlas du littoral de France*, Jean-Pierre de Monza.
- Opri, 1997, *Rapport de synthèse sur l'usine de La Hague - Nature et résultats des contrôles d'émission radioactive, juillet 1997*.



■ Directive n° 97/26/CE du 6 juin 1997 modifiant la directive n° 93/75/CEE du 13 septembre 1993 relative aux **conditions minimales exigées pour les navires** à destination des ports maritimes de la Communauté ou en sortant, et transportant des matières dangereuses (JOCE n° L 158 du 17 juin 1997).

■ Loi n° 95-1311 du 21 décembre 1995 autorisant la ratification de la **Convention des Nations unies sur le droit de la mer** du 10 décembre 1982 (JO du 22 décembre 1995).

■ Loi n° 97-1274 du 29 décembre 1997 autorisant la ratification de la **Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est** (JO du 31 décembre 1997).

■ Arrêté du 21 juillet 1995 relatif au classement de salubrité et à la surveillance des **zones de production et des zones de repavage des coquillages vivants** (JO du 1^{er} septembre 1995).

Glossaire

Benthique : qualifie l'ensemble des organismes aquatiques vivant en étroite relation avec le fond (benthos).

Bivalve : les bivalves sont des mollusques protégés par une coquille à deux valves latérales. Ils vivent soit fixés sur un substrat dur (les moules), soit à la surface du sédiment, soit encore enfouis dans celui-ci. Cette dernière catégorie, les bivalves fouisseurs, comprend notamment les palourdes, les coques et les tellines.

Bloom : floraison de plancton végétal.

Diatomées : classe d'algues unicellulaires à squelette externe siliceux. Leur taille varie de 20 à 400 microns. Les diatomées contiennent environ 5 000 espèces.

Dinoflagellés : classe de végétaux unicellulaires caractérisés par la présence de deux flagelles.

Entérique : qui concerne les intestins.

Étiologie : ensemble des causes d'une maladie.

Gastéropode : classe de mollusques, à coquille univalve, caractérisés par un pied développé servant à la reptation et à la fixation ; exemple : les bigorneaux.

Organo-stannique : le TBT (tributylétain) est le dérivé organique de l'étain (ou organo-stannique) le plus connu pour son utilisation dans les peintures marines antisalissures.

Pélagique : qualifie tout ce qui se trouve en pleine mer sans relation avec le fond.

Phæopigment : dégradation de la chlorophylle dans les populations benthiques.

Phycotoxines : toxines produites par certaines espèces phytoplanctoniques.

Phytoplancton : constitué par les organismes végétaux unicellulaires (micro-algues) qui flottent dans les eaux ; c'est un élément fondamental de la chaîne alimentaire.

