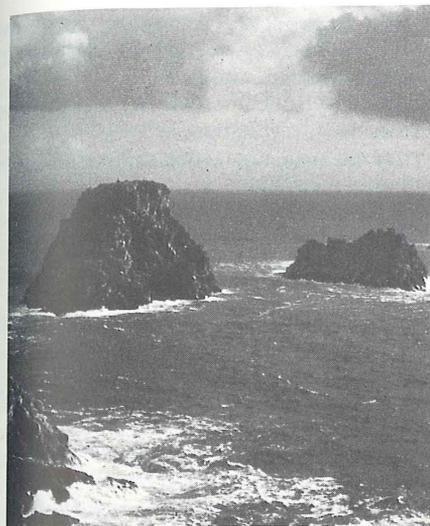


## Le réseau national d'observation de la qualité du milieu marin (RNO)

D Claisse\*, M Joanny, JY Quintin\*\*

**Le RNO est un outil d'évaluation des concentrations des contaminants dans le milieu marin et de leurs évolutions, ainsi que des paramètres généraux de qualité des eaux littorales. Le ministère de l'Environnement l'a créé en 1973 et en a confié la coordination à l'Ifremer.**



La connaissance de l'état de contamination chimique et de la qualité générale de nos eaux littorales est indispensable aux scientifiques et aux administrations. Les données obtenues doivent avoir des sources, des qualités et des modes d'acquisition homogènes.

Ce besoin d'abord national a très vite été ressenti à plus grande échelle. Les programmes nationaux de surveillance ont donc peu à peu adapté leurs actions pour répondre à la demande d'une coordination internationale toujours plus forte.

Le réseau national d'observation de la qualité du milieu marin, ou RNO, a été créé par le ministère de l'Environnement en 1973; l'Ifremer en assure la coordination et la gestion scientifique. Il évalue les niveaux et les tendances des contaminants du milieu marin ainsi que des paramètres de qualité générale des eaux. Le RNO fournit aussi les données de surveillance que la France s'est engagée à diffuser auprès des organisations internationales : Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM), Joint Monitoring Group (JMG), Programme des Nations-unies pour l'environnement (PNUE) et North Sea Task Force (NSTF).

Les prélèvements ont débuté en 1974, et ont porté uniquement sur l'eau jusqu'en 1978. À partir de 1979, la surveillance s'est étendue à la « matière vivante » (coquillages et poissons) et aux sédiments. C'est aujourd'hui dans ces deux compartiments que sont recherchés les polluants rémanents (hydrocarbures, organochlorés, métaux lourds), et les prélèvements dans l'eau sont consacrés à la mesure des paramètres généraux de qualité.

Les résultats acquis par ce réseau de surveillance sont archivés sur l'ordinateur Bull DPS 7000 du centre Ifremer de Brest. La base de données RNOBASE est consultable avec le langage d'interrogation IQS. Les données traitées et synthétisées font l'objet d'une publication périodique éditée conjointement par l'Ifremer et le ministère de l'Environnement [1, 2].

### Les paramètres généraux de qualité des eaux

La surveillance directe dans les eaux littorales fut l'unique activité du RNO entre 1974 et 1978. Les paramètres de base sont la température, la salinité, les sels nutritifs (nitrates, nitrites, ammonium, phosphates), la chlorophylle et les phéopigments. Sur certains sites, on mesure aussi l'oxygène dissous et les silicates.

Ce type de surveillance s'exerce actuellement sur 11 sites : Calais-Dunkerque, la baie de Seine, la rade de Brest, la rade de Lorient, l'estuaire de la Loire, la Gironde, le golfe de Fos, l'étang de Berre, Cortiou, Villefranche-Menton et le golfe d'Ajaccio. En Méditerranée, six à douze campagnes par an, selon les sites, portent sur un nombre limité de stations fixes. En Manche-Atlantique, l'expérience des premières années a montré que la description des masses d'eau doit porter sur toute la gamme de salinité ; deux à cinq campagnes par an sont entreprises, en périodes hivernales et estivales uniquement. Ces deux stratégies permettent l'étude des apports d'eau douce et la dilution en milieu marin. Sur la quasi-totalité des sites, les cellules « qualité des eaux littorales » du ministère de l'Environnement se chargent de l'organisation des campagnes, avec

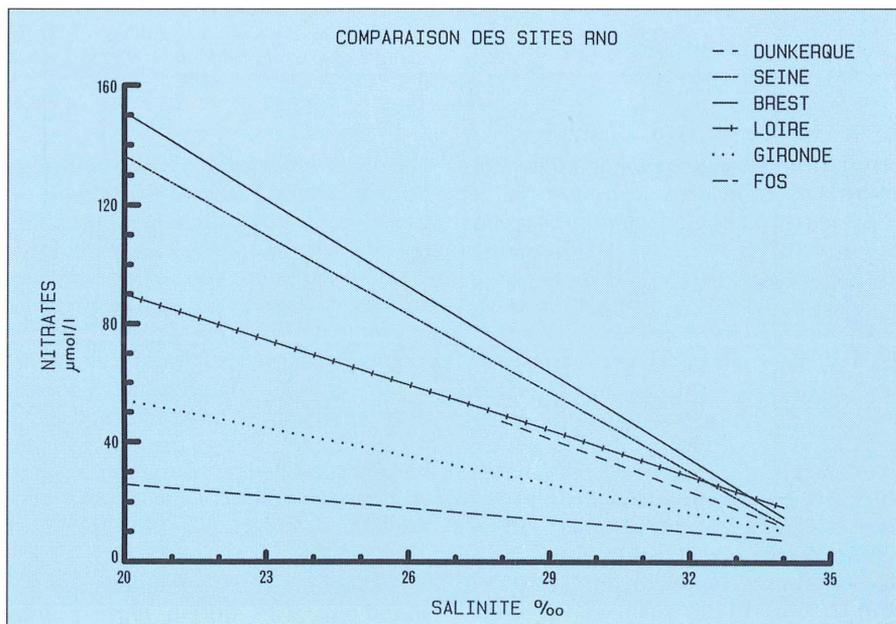


Fig 1. Comparaison des schémas de dilution moyens des nitrates sur six sites RNO, en période hivernale (1974-1984).

\*Ifremer, Centre de Nantes, rue de l'Île-d'Yeu, BP 1049, 44037 Nantes Cedex 01. Tél : 40 37 40 00. Fax : 40 37 40 75.

\*\*Ifremer, Centre de Brest, BP 70, 29263 Plouzané. Tél : 98 22 40 40. Fax : 98 22 45 48.

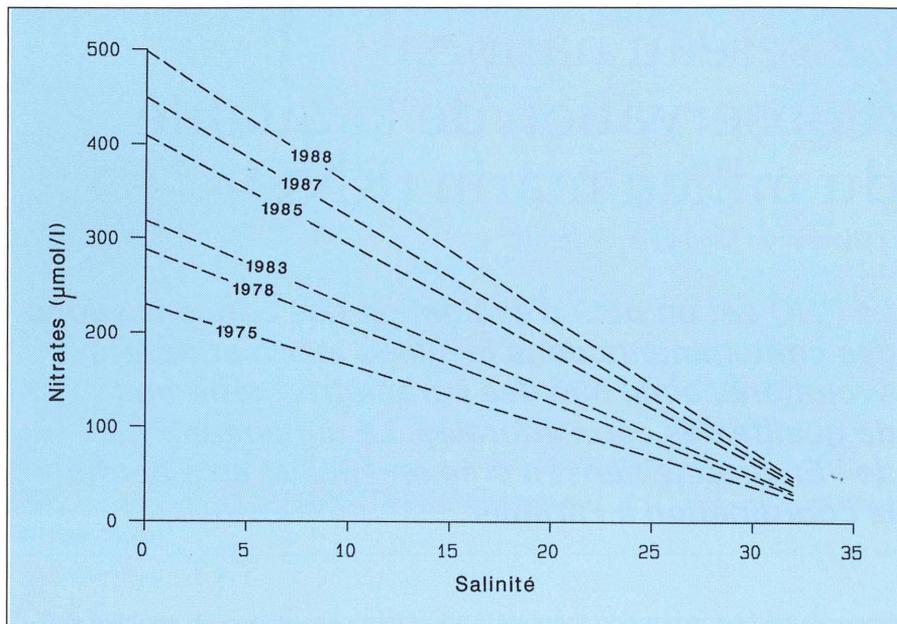


Fig 2. Évolution du schéma de dilution des nitrates en rade de Brest (1975-1988).

l'aide des ports autonomes. Les analyses sont confiées aux laboratoires municipaux ou départementaux.

Le principal intérêt de cette surveillance est d'évaluer l'enrichissement du milieu marin en nutriments, par les apports continentaux. Les sels nutritifs sont indispensables à la production primaire des océans ; en cas d'enrichissement excessif du milieu, il peuvent cependant être considérés comme de véritables polluants aux effets perturbateurs (blooms planctoniques, proliférations algales, eutrophisation).

La stratégie d'échantillonnage mise en œuvre permet d'utiliser la salinité comme marqueur de la dilution des eaux continentales dans les eaux marines. On peut ainsi tracer pour chaque site un schéma de dilution caractéristique et admettre que les sels nutritifs mesurés à la salinité 0 représentent les apports bruts, tandis que ceux mesurés à la salinité 35 sont représentatifs de l'état du milieu marin après dilution de ces apports. La comparaison des schémas de dilution permet une classification assez nette des sites (fig 1).

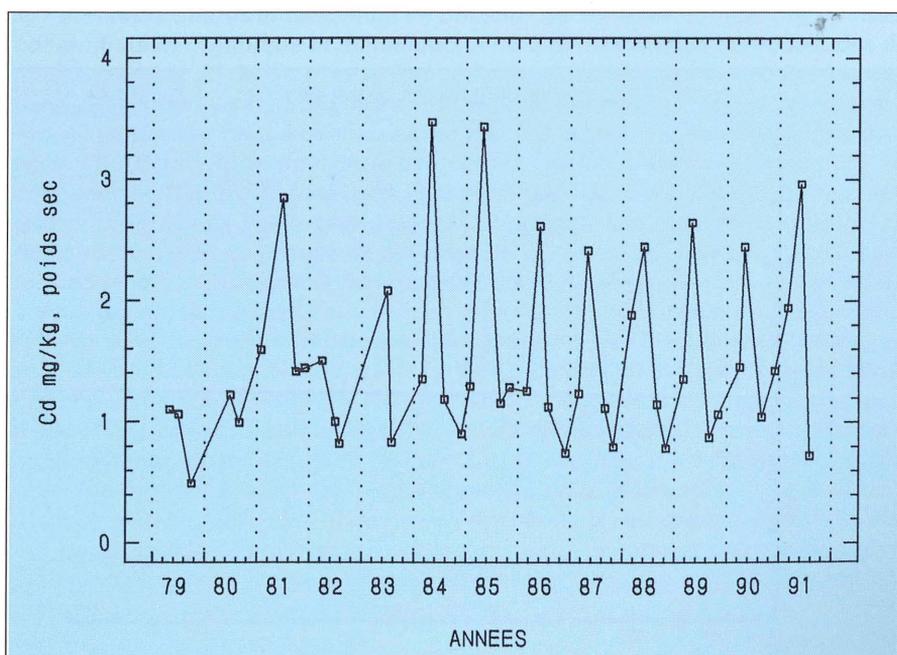


Fig 3. Variations saisonnières des teneurs en cadmium dans les moules du bassin de Marennes-Oléron (1979-1991). On remarque que l'irrégularité des prélèvements avant 1984 ne permet pas de mettre ces variations en évidence.

Si les apports continentaux évoluent au fil des années, la comparaison sur un même site des schémas de dilution successifs permet une évaluation de cette tendance. C'est ainsi que l'on peut visualiser, par exemple, l'augmentation des apports de nitrates dans la rade de Brest (fig 2).

## Les contaminants dans les organismes marins

Il est désormais reconnu que la surveillance de certains contaminants dans les organismes marins est un bon moyen d'évaluation de la contamination du milieu. En effet, la mesure directe de faibles concentrations de polluants dans l'eau fait appel à des techniques analytiques sophistiquées et coûteuses, difficilement applicables sur un grand nombre d'échantillons. Par ailleurs, du fait de la grande variabilité du milieu marin littoral, due aux courants, aux marées ou aux régimes fluviaux par exemple, une mesure ne représente que la situation ponctuelle de ce milieu au moment et à l'endroit du prélèvement.

Les organismes marins, en particulier les huîtres et les moules, ont la faculté d'accumuler les contaminants présents dans l'eau jusqu'à atteindre un équilibre avec celle-ci. Ce phénomène est relativement lent et nécessite un contact de plusieurs mois avec le milieu. De même, la décontamination en eau propre d'un coquillage chargé en polluant est très lente. Cette propriété de bio-accumulation rend les mesures sur coquillages plus faciles que sur échantillons d'eau : les fluctuations rapides des concentrations dans le milieu sont atténuées. Les teneurs en polluants mesurées dans les organismes sont le résultat et le reflet d'une situation moyenne sur les quelques mois précédant le prélèvement. Elles sont donc davantage représentatives de l'état chronique du milieu. De nombreux pays ont développé des programmes similaires, connus sous le terme générique de « Musel Watch ». Le réseau français (RNO) est un des plus anciens et des plus denses.

La surveillance du milieu marin par l'utilisation d'organismes comme bio-indicateurs de pollution se heurte cependant à quelques problèmes, qui ont des répercussions directes sur la stratégie d'échantillonnage.

## Variations entre les espèces

La faculté de bio-accumulation peut être très différente d'un organisme à l'autre. Par exemple, les teneurs en métaux rencontrées dans les muscles de poissons sont généralement très inférieures à celles mesurées dans les coquillages. Si l'on ne peut pas étudier partout la même espèce, les comparaisons des différentes zones entre elles seront difficiles. Des études ont cependant été faites pour quelques polluants, qui permettent de connaître le rapport d'accumulation entre des organismes différents. On sait par

exemple qu'à niveau de contamination du milieu égal, les huîtres accumulent le cadmium et le mercure environ trois fois plus que les moules.

Il n'est pas possible, dans le cadre d'un réseau national, de disposer partout d'un même organisme pour les mesures. Il suffit toutefois que chaque espèce soit utilisée sur un assez grand nombre de stations et permette ainsi des comparaisons inter-sites. Il est bien entendu indispensable, pour une station donnée, de toujours utiliser la même espèce.

### • Variations dues à la taille

Les organismes marins n'accumulent pas les contaminants de la même façon tout au long de leur vie. Le métabolisme élevé des jeunes individus peut accélérer l'assimilation des contaminants, et la dilution due au grossissement de l'animal tend à diminuer leurs concentrations. Les résultats d'une surveillance dans les coquillages ne sont exploitables que si l'on maîtrise le paramètre taille, directement lié à l'âge.

On essaie donc d'utiliser des organismes appartenant toujours à la même classe de taille (45-55 mm pour les moules, 80-120 mm pour les huîtres). L'analyse d'un homogénat de plusieurs dizaines d'individus permet d'atténuer l'effet des variations individuelles dans cette catégorie. Il est également important de toujours effectuer les prélèvements dans la même zone intertidale de façon à éviter les variations liées à des durées d'immersion différentes.

### • Variations saisonnières

Les concentrations des contaminants dans les organismes varient beaucoup saisonnièrement (fig 3). Cela peut être dû aux variations du métabolisme des coquillages (en particulier, effet de la reproduction), à la variabilité des masses d'eau qui arrivent sur la zone (estuaires en particulier), ou même à la périodicité des rejets dus à l'activité humaine.

La stratégie adoptée par le RNO pour s'affranchir des variations saisonnières consiste à effectuer quatre prélèvements par an, toujours aux mêmes époques, à savoir février, mai, août, novembre.

## ■ Organisation

Trois espèces sont utilisées dans le cadre du RNO : *Mytilus edulis*, *Mytilus galloprovincialis* et *Crassostrea gigas*. 95 stations réparties sur tout le littoral sont échantillonnées tous les trois mois, ce qui représente un volume annuel de 380 échantillons. À ceux-ci, il faut ajouter quelques prélèvements de poissons (flets et soles) destinés à satisfaire les conventions internationales et menés selon le protocole imposé par celles-ci.

Les agents des laboratoires côtiers de l'Ifremer prélèvent les coquillages et, pour éliminer le contenu de leur tube digestif, les placent pendant 24 h dans de l'eau de mer décantée issue de la même zone. Les animaux sont ensuite déco-

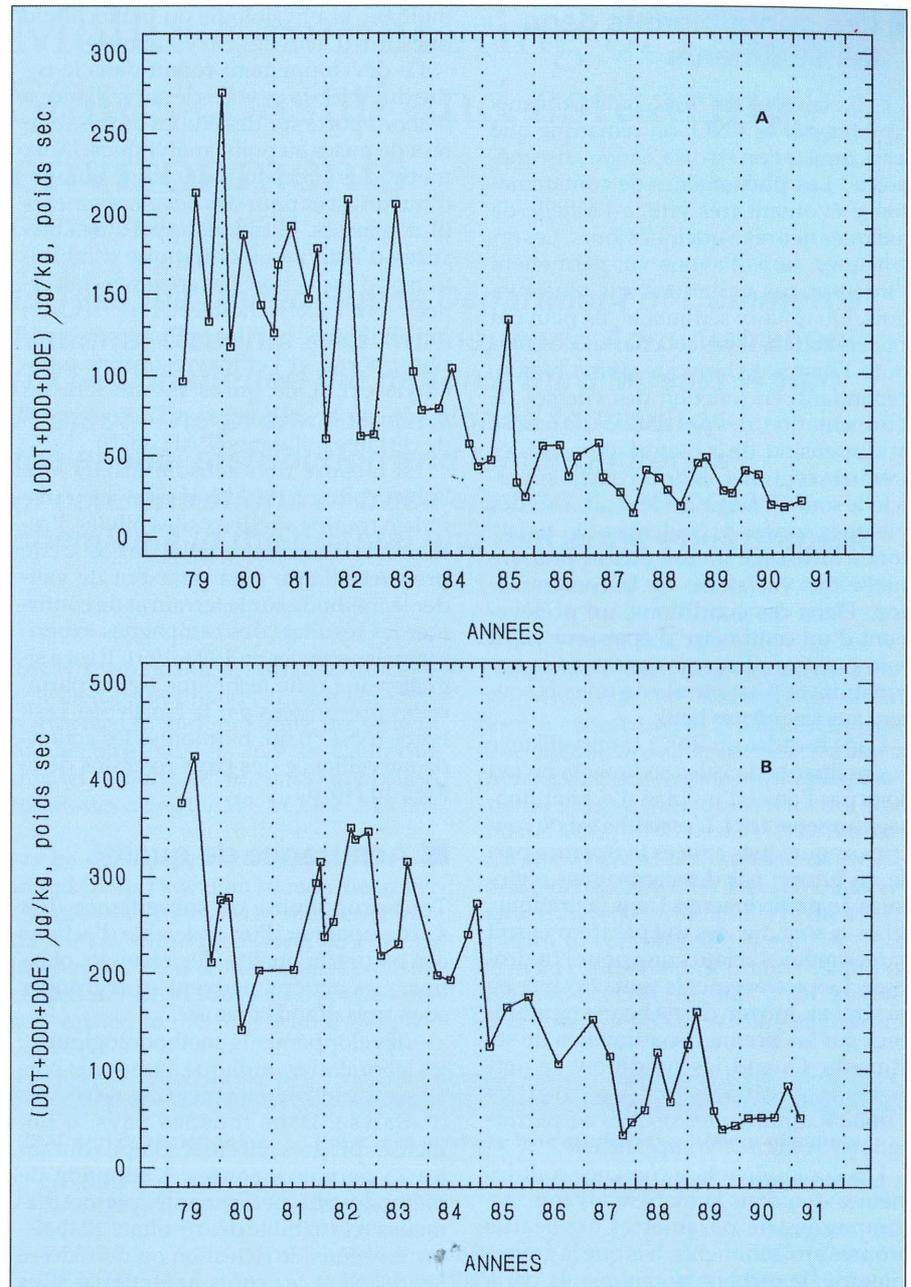


Fig 4. Évolution des teneurs en DDT (DDT + DDD + DDE) dans les huîtres du bassin d'Arcachon (a) et les moules de l'étang de Thau (b) (1979-1991).

quillés et acheminés congelés vers le centre Ifremer de Nantes. La chair des coquillages y est broyée, homogénéisée et lyophilisée. Les échantillons se conservent facilement sous cette forme. L'Ifremer assure l'ensemble des analyses. Une partie de chaque échantillon est archivée, afin de permettre d'éventuelles vérifications ultérieures.

Les paramètres actuellement mesurés sont les métaux lourds (mercure, cadmium, plomb, cuivre, zinc), les polychlorobiphényles (PCB), les hydrocarbures aromatiques (PAH), et les organochlorés (DDT, DDD, DDE,  $\alpha$ HCH,  $\gamma$ HCH).

La surveillance dans la matière vivante permet, depuis 1979, une bonne connaissance des niveaux de contamination du littoral de la France. La découverte de sites particulièrement contami-

nés par un ou plusieurs polluants a incité le lancement de programmes spécifiques, destinés à expliquer ces situations anormales : cadmium en Gironde et dans l'étang de Bages [3,4], PCB en baie de Seine [5], etc.

Les tendances sont plus difficiles à appréhender que les niveaux car les diverses variations citées plus haut peuvent masquer une évolution légère. C'est pourquoi de longues séries temporelles sont nécessaires, ainsi qu'une grande régularité dans l'échantillonnage. Après 12 ans de surveillance, de nombreuses tendances apparaissent ; le fait marquant de ces dernières années est assurément la chute spectaculaire des niveaux de présence du DDT, suite à l'interdiction de leur emploi prononcée au début des années 70 (fig 4).

## ■ Les contaminants dans les sédiments

Si l'on compare les trois compartiments explorés par le RNO, on remarque que l'eau, quoi qu'on en dise, a mauvaise mémoire ! Les phénomènes de contamination y évoluent très vite, à l'échelle de quelques heures à quelques jours. Les organismes, nous l'avons vu, permettent d'intégrer ces variations sur plusieurs mois. Quant aux sédiments, ils peuvent conserver dans leurs couches successives toute l'histoire chimique d'une région. Cependant, en fonction des vitesses de sédimentation, des possibilités de remise en suspension, de la bioturbation, etc, les premiers centimètres de la couche superficielle sont un mélange de sédiments des quelques années précédentes. On assiste donc à un lissage sur une échelle pluriannuelle des variations de la contamination. Dans ces conditions, un prélèvement d'un centimètre d'épaisseur suffit pour intégrer plusieurs années de contamination, et il est inutile de revenir souvent sur les mêmes lieux.

Dans le cadre du RNO, la surveillance des polluants dans les sédiments ne fait donc pas l'objet d'un plan d'échantillonnage au sens strict. L'essentiel est de couvrir sur quelques années la majeure partie du littoral par des campagnes régionales de prélèvements. Dans la pratique, celles-ci sont menées soit par Ifremer soit par les mêmes acteurs que pour l'hydrologie. Les prélèvements sont effectués en général au moyen d'une benne type Shippeck sur les premiers centimètres de sédiments. Quand les conditions le permettent, l'utilisation d'un carottier « boîte » diminue les risques de perturbations de la couche superficielle.

Les contaminants recherchés sont les mêmes que dans la matière vivante, accompagnés de paramètres explicatifs propres aux sédiments, tels que la granulométrie, le carbone organique, la perte au feu, l'aluminium. Les analyses portent à la fois sur la fraction inférieure à 63 µm et sur la totalité de l'échantillon.

## ■ Surveillance des effets biologiques

Si la surveillance décrite dans ce qui précède donne une bonne image de la contamination chimique et de la qualité générale du milieu, elle ne fournit aucune indication relative à leurs effets sur la faune marine. Par ailleurs, nombre de polluants ne peuvent être pris en compte par le RNO pour des raisons de coût ou d'état d'avancement des techniques analytiques. La surveillance des effets biologiques vise à évaluer l'état de santé de la flore et de la faune marine par la mesure de la réponse des organismes à des perturbations de la qualité du milieu. Cette surveillance peut faire appel à différents domaines tels que la biologie (développement des embryons d'huîtres), la pa-

thologie, la physiologie ou la biochimie (mesures d'activités enzymatiques).

Le développement récent dans le cadre du RNO de ce volet de surveillance a d'abord porté sur des études de faisabilité et de mises au point analytiques. Deux méthodes biochimiques sont aujourd'hui utilisées pour des développements plus poussés. Elles font appel à des mesures d'activité enzymatique d'inhibition ou d'induction. Les enzymes concernées sont l'acétylcholinestérase (AChE), qui est inhibée par des polluants organophosphorés, et l'éthoxyrésorufine-o-dééthylase (EROD), qui est induite lors des mécanismes cellulaires de détoxification de certains polluants (PAH, PCB).

La mesure de l'activité EROD fera l'objet courant 1992 d'un premier transfert en routine sur deux sites pilotes, l'estuaire de la Seine et le golfe de Fos. Cette pré-surveillance aura pour but de valider la méthode sur le terrain et de confirmer les résultats des campagnes expérimentales menées en 1990-1991. Il est à signaler que cette technique figure parmi celles préconisées par la North Sea Task Force (NSTF), qui harmonise les actions de surveillance des pays riverains de la Mer du Nord.

## ■ Assurance de qualité

Tout programme de surveillance doit s'accompagner d'un ensemble d'actions qui assure la qualité des résultats obtenus. Ces actions peuvent se regrouper sous trois grands thèmes :

- développements méthodologiques : les laboratoires impliqués suivent et participent au développement des méthodes d'analyse. Dans tous les pays, d'immenses progrès ont été accomplis durant les 15 dernières années. L'adoption de méthodes plus performantes permet d'améliorer la fiabilité des résultats, d'abaisser les seuils de détection ou de réduire les délais et les coûts analytiques. Des progrès encore plus significatifs ont eu lieu dans le domaine des bonnes pratiques de laboratoire (BPL). Sous l'influence de groupes de travail internationaux, les BPL sont devenues un volet important des programmes de surveillance et de recherche. Par exemple, l'insertion dans les séries analytiques d'échantillons de référence aux teneurs certifiées est devenue systématique ;

- intercalibrations : elles sont destinées à comparer les résultats obtenus par des méthodes ou des laboratoires différents sur des échantillons identiques. Les laboratoires impliqués dans le RNO participent régulièrement à des exercices d'intercomparaison propres à ce programme ou de niveau international. Actuellement, la partie analytique pure n'est plus la seule en cause dans l'assurance de qualité. En effet, toutes les étapes de l'acquisition de données (prélèvement, conditionnement, pré-traitement, etc) sont des sources possibles d'erreurs. Les pro-

grammes d'assurance de qualité actuels prennent en compte toutes ces étapes. Dans cette optique, des visites techniques donnent lieu régulièrement à un suivi complet d'une campagne, depuis le prélèvement sur site jusqu'à l'analyse en laboratoire ;

- validation des résultats : bien qu'ils soient acquis dans des conditions de prélèvements et d'analyses satisfaisantes, les résultats peuvent accidentellement être entachés d'erreur (reports, saisie, traitement informatique). Avant leur stockage définitif dans une base de données, il doit donc être validés par des procédés statistiques ou méthodiques. À ce jour, seuls les résultats sur les contaminants dans la matière vivante ont fait l'objet d'un traitement de ce type.

Le RNO a permis d'acquérir une bonne connaissance des niveaux de contamination chimique du milieu littoral français et de sa qualité générale. Les données acquises par ce réseau sont transmises à un nombre croissant d'utilisateurs publics et privés. Ceci permet aux gestionnaires de prendre des décisions en connaissance de cause. Par ailleurs, le RNO joue pleinement son rôle de système d'alarme à moyen et long termes en signalant des zones à teneurs en contaminants anormalement élevées. Les tendances observées maintiennent l'actualité de cette fonction d'alarme, les situations pouvant évoluer dans un sens ou dans l'autre. Ce programme s'insère dans un ensemble international d'activités de surveillance et coordonne les activités entreprises dans ce domaine pour une meilleure efficacité et une optimisation des efforts accomplis. ■

## ■ Références

- 1 Ifremer et secrétariat d'État auprès du Premier Ministre chargé de l'environnement (1988) Surveillance du milieu marin, Travaux du RNO, 35 pp
- 2 Ifremer et ministère de l'Environnement (1990) Surveillance du milieu marin, Travaux du RNO, 32 pp
- 3 Boutier B, Chiffolleau JF, Jouanneau JM, Latouche C, Philipps I (1989) La contamination de la Gironde par le cadmium. Origine, extension, importance. Rapport Scientifique et Technique, Ifremer 14, 105 pp
- 4 Claisse D, Boutier B, Aranda A (1990) La contamination de l'étang de Bages-Sigean par le cadmium. Première évaluation. Rapport Ifremer DRO-90-07-MR, 17 pp
- 5 Abarnou A, Avoine J, Dupont JP, Lafite R, Simon S (1987) Role of suspended sediments on the distribution of PCB in the Seine Estuary (France). Continental Shelf Research 7, 1345-1350