

L'océan sous haute surveillance

Qualité environnementale et sanitaire

Michel Marchand



L'océan sous haute surveillance

Qualité environnementale et sanitaire

L'océan sous haute surveillance

Qualité environnementale et sanitaire

Michel Marchand

Éditions Quæ

Collection Matière à débattre et décider

Les cultures intermédiaires pour une production durable.
Ouvrage collectif
2013, 112 p.

Quand la ville mange la forêt.
Les défis du bois-énergie en Afrique centrale
J.-N. Marien, É. Dubiez, D. Louppe, A. Larzillière, coord.
2013, 240 p.

Qu'est-ce que l'agriculture écologiquement intensive ?
M. Griffon
2013, 224 p.

Douleurs animales en élevage.
Expertise scientifique collective Inra
2013, 136 p.

Que faire des déchets ménagers ?
André Le Bozec, Sabine Barles, Nicolas Buclet, Gérard Keck
2012, 232 p.

Gestion des risques naturels.
Leçons de la tempête Xynthia
Valentin Przyluski et Stéphane Hallegatte
2012, 264 p.

Éditions Quæ
RD 10
78026 Versailles Cedex, France
www.quae.com

© Éditions Quæ, 2013
ISBN 978-2-7592-2034-2
ISSN 2115-1229

Le Code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Remerciements

LE DISPOSITIF DE SURVEILLANCE mis en œuvre à l'Ifremer est le résultat d'un travail collectif associant des laboratoires côtiers qui opèrent prélèvements et analyses, des laboratoires de recherche qui pratiquent des analyses de haut niveau, des cellules de coordination qui animent les réseaux de surveillance et leur démarche qualité, enfin d'un système d'information unique qui recueille les données, en assure leur qualité avant d'en exploiter et d'en valoriser les résultats.

Avoir pris le parti de décrire l'ensemble de ce dispositif qui touche tout autant à des enjeux environnementaux que sanitaires, d'en retracer l'historique, l'organisation et les perspectives, ne pouvait être mené qu'avec le soutien de collègues avec qui j'ai partagé le meilleur avec enthousiasme et conviction. Leurs critiques ont été des éléments précieux dans la rédaction de cet ouvrage.

Mes remerciements s'adressent tout particulièrement à Isabelle Amouroux pour la surveillance microbiologique du REMI, à Didier Claisse pour la surveillance chimique du RNO/ROCCH, à Catherine Belin pour la surveillance du phytoplancton et des phycotoxines du REPHY, ainsi qu'à Anne Daniel pour l'hydrologie des écosystèmes côtiers, à Patrick Le Mao et Nicolas Desroy pour la surveillance des peuplements benthiques du REBENT, à Hervé Du Boullay pour la surveillance des grands aménagements énergétiques du programme IGA. Je remercie également Laurence Miossec qui assure la tâche de coordonner l'ensemble des activités de surveillance écologique et chimique de la Directive cadre sur l'Eau (DCE), ainsi que Louis-Pierre Balay qui a joué un rôle essentiel de coordination pour la mise en application de la Directive cadre Stratégie pour le milieu marin (DCSMM). La « colonne vertébrale » du dispositif de surveillance est le système d'information constitué à partir de la base de données Quadrige. Je remercie Antoine Huguet pour les commentaires critiques apportés autour de ce système structurant, ainsi que Dominique Soudant pour les aspects de traitements statistiques des données de la surveillance et Alain Le Magueresse pour le fonctionnement et l'évolution du site web Enylit qui constitue le portail de valorisation des données de la surveillance environnementale et sanitaire mis en œuvre à l'Ifremer.

Mes pensées vont également à Lucien Laubier et Bruno Barnouin qui ont marqué la vie de l'Ifremer. Jeune chercheur nouvellement recruté au Centre Ifremer de Brest, j'ai eu la possibilité, grâce à Lucien Laubier, de pouvoir m'exprimer au niveau scientifique au moment des pollutions accidentelles du *Böhlen* en 1976 et de l'*Amoco Cadiz* en 1978, et de me voir confier, sous son autorité, la responsabilité du programme de suivi de l'impact de l'*Amoco Cadiz* sur les côtes bretonnes. Bruno Barnouin m'a renouvelé cette confiance au Centre Ifremer de Nantes, m'encourageant avec rigueur et enthousiasme à prendre diverses responsabilités dans le domaine de l'environnement littoral. J'ai beaucoup appris à son contact ; son exigence et tout autant son soutien ont constitué des éléments structurants dans la conduite du travail au quotidien et dans l'affirmation de choix et de convictions.

Je remercie chaleureusement Éric Vindimian, ancien Chef de service de la recherche et de la prospective au ministère chargé de l'Écologie, d'avoir accepté de préfacier cet ouvrage. Nos diverses rencontres ont toujours été marquées par le signe de la complémentarité : complémentarité des milieux (eaux douces et eaux marines), des disciplines (biogéochimie et écotoxicologie), des institutions (création d'une structure mixte Ineris/Ifremer d'évaluation du risque chimique en milieu marin).

Mes derniers remerciements, et non les moindres, vont à Jean-Louis Martin qui a accepté par amitié d'apporter un regard critique sur l'ensemble de l'ouvrage.

Préface

L'Océan, par son immensité, sa fragilité et son appartenance à tous, est emblématique de la tragédie des communs dans laquelle nos sociétés restent à mon avis encore largement piégées. Le concept est déjà ancien et beaucoup d'économistes ont théorisé les solutions, étatiques ou collectives, pour sortir de la situation tragique où une ressource commune se dégrade inéluctablement. Force est de constater que la plupart des engagements collectifs visant une gestion rationnelle des biens échouent. Les exemples abondent, du Protocole de Kyoto sur le climat, jamais réellement mis en œuvre, jusqu'aux objectifs de 2010 de la Convention pour la diversité biologique, jamais atteints. Nous, Européens, qui représentons probablement la communauté la plus sensible aux enjeux environnementaux et planétaires, nous nous préparons progressivement à constater en 2015 que les objectifs de bon état écologique de la Directive cadre sur l'Eau doivent être reportés.

Un des réflexes qui agacent le plus les scientifiques sensibles aux questions environnementales est celui de casser le thermomètre. La surveillance de l'environnement est un sujet vaste et complexe. En plus, cela coûte cher. Pourquoi diable, en ces temps de vaches maigres, dépenser de l'argent pour se voir opposer des résultats qui montrent un renoncement collectif et politique ? C'est ainsi qu'au moment des dernières fêtes de fin d'année du siècle dernier nous avons pu constater, devant le désastre écologique consécutif au naufrage du pétrolier *Erika*, que nous ne savions pas vraiment qualifier l'état écologique du milieu littoral avant la pollution. Ce milieu magnifique, précieux et fragile, apprécié des riverains, des professionnels de la mer et des touristes, nous n'avions pas su consentir collectivement le coût de son observation, nous le connaissions mal !

Heureusement, souvent à l'occasion des catastrophes, mais également du fait de l'opiniâtreté de certains militants, des éclairages des scientifiques, du professionnalisme de ceux qui font leur métier de la défense du bien commun et des politiques européennes de l'environnement, la situation change. Aujourd'hui, la stratégie de surveillance du littoral est définie et fonctionnelle. Plusieurs réseaux observent tant les pressions sur les milieux (surveillance chimique, surveillance microbiologique, surveillance des aménagements énergétiques) que leur état écologique (surveillance hydrobiologique, notamment du benthos et du phytoplancton). Ces réseaux regroupent un grand nombre d'acteurs, parties prenantes de ce bien collectif. Un établissement public, l'Ifremer (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer), met en œuvre les observations, coordonne les activités de surveillance et apporte tout son savoir-faire et sa rigueur scientifique à la connaissance du milieu. Ainsi cette surveillance éclaire-t-elle les politiques publiques de protection du littoral et de la mer, de prévention des risques accidentels et chroniques et de police de l'environnement. Mieux connaître le milieu est aussi un formidable moteur pour la recherche. De ces observations, les chercheurs

tirent les clés de la compréhension du fonctionnement des écosystèmes marins, donc ouvrent la voie à une protection optimale, à une exploitation raisonnée et à la garantie d'un bénéfice durable des aménités environnementales.

Un des enjeux majeurs est celui du couplage de la surveillance avec la prévention. On ne saurait se contenter de constater des dégâts ou des dysfonctionnements pour en faire le diagnostic, ce qui est souvent compliqué, puis de définir, souvent bien trop tard, des mesures correctives. Ainsi, dans le domaine des substances chimiques, un règlement comme REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) a pour but d'éviter que la mise sur le marché d'une substance provoque des effets délétères sur les écosystèmes. Pour cela, la procédure consiste, d'une part, à évaluer son devenir dans les milieux où elle se répand, se concentre ou se dilue, se dégrade ou se transforme, d'autre part, à s'intéresser aux effets que les concentrations prédites sont susceptibles de provoquer, y compris aux faibles doses pour des expositions chroniques. Les sources d'incertitude et de variabilité de l'évaluation des risques sont évidemment multiples. La surveillance vient alors compléter un cycle vertueux qui, de l'évaluation *a priori*, s'attache à constater la réalité pour *in fine* retourner vers la décision de prévention.

Michel Marchand maîtrise bien ces deux volets indissociables de la prévention. Il a créé et animé la cellule d'analyse des risques chimiques commune entre l'Ifremer et l'Ineris (Institut national de l'environnement industriel et des risques), il a également eu la responsabilité des réseaux d'observation et il est très sensible aux enjeux de partage de l'information et de stockage des données environnementales (ou bancarisation). Il est, en quelque sorte, l'auteur idéal pour porter à la connaissance du public un travail souvent peu connu qui mobilise un grand nombre de ses collègues de l'Ifremer au service du bien commun.

Aujourd'hui, les enjeux se complètent par la prise en compte de la dimension globale, avec notamment les changements climatiques, des questions de développement durable et d'urbanisation des territoires et du lien étroit entre le littoral et son bassin versant. Le besoin de science reste très important. Il est rassurant de voir que le socle d'informations est considérable et bien géré, c'est, pour une fois, un signal positif que nous portons vers les générations futures. Cet ouvrage en témoigne admirablement.

Éric Vindimian

Directeur régional d'Irstea Languedoc-Roussillon,
(Institut national de recherche en sciences et technologies
pour l'environnement et l'agriculture)

Sommaire

Remerciements	5
Préface	7
Avant-propos	13

PREMIÈRE PARTIE : CONTEXTE GÉNÉRAL DE LA SURVEILLANCE

1 – Le littoral	19
Le littoral, un espace bien réel sans définition précise	19
Limites géographiques et données statistiques du littoral	21
Un littoral vu depuis la mer	25
Une mer nourricière et un littoral cultivé	27
Une inquiétude grandissante	29
2 – Observation et surveillance du milieu marin	31
L'environnement, un concept flou multidimensionnel	31
L'observation du milieu marin	32
Observation ou surveillance ?	35
La qualité du milieu marin	39
3 – Évolution de la surveillance sur un siècle	41
La mer, un milieu d'usage dont il faut contrôler la salubrité	42
La mer, milieu récepteur ultime des pollutions croissantes	47
La mer, productrice de toxines dangereuses	50
Les milieux aquatiques, une fonctionnalité écologique à protéger	51
Protéger non seulement à la côte, mais aussi au large	52
Quelques conclusions sur une telle évolution	53
4 – Cadre réglementaire et dispositif actuel de la surveillance	55
Directive cadre sur l'Eau	55
Directive cadre Stratégie pour le milieu marin	63
Paquet Hygiène	67
Dispositif actuel de surveillance environnementale et sanitaire	70
Coût de la surveillance	77
Autres surveillances : croissance et pathologie du cheptel conchylicole	78

DEUXIÈME PARTIE : RÉSEAUX DE SURVEILLANCE

5 – Surveillance microbiologique : le REMI	85
Une préoccupation ancienne	86
Contexte réglementaire actuel	88
Spécificités de la nouvelle réglementation européenne	90
Organisation du REMI	91
Perspectives	94
6 – Surveillance chimique : le RNO/ROCCH	95
Vulnérabilité des zones côtières aux pollutions chimiques	95
Substances chimiques et contaminants chimiques	98
Deux stratégies pour la protection des milieux aquatiques	99
Historique du RNO et son évolution	99
Cadre réglementaire de la surveillance chimique	105
Organisation du RNO/ROCCH	107
Perspectives	110
7 – Surveillance du phytoplancton et des phycotoxines : le REPHY	113
De l'observation des eaux colorées à la naissance du REPHY	113
Espèces phytoplanctoniques toxiques et phycotoxines : un enjeu sanitaire	116
Un double cadre réglementaire autour du phytoplancton	120
Organisation et évolution du REPHY	122
Perspectives	127
8 – Surveillance des peuplements benthiques : le REBENT	131
Impact à long terme des pollutions accidentelles	131
Directive cadre sur l'Eau et peuplements benthiques	132
Développements méthodologiques	133
Organisation du REBENT	143
Perspectives	145
9 – Surveillance des grands aménagements : l'IGA	147
Le choix énergétique des années 1970	147
Une surveillance réglementée mais adaptée selon chaque site	147
Organisation de la surveillance IGA	149
Perspectives	153

10 – Système d'information de la surveillance	155
Base de données Quadriges 2, référentiel national des eaux littorales	155
Stockage des données	157
Traitement et valorisation de la donnée de surveillance	160
Organisation du système d'information	162
Perspectives	163

TROISIÈME PARTIE : BILAN DE LA SURVEILLANCE

11 – Bilan de la qualité des eaux littorales	167
Bilan de la surveillance	167
Surveillance patrimoniale	167
Surveillance sanitaire	174
Surveillance écologique des eaux littorales	181
Reconquête de la qualité des eaux littorales	187
Des eaux littorales aux mers européennes, les enjeux futurs	192
Annexes	195
Références bibliographiques	215
Sites consultés	220
Sigles et acronymes	221

Avant-propos

RÉDIGER UN OUVRAGE sur la surveillance du milieu marin, c'est évoquer les missions qui ont marqué les deux instituts publics fondateurs de l'Ifremer, d'une part l'Institut scientifique et technique des pêches maritimes (ISTPM) pour la surveillance microbiologique des coquillages et le suivi de la ressource, d'autre part le Centre national pour l'exploitation des océans (Cnexo) pour la surveillance chimique et l'impact des grands aménagements énergétiques. C'est donc un savoir-faire et des compétences qui se sont développés au cours de plusieurs décennies et qui constituent à présent une réelle culture d'entreprise au sein de l'Ifremer.

La mission de surveillance confiée à l'Ifremer est explicitée dans son décret de création de 1984 avec une singularité que l'on ne retrouve pas dans les autres établissements publics de recherche finalisée. Non seulement l'Ifremer coordonne les activités de surveillance, mais il en est aussi l'opérateur par ses équipes réparties le long du littoral métropolitain. Cette singularité explique l'appropriation d'une telle mission de service public par un grand nombre d'agents de l'Institut, techniciens de terrain et de laboratoire, chercheurs associant et mutualisant leurs travaux de recherche aux impératifs opérationnels de la surveillance, ingénieurs participant à l'innovation technologique en matière de prélèvements et d'automatisation de l'analyse, ingénieurs système pour la démarche qualité, le stockage et la valorisation de la donnée, sans omettre les biostatisticiens qui jouent un rôle essentiel pour le traitement de la donnée de surveillance, permettant sur un bruit de fond alimenté par les données acquises régulièrement de déceler des variations spatiales et des tendances à l'échelle de l'année ou de la décennie.

La mission de surveillance s'articule autour de différents métiers et compétences, constituant une chaîne dont chaque maillon est à la fois un élément partiel mais tout autant indispensable à la cohérence de l'ensemble du système : qualité du prélèvement, conditions de stockage et de conservation, qualité de l'analyse, contrôle qualité, saisie, validation, qualification et stockage de la donnée au sein d'un même système d'information, diffusion et valorisation de la donnée de surveillance auprès des décideurs publics, administration centrale, services décentralisés, mais également accès de la donnée au public, comme le stipule la Convention d'Aarhus.

L'ensemble de cette chaîne nécessite un dialogue permanent entre tous les acteurs. Ce besoin s'est concrétisé au sein de l'Institut par la mise en place d'une instance de débats, de confrontation d'idées, pour faire évoluer le système de surveillance dans le souci d'une plus grande optimisation. La première instance fut celle du Conseil scientifique et technique de la surveillance (CSTS), relayée ensuite par un Comité d'orientation recherche et surveillance (Cors) pour mieux affirmer le besoin d'associer les travaux de recherche à ceux de la surveillance.

Il est souvent judicieux d'illustrer un concept par un exemple concret. Celui qui m'est personnellement remonté à 1976, époque à laquelle les premières données de la surveillance chimique du Réseau national d'observation de la qualité du milieu marin (RNO) commençaient à constituer un jeu de données exploitables. De cet ensemble, apparaissait de manière très localisée et alarmante une anomalie concernant les niveaux de contamination de mercure dans l'eau de mer du golfe de Fos. L'examen statistique des données indiquait le côté aléatoire des concentrations, dont le maximum relevé fut de 732 µg/l, soit un niveau de contamination très largement supérieur à celui enregistré dans la baie de Minamata au Japon, cas de référence internationale de par son caractère dramatique pour les populations de pêcheurs et leurs familles qui en furent les victimes. La contamination majeure se situait paradoxalement non pas sur les bords riverains du golfe, mais dans sa partie centrale. La seule explication pouvant soutenir une telle conclusion était la remise en suspension de sédiments de dragage des darses du port, pollués antérieurement par le mercure, et qui étaient ensuite déversés dans la partie centrale du golfe. Une telle conclusion n'était évidemment recevable que si les mesures réalisées étaient fiables.

Il s'ensuivit un travail d'enquête, minutieux, attentif pour déceler une éventuelle anomalie au niveau des prélèvements et des analyses. Le mercure était analysé par le laboratoire d'analyse du Centre atomique de Cadarache, qui présentait toute garantie, confirmée par sa participation à des exercices d'intercalibration. Le laboratoire préparait les flacons destinés à l'analyse de divers paramètres chimiques, dont le mercure, et l'ensemble était acheminé ensuite par autocar vers la caserne des marins-pompiers de Marseille qui était chargée d'effectuer dans les conditions requises les prélèvements d'eau de mer. Aucune indication ne venait jeter la suspicion sur les deux partenaires. La clé du mystère fut découverte par un chimiste, Philippe Courau, chercheur à la Station d'océanographie de Villefranche-sur-Mer et spécialiste des métaux traces dans l'eau de mer. Sur l'ensemble des flacons ayant servi à l'analyse du mercure qui lui avaient été envoyés, environ une cinquantaine, il remarqua que certains avaient un bouchon en bakélite et non, comme la majorité, un bouchon en plastique. Les flacons avec un bouchon en bakélite avaient des concentrations de mercure anormalement élevées. La contamination par le mercure de l'eau de mer du golfe de Fos perdait son caractère aléatoire. Deux nouvelles rencontres avec les deux partenaires permirent de trouver l'explication finale. Le laboratoire de Cadarache préparait avec grand soin les flacons servant à recueillir l'eau de mer pour les analyses chimiques. Pour éviter toute confusion, les flacons étaient répartis dans différentes glacières selon les paramètres à analyser : sels nutritifs, métaux, mercure, hydrocarbures. À la réception des glacières, la personne chargée des prélèvements répartissait les flacons non plus selon la logique du laboratoire d'analyse (paramètres chimiques), mais selon la logique du terrain (station de prélèvements). Ainsi, à chaque station, les flacons étaient débouchés sur le pont du navire, remplis d'eau de mer avec la bouteille de prélèvement selon les précautions d'usage et ensuite rebouchés consciencieusement. De temps à autre, une inversion avait lieu entre les bouchons en bakélite utilisés pour les flacons

destinés à l'analyse des sels nutritifs et les bouchons en plastique utilisés pour fermer les flacons destinés à l'analyse du mercure. En quoi cette inversion pouvait-elle conduire à ces pics de contamination en mercure ? La réponse en était fort simple. Pour éviter toute dégradation des sels nutritifs par action bactérienne durant la durée du transport, le laboratoire de Cadarache rajoutait dans chaque flacon un bactéricide, le chlorure mercurique. Durant le voyage de Cadarache à Fos-sur-Mer, les bouchons en bakélite avaient tout loisir de s'imprégner en mercure, et de contaminer significativement l'eau de mer recueillie si ceux-ci étaient utilisés par erreur pour reboucher les flacons destinés à l'analyse du mercure.

Bel exemple d'une enquête associant au contexte opérationnel de la surveillance un chercheur chimiste méticuleux. Cette expérience amena une première réflexion sur l'importance du continuum de la chaîne de la surveillance, du besoin de dialogue entre les acteurs. Le concept de coordination de la surveillance est né sans doute de cette expérience. La coordination n'est pas seulement limitée à une distribution de crédits aux différents partenaires de la surveillance, mais correspond à une animation non seulement entre les acteurs opérationnels, mais également avec d'autres compétences, chercheurs, ingénieurs dans un cadre de dialogue et d'évolution.

Cette nécessité de dialogue se retrouve tout autant au niveau du stockage que de l'exploitation des données de la surveillance dans un système d'information unique. Là encore, le dialogue est fondamental, entre tous les acteurs concernés, d'une part ceux qui saisissent la donnée dans le système d'information et la valident (la donnée entrée doit être conforme au résultat du cahier de laboratoire), donnée qui doit être ensuite qualifiée (selon des critères de qualification, bon, douteux ou d'exclusion), d'autre part ceux qui la traitent statistiquement, permettant un bilan non seulement à l'échelon local, mais aussi à une échelle comparative au niveau spatial et à une échelle temporelle pour y déceler les tendances. La qualité du résultat final est liée à ce dialogue et non à la logique exacerbée de la segmentation des tâches qui prédomine actuellement et conditionne le jeu des acteurs.

C'est dans cet esprit d'appropriation par un grand nombre d'agents Ifremer chargés de cette mission de surveillance du milieu marin littoral que cet ouvrage est écrit. Il leur est dédié.

PREMIÈRE PARTIE

Contexte général de la surveillance



