

La pollution chimique de l'environnement marin

Auteurs : Alain ABARNOU⁽¹⁾, Sandrine ANDRÈS⁽²⁾, Melissa DALLET⁽³⁾ & Gilles BOCQUENÉ⁽⁴⁾

(1) Chercheur en chimie environnementale marine, IFREMER, Cellule d'analyse des risques chimiques en milieu marin, Département Ressources biologiques et Environnement, Nantes

(2) Ingénieur en évaluation de risque chimique, INERIS, Verneuil-en-Halatte

(3) Ingénieur en évaluation de risque chimique, IFREMER, Cellule d'analyse des risques chimiques en milieu marin, Département Ressources biologiques et Environnement, Nantes, et INERIS, Verneuil-en-Halatte

(4) Chercheur en écotoxicologie marine, IFREMER, Cellule d'analyse des risques chimiques en milieu marin, Département Ressources biologiques et Environnement, Nantes

La pollution chimique des océans : du visible à l'invisible

Par la diversité de ses applications et par le confort et le bien-être qu'elle procure, la chimie occupe une place essentielle dans l'économie de nos sociétés modernes. Sans cesse de nouvelles molécules chimiques sont synthétisées et mises sur le marché, en vue d'applications les plus diverses (médicaments, pesticides, cosmétiques, solvants, nouveaux matériaux plastiques, colorants, isolants...). Il y a cependant un revers de la médaille à ces innovations. Aussi utiles qu'elles soient, elles sont autant de sources potentielles de nuisances pour l'environnement et notamment pour le milieu marin. Quelques événements de ces cinquante dernières années ont fait prendre conscience des dangers de notre mode de vie pour l'environnement marin et finalement pour notre santé. Rappelons les nombreuses marées noires [1], comme celles consécutives aux accidents des pétroliers du *Torrey Canyon* (1967), de l'*Amoco Cadiz* (1978) de l'*Erika* (1999) qui ont pollué les côtes françaises ou, plus récemment encore, de la plate-forme pétrolière Deepwater Horizon dans le golfe du Mexique (2010).

De façon plus globale, notre société produit énormément de déchets et de polluants, qui, avec une mauvaise gestion, risquent d'atteindre les océans et de participer à leur contamination durable. Les déchets solides, pollution bien visible sur nos plages sous forme, par exemple, de matériaux en plastique d'usage très commun (emballage, bouteilles, débris de cordage), peuvent atteindre physiquement les organismes, pris par exemple dans de vieux filets. Ils se dégradent lentement dans l'océan en particules de très petite taille qui, une fois ingérées par les organismes vivants, contribuent ainsi à la contamination chimique des espèces marines.

Au-delà des pollutions accidentelles comme les marées noires, il existe une menace plus insidieuse qui provient de l'exposition répétée à de faibles doses de polluants. Ce sont ainsi des milliers de substances chimiques très diverses par leurs origines, leur nature et leurs propriétés, qui se retrouvent dans les eaux marines à l'état de traces, typiquement entre le nano- (10^{-9} gramme) et le microgramme (10^{-6} gramme) par litre en milieu côtier pour les substances métalliques et entre le pico- (10^{-12} gramme) et le nanogramme par litre pour de nombreux composés organiques.

L'action de ces polluants peut être immédiate ou ne se révéler que sur le long terme. De fait, de nombreux composés solubles et réactifs se dégradent relativement facilement en mer. À l'opposé, certaines substances sont récalcitrantes à la dégradation, et leurs effets persistent même longtemps après que l'utilisation d'une substance a été stoppée.



Une fois dans le milieu marin, les effets de ces substances chimiques sur les organismes vivants sont très divers. Certains sont connus et peuvent être anticipés : c'est le cas de substances particulièrement actives (biocides), conçues par exemple pour être appliquées dans les peintures pour bateaux et y avoir une activité toxique afin de combattre les bio-salissures (algues, mollusques, qui se fixent à la coque). Cela a été le cas du TBT (tributylétain), substance maintenant interdite qui entraîne la mortalité de larves de mollusques à des concentrations aussi basses que le nanogramme par litre. Il se peut cependant que des effets inattendus se manifestent : le TBT agit aussi en perturbant le système hormonal d'organismes qui n'étaient pas la cible de son action, comme les poissons ou les huîtres. Plusieurs familles de composés chimiques (organoétains, phtalates, nonylphénols...) se sont ainsi révélées capables de modifier l'équilibre hormonal (on dit aussi endocrinien), soit parce que leur structure chimique est proche de celle de certaines hormones, soit parce qu'elles se fixent sur des récepteurs spécifiques de la régulation hormonale et viennent ainsi brouiller le message, entraînant notamment une baisse de fertilité chez certains poissons. L'écotoxicologie, qui étudie les conséquences de la pollution sur les écosystèmes, porte ses efforts sur la connaissance des effets pouvant mettre en cause la capacité d'une espèce à se reproduire. Il peut s'agir de mécanismes affectant la fonction physiologique de la reproduction elle-même, mais aussi d'autres effets modifiant le comportement ou de résistance à la prédation qui peuvent conduire à la disparition d'une espèce.

Les espèces les plus immédiatement exposées sont celles qui sont en contact permanent avec le milieu contaminé : on parle de contamination directe. Une autre voie de contamination passe par l'alimentation : c'est la voie trophique. Pour la plupart des substances c'est la voie directe qui est prépondérante, mais pour certaines substances les transferts de contaminants d'une proie vers un prédateur peuvent devenir les plus importants. Ainsi pour certains composés comme le mercure ou le DDT (insecticide organochloré), les concentrations sont jusqu'à des dizaines de millions de fois plus élevées chez les grands prédateurs (oiseaux marins, grands poissons comme les requins ou les mammifères marins) que dans les premiers niveaux du réseau trophique (algues ou micro-crustacés par exemple) !

Au-delà des atteintes aux écosystèmes marins, soit par toxicité directe, soit par le déséquilibre des relations proie/prédateur, cette faculté d'accumulation de certaines substances peut à terme affecter les populations humaines. C'est ce qui s'est produit dans la baie de Minamata au Japon [2], à la fin des années 1950, où les consommateurs de produits de la mer ont été gravement intoxiqués (près de 900 décès reconnus) par des résidus de mercure accumulés par les poissons. Pour certaines de ces substances chimiques, les autorités sanitaires (en France, l'ANSES, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail ; en Europe, l'EFSA, European Food Safety Agency) ont fixé les concentrations maximales admissibles et établi des plans de contrôle pour garantir la sécurité sanitaire des produits mis sur le marché.

La pollution chimique des océans : de la mesure à l'évaluation et la gestion des risques

Cette prise de conscience de la dégradation de la qualité du milieu marin a conduit, tant au niveau national qu'international, à des décisions politiques et à des plans d'actions visant la réduction des apports de contaminants aux milieux naturels, la reconquête et la préservation durable de la qualité l'environnement marin. Ces actions sont portées en France, et plus largement en Europe, par des textes réglementaires ambitieux pour la protection des milieux aquatiques tels que la Directive-cadre sur l'Eau (2000/60/CE) et plus récemment la Directive-cadre Stratégie pour le milieu marin (2008/56/CE). Elles sont mises en œuvre par des structures étatiques telles que le ministère chargé de l'écologie, l'ONEMA (Office national de l'eau et des milieux aquatiques) et les Agences de l'eau. Les travaux scientifiques dans le domaine de la pollution marine soutiennent largement cette politique.



Institut océanographique

Fondation Albert I^{er}, Prince de Monaco

Toutefois, une action nationale ou régionale ne pourrait être suffisante pour la protection des milieux : en effet, les rejets dans l'océan ne restent pas localisés près des côtes des pays qui en sont à l'origine, mais se déplacent au gré des courants marins et aériens sur l'ensemble du globe. Ainsi des concentrations élevées en certaines substances ont été mesurées au niveau des pôles et dans le sang des Inuits, attestant ainsi de la contamination de zones éloignées de toute activité industrielle et de l'accumulation de certaines substances chez les prédateurs marins, qui sont une source de nourriture essentielle pour les populations circumpolaires. Dans ce cas, une action globale est nécessaire : on notera notamment l'action de la convention OSPAR (conventions de Oslo et Paris [3]), qui est l'instrument légal actuel guidant la coopération internationale pour la protection de l'environnement marin de l'Atlantique du nord-est. Citons également la convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, qui s'attache particulièrement à l'élimination ou à la réduction des substances les plus persistantes, bioaccumulables et toxiques.

L'ensemble de cette démarche s'appuie sur des programmes de surveillance continue. Pour apporter une conclusion positive à cette présentation, il apparaît primordial de souligner que, si le recours à des techniques analytiques ultrasensibles et spécifiques a révélé l'émergence de nouveaux contaminants, cette surveillance continue a démontré la diminution de contaminants comme les éléments-traces, les pesticides organochlorés ou les PCB. Cette observation, à garder à l'esprit, témoigne que la pollution chimique marine n'est pas une fatalité irrémédiable et que les faits suivent les actions volontaristes appropriées, même si ce n'est pas toujours aussi rapidement que souhaité.

Pour en savoir plus :

[1] Cedre (Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux, Brest) : Chronologie des accidents de navigation impliquant des pétroliers ou des chimiquiers.

<http://www.cedre.fr/fr/accident/classement-chronologique.php>

[2] Maladie de Minamata : http://fr.wikipedia.org/wiki/Maladie_de_Minamata

[3] Convention OSPAR : <http://www.ospar.org>