

Eaux troubles

L'activité humaine pollue l'environnement marin et les moyens d'existence de millions de pêcheurs. La science peut aider à modifier le tableau.



Credit: Photodisc

L'AVENIR DES OCÉANS

Alasdair D. McIntyre

Le passé

«La plupart des choses s'épuisent par l'usage inconsidéré. Cela ne vaut pas pour la mer». Par cette observation faite en 1609, Hugo Grotius, le célèbre juriste hollandais, résumait une conception des océans qui aurait

fait l'unanimité à l'époque. On pensait que la taille, la profondeur et la mobilité des océans les immunisaient contre tout effet de l'activité humaine. Pourtant, dès le XI^e siècle, les Basques, sur les côtes atlantiques de France et d'Espagne, tuaient tant de baleines que les stocks se sont rapidement épuisés – sort qui a fini par gagner d'autres espèces de baleine dans le monde. Cet avertissement a été ignoré. On pensait que seuls les grands mammifères marins étaient vulnérables et, jusqu'à la fin du XIX^e siècle, que les stocks de poissons ne seraient jamais touchés de la même façon. Les

pêcheurs, cependant, ont commencé à noter une diminution de leurs prises, pendant que la population mondiale croissante accentuait la pression sur les stocks. Cette pression s'est accrue avec le progrès technologique, l'apparition de navires et de chaluts améliorés facilitant la pêche de fond. Les poissons pélagiques (hareng, maquereau), habituellement difficiles à localiser, ont également été visés, des appareils acoustiques et d'énormes sennes coulissantes permettant de détecter et de balayer chaque banc, de sorte qu'aucun poisson du plateau continental n'était à l'abri. Pendant un temps, il a semblé que les espèces migratoires rapides de haute mer (thon, saumon et calmar) échapperaient à la prise, mais la mise au point de filets dérivants, tendus comme des rideaux sur des centaines de kilomètres, a comblé cette lacune, de sorte que toutes les espèces marines étaient exposées à la pêche excessive.

Pendant des siècles, il a été admis que l'homme pouvait influencer la faune marine par la pêche, mais

personne ne pensait sérieusement que d'autres activités pouvaient modifier les propriétés fondamentales des océans. Cette opinion, cependant, a volé en éclats au début des années 50 avec l'essai d'armes nucléaires dans l'atmosphère, dont l'une des conséquences a été la retombée de radionucléides artificiels qui ont été détectés à la surface des océans. Les concentrations n'étaient pas suffisantes pour endommager le biote, mais leur présence a démontré que l'homme pouvait incidemment modifier la chimie des océans, ce qui a rapidement été confirmé la décennie suivante par divers événements.

Au début des années 50, un effluent déversé dans la mer par une usine de Minamata (Japon) a contaminé le poisson au mercure, causant la mort de consommateurs locaux. Cet incident a attiré l'attention sur les risques des rejets en mer de déchets riches en métaux et sur ceux d'autres métaux, en particulier le cadmium, le plomb et le cuivre.

Les eaux usées urbaines sont d'autres résidus qui étaient systématiquement déversés non traités sur la côte, présentant des risques sanitaires en raison des pathogènes véhiculés par ces eaux. Elles contaminent les fruits de mer, qui accumulent ces pathogènes vecteurs d'hépatites, de choléra et de maladies gastro-entériques. Les plaisanciers sont aussi exposés à l'eau de mer contaminée. Les nageurs, surfeurs, skieurs et même ceux qui se reposent sur les plages peuvent être atteints de troubles mineurs. La nécessité de traiter et d'éliminer les déchets est maintenant reconnue et, dans certains pays, la surveillance des établissements conchylicoles et des eaux de baignade est obligatoire.

En outre, les eaux usées, riches en nutriments, peuvent surfertiliser des plantes. Cette eutrophisation se traduit par des proliférations d'algues sur le littoral et de phytoplancton dans la colonne d'eau. Ces plantes, lorsqu'elles se décomposent, produisent d'importants volumes de vase sur les plages, ce qui nuit au tourisme. Pendant ce temps, leur décomposition bactérienne appauvrit l'eau en oxygène, ce qui tue des organismes marins. De surcroît, certains phytoplanctons sont toxiques et les proliférations d'algues nocives se multiplient (*voir encadré: Poisson ou poison?*). L'eutrophisation est aggravée par le ruissellement de nutriments provenant de l'agriculture et de l'élevage intensif. Malgré la surveillance systématique pratiquée par de nombreux pays, ces problèmes causent, dans le monde, des pertes et des décès.

Les métaux et les nutriments sont naturellement présents dans l'eau de mer; si leur concentration n'est

Poisson ou poison?

Bolinao, Philippines – Soudain, début février 2002, des chandidés se sont mis à flotter à la surface des eaux de mer assombries. Des centaines de tonnes de chandidés (localement appelés bangus) valant des millions de dollars mourraient dans leurs cages ou pièges et commençaient à se décomposer en masse sur les plages locales. La ville côtière de Bolinao, à l'ouest de Luzon, l'un des principaux fournisseurs de fruits de mer de Manille, était en train de passer rapidement de la prospérité à la catastrophe économique et écologique.

«Nous savions que la forte concentration d'aquaculture dans la région la rendait extrêmement vulnérable à une prolifération d'algues», dit le Professeur Rhodora Azanza, de l'Institut des sciences marines de l'Université des Philippines (ISMUP), «mais la gravité et l'ampleur du phénomène étaient sans précédent, et la nature de la prolifération de phytoplancton causant tout ce dommage demeurait un mystère».

Il fallait absolument savoir ce qui se passait. Certaines proliférations produisent une toxine qui peut se concentrer dans les moules, les clams et d'autres coquillages et être mortelle pour le consommateur. Les chercheurs qualifient ces variétés de nocives. Elles peuvent provoquer un empoisonnement paralysant, suivi d'un décès par arrêt respiratoire. Le Dr. Azanza et son équipe ont décidé d'analyser des échantillons d'eau et de fruits de mer dans leur laboratoire de Quezon City. En quelques jours, et grâce à un puissant microscope fourni par l'AIEA, ils ont pu informer le public qu'un phytoplancton, *Prorocentrum minimum*, était à l'origine de la prolifération. Il avait tué beaucoup de poissons, mais ne présentait aucun risque pour l'homme.

Malgré cette bonne nouvelle, l'incident a révélé un ensemble bien plus vaste de problèmes écologiques qui ne se résoudront pas d'eux-mêmes. Avec plus de 7 000 îles dispersées sur des milliers de kilomètres carrés de mers tropicales, les Philippines sont un paradis du pêcheur, un lieu idéal pour l'aquaculture et l'élevage de fruits de mer en milieu artificiel.

Parallèlement à la croissance de l'aquaculture côtière depuis vingt ans, cependant, l'incidence des «marées rouges» (Bolinao) et des proliférations d'algues nocives a augmenté rapidement. On recense aujourd'hui dans le pays 17 zones côtières qui ont été touchées par un agent algal connu sous le nom de *Pyrodinium bahamense var. compressum*, et quelque 1 800 cas d'empoisonnement et plus de 110 décès ont été signalés pendant cette période.

L'organisme chargé de suivre les proliférations d'algues est le Bureau philippin des pêches et des ressources aquatiques (BPRA), qui a établi des stations de surveillance dans l'ensemble du pays et un laboratoire central pour tester la toxicité de l'eau et des fruits de mer. D'après Fe Bajarias, aquaculteur au BPRA, «nos laboratoires exercent une surveillance constante pour protéger la santé du public. Notre système d'alerte fonctionne, mais nos services de test

et d'analyse auraient besoin de connaissances et de techniques plus modernes».

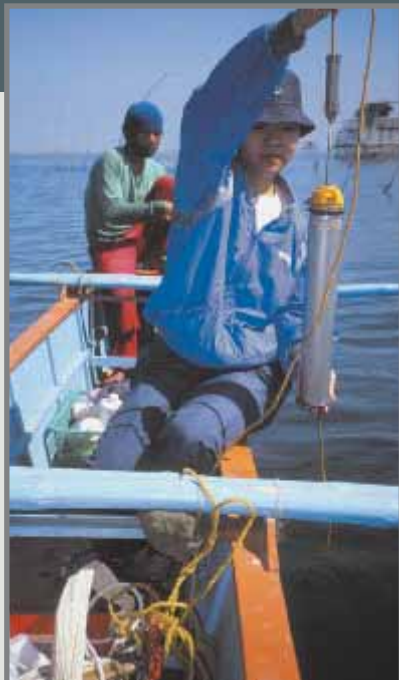
Les laboratoires du BPRA utilisaient des souris vivantes – méthode imprécise, lente et cruelle. Depuis 1997, cependant, un projet de coopération technique de l'AIEA s'emploie à transférer une méthode perfectionnée et précise dite épreuve de liaison avec un récepteur pour aider les autorités à évaluer les toxines marines résultant des «marées rouges» toxiques de plus en plus fréquentes.

Les techniques nucléaires détectent rapidement la toxicité d'aliments marins contaminés par des proliférations d'algues nocives. Elles permettent aux industriels du secteur de savoir, avant d'être contraints d'interrompre leur activité, si la prolifération d'algues est avérée. Dans l'immédiat, on devrait pouvoir avertir plus rapidement et précisément les consommateurs de fruits de mer, ce qui devrait aider à réduire le nombre d'empoisonnements. Sont également soulagés les habitants du littoral touchés par les licenciements et l'effondrement du tourisme à chaque annonce d'une prolifération d'algues.

L'Institut philippin de recherche nucléaire (IPRN) et l'ISMUP ont beaucoup progressé dans l'adoption de la nouvelle méthode et fournissent déjà des tests et analyses complémentaires aux laboratoires traditionnels exploités par le BPRA. «Dans quelques années, cette technique jouera un rôle primordial dans la protection de la santé du public», dit le professeur Azanza.

— David Kinley, Division de l'information de l'AIEA.

Pour en savoir plus sur les projets de coopération technique de l'AIEA, voir Science Serving People, Technical Cooperation for Development, consultable sur le site WorldAtom de l'AIEA à l'adresse: <http://www.iaea.org/worldatom/Press/Booklets/Ssp/algal.html>



Iris Baula, chercheur à l'Institut des sciences marines, prélève des échantillons d'eau dans la baie de Manille à l'aide d'appareils fournis par l'AIEA. L'Institut retrace l'historique des proliférations d'algues dans la baie afin de mieux les prévoir et les prévenir
(Crédit : Kinley/AIEA)

pas excessive, les organismes peuvent s'en accommoder. En revanche, les composés organiques synthétiques forment une catégorie très différente de polluants ; dans les années 60, ils ont considérablement aggravé la situation. Des résidus de pesticides (DDT et produits chimiques tels que les PCB) ont commencé à apparaître dans l'environnement. Ces substances toxiques, très persistantes et solubles dans les graisses, s'accumulent dans les tissus d'animaux, remontent la chaîne alimentaire et endommagent des prédateurs supérieurs tels que mammifères marins et oiseaux de mer. Une menace plus récente est venue d'un autre composé organique synthétique, le tributylétain, constituant de peintures marines antisalissures. Cette substance touche des animaux non visés, dévastant des populations d'escargots marins en inversant leur sexe et, fait plus important commercialement, produisant un épaissement des coquilles d'huîtres, réduisant ainsi les récoltes.

Les matières plastiques, autres composés organiques synthétiques, nuisent gravement aux océans. Le remplacement croissant de matériaux naturels par des matières synthétiques sur de nombreux biens manufacturés a entraîné une prolifération de débris légers et persistants (filets de pêche, lanières, rubans, récipients, toiles, voire fines particules qui flottent sur la mer). Bien que chimiquement inertes, ces débris dérangent et tuent souvent des animaux marins et souillent abondamment les plages.

Un autre polluant qui a attiré l'attention dans les années 60 est le pétrole, qui pose un problème depuis qu'il est utilisé comme carburant pour les navires, même si au début, le problème tenait aux rejets de déchets, dont des eaux de cale et de lavage des cuves. Lorsque, cependant, le pétrole a commencé à être transporté comme chargement dans des navires de plus en plus grands, la crainte de naufrages s'est accrue. Ces craintes ont culminé dans les années 60 lors de la construction de très grands pétroliers. En 1967, lorsque le «Torrey Canyon» s'est échoué dans la Manche, libérant 100 000 tonnes de brut, ces craintes se sont vérifiées. Cette première de nombreuses marées noires créait une situation entièrement nouvelle. Heureusement, l'apprentissage fut rapide. On a commencé par utiliser des détergents industriels, mais ils étaient plus toxiques que le pétrole ; on les a alors remplacés par des dispersants chimiques aux différentes formulations adaptées au pétrole. De leur

côté, les écologistes ont conçu et testé diverses méthodes alternatives de nettoyage. Le plus important, cependant, est que l'on a compris que l'idéal était de prévenir les accidents. Plusieurs pays ont étudié de façon approfondie l'ensemble de la question de la sûreté des navires en mer. Des enquêtes ont été menées et des recommandations faites sur divers aspects fondamentaux (conception, structure, équipage et itinéraires).

Le transport du pétrole en mer pose un important problème, mais la production offshore de gaz et de pétrole présente aussi, à chaque stade du processus, des risques écologiques. Pendant l'exploration, les sondages sismiques peuvent blesser des mammifères marins et déranger la migration et la formation de bancs de poissons. La production peut, quant à elle, entraîner déversements accidentels et éruptions, rejets de boues de forage, de produits chimiques et d'eaux sales ainsi que des ruptures de canalisations.

Outre le rejet de produits chimiques potentiellement polluants en mer, l'introduction d'organismes suscite des inquiétudes. L'homme peut transférer des espèces exogènes d'un écosystème à l'autre de plusieurs façons: transport sur des coques de navires, rejets intentionnels ou non via l'aquaculture et passage par des canaux de jonction. Aujourd'hui, cependant, le coupable le plus fréquent est l'eau des ballasts; on estime à près de 7 000 le nombre d'espèces différentes transportées ainsi à travers le monde chaque jour. Dans leur nouvel habitat, ces espèces exotiques peuvent survivre, perturbant l'écologie locale, l'activité économique, voire la santé humaine. Ces espèces envahissantes sont aujourd'hui considérées comme l'un des principaux risques pour les océans, et l'Organisation maritime internationale (OMI) mène, avec d'autres institutions, en particulier le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) et le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), un vaste programme d'étude pour résoudre le problème.

Le développement côtier est une autre activité humaine qui a des conséquences directes sur le milieu marin. Pour construire des ports, des installations industrielles, des hôtels, des marinas et d'autres infrastructures touristiques, il faut assécher des marais et bétonner le littoral. Ce type de «développement» détruit des habitats naturels et des aires de reproduction de poissons. En Méditerranée, près de la moitié des côtes espagnoles sont touchées par le tourisme, tandis que sur la Côte d'azur et autour d'Alexandrie, d'Athènes, d'Istanbul et de Naples, la majeure partie de la côte est déjà construite. Un phénomène similaire touche les Caraïbes et d'autres régions touristiques. De même que

l'évolution de l'interface terre/mer, les activités de l'arrière-pays, parfois à des centaines de kilomètres de la mer, peuvent nuire au littoral. La manipulation de cycles hydrologiques par des barrages et par l'irrigation peut altérer le régime hydrologique d'estuaires, accroissant la salinité d'eaux normalement saumâtres et réduisant l'apport de sédiments. À l'opposé, des pratiques agricoles telles que la déforestation peuvent entraîner une érosion des sols et l'envasement d'habitats marins où le biote a évolué dans des eaux claires et a donc besoin d'une faible turbidité pour survivre.

Le présent

Pour évaluer la santé de l'océan, aujourd'hui, il faut examiner son état général et inventorier ses ressources vivantes. La bonne nouvelle, c'est que les eaux de haute mer sont en relativement bonne santé chimique. Leurs polluants proviennent principale-

ment de deux sources: l'atmosphère et la navigation. Les polluants atmosphériques sont un mélange de tous ceux déjà mentionnés, qui se mêlent dans l'air transporté autour du monde et finissent par retomber par dépôt humide ou sec. Cependant, en raison de la dilution et du long séjour caractéristiques du transport atmosphérique, ces retombées, bien que mesurables, n'entraînent que de faibles concentrations dans les eaux de surface, et l'on ne détecte aucun effet important sur le biote marin. La pollution due à la navigation, plus concentrée, est confinée aux voies maritimes et tend à se disperser et à se diluer rapidement, même si des matières persistantes (plastiques, boulettes de goudron) peuvent flotter sur de grandes distances et s'accumuler sur les plages. Heureusement, ces problèmes – en particulier la pollution – sont suivis de près par l'OMI grâce à la Convention MARPOL 73/78, instrument dynamique adaptable aux nouvelles situations.

À la différence des hautes mers, les zones côtières de la planète offrent un tableau très différent. La plupart des polluants provenant des masses terrestres continentales, les zones côtières sont exposées à d'importants risques, tout comme le plateau adjacent. La dégradation est intense dans les estuaires où sont concentrées des industries et dans les zones côtières où des fleuves déversent des déchets de l'arrière-pays. Les baies semi-

fermées fortement urbanisées ou agricoles et peu renouvelées par l'océan sont également très vulnérables.

Quant aux ressources vivantes, malgré les craintes initiales, la pollution marine n'a pas eu l'effet redouté. Pour elles, en effet, le danger est plus immédiat: c'est la surexploitation. La diminution des prises d'espèces recherchées et l'effondrement de stocks importants est manifeste, et de fortes pressions s'exercent sur les pêcheurs. Aujourd'hui, sur les principaux stocks mondiaux de poisson, 47% sont pleinement exploités, 18% surexploités et 9% épuisés.

L'avenir **Compte tenu de ce qui précède, que peut-on dire de l'avenir des océans?**

L'un des problèmes étroitement surveillés est celui des changements climatiques, principalement dus, pense-t-on, au dioxyde de carbone et aux aérosols produits par l'homme. Le réchauffement climatique va accroître la température et le volume des océans et faire fondre la calotte glaciaire, qui va y ajouter de l'eau douce. Le niveau des mers va donc augmenter. Malheureusement, nous ne comprenons pas encore assez les nombreux processus en jeu dans le système océan-atmosphère pour prédire précisément les changements physiques qui se produiront certainement, pas plus que nous ne pouvons décrire les effets biologiques de la hausse du niveau et de la température des océans. La question est de savoir comment distinguer la variabilité naturelle des océans des changements causés par l'homme. Les chercheurs recherchent activement des réponses à toutes ces questions.

Si, actuellement, les changements climatiques sont imprévisibles, ce que nous pouvons dire de l'état de la pollution marine est plus optimiste. La sensibilisation du public est très encourageante, comme le montre le soutien généralisé pour des organisations écologiques non gouvernementales telles que le Fonds mondial pour la nature (WWF), Friends of the Earth et Greenpeace. Grâce à leur action, les industriels et les gouvernements prennent conscience de la nécessité de tenir compte de l'environnement, auquel est désormais consacrée une section dans le rapport annuel de chaque compagnie pétrolière ou gazière. Globalement, l'avenir s'annonce prometteur, ne serait-ce que parce que la conscience de

la nécessité d'améliorer l'état des mers se reflète dans nombre de traités et accords internationaux. Tous n'ont pas été unanimement ratifiés, mais le cadre est en place. En outre, il se tient régulièrement des sommets dits environnementaux qui, s'ils ne sont pas entièrement efficaces, appellent l'attention sur les problèmes importants et stimulent l'action gouvernementale.

Ce qui inquiète réellement, c'est l'avenir de la pêche. Le poisson, à la différence du pétrole, peut devenir une ressource durable s'il est bien géré. De l'avis général, il faudrait, pour constituer des stocks durables, limiter la pêche. Enfin, il est admis que les stocks doivent être gérés non pas espèce par espèce ou exploitation par exploitation, mais dans le contexte d'écosystèmes entiers. Seuls peuvent agir, cependant, les pêcheurs et les responsables politiques. La plupart des pêcheurs, malheureusement, s'y refusent, ne voulant pas envisager l'avenir et ne comprenant apparemment pas que le profit immédiat est synonyme de destruction à long terme. Le nœud du problème, c'est que la plupart des responsables politiques n'ont pas su, à ce jour, persuader les pêcheurs, qui les élisent. La science permet maintenant de prendre des décisions judicieuses. Il faut aussi impérativement associer les pêcheurs à ces décisions et tenir dûment compte des aspects socio-économiques. Ainsi, bien que tous les éléments d'une bonne gestion soient en place, il n'est pas sûr aujourd'hui que les mesures seront prises pour assurer la pérennité de cette activité. Il existe, toutefois, des raisons d'espérer. La sensibilisation du public s'accroît et les politiques semblent vouloir agir, malgré quelques hésitations. C'est ce qu'on fait les participants au récent Sommet de Johannesburg sur le développement durable, qui ont recommandé de rétablir, d'ici à 2015, les stocks fortement appauvris de la planète. Ce but, peut-être inaccessible, vaut qu'on s'emploie à l'atteindre.

Le professeur Alasdair McIntyre (a.d.mcintyre@abdn.ac.uk) a travaillé au Laboratoire de l'environnement marin de l'AIEA à Monaco (www.iaea.org/monaco). Professeur émérite d'halieutique et d'océanographie à l'Université d'Aberdeen, il a travaillé pendant quarante ans au laboratoire marin d'Aberdeen du Ministère écossais de l'agriculture et de la pêche, maintenant appelé Services de recherche halieutiques, où il a dirigé des recherches sur l'écologie marine, la pêche et la pollution. Il a été nommé directeur de la recherche halieutique pour l'Écosse en 1983 et coordonnateur de la recherche halieutique pour le Royaume-Uni en 1986.

Exploiter l'eau des océans

Les concepteurs de centrales nucléaires, pensant aux pays en développement, ont créé des réacteurs polyvalents capables de produire de l'électricité et de transformer économiquement de l'eau de mer en eau douce potable. Ce double système de production est appelé «dessalement nucléaire».

Selon les experts, l'économie consacrera le dessalement nucléaire, des modèles de réacteurs avancés promettant de réduire le coût de la transformation d'eau de mer en eau douce. Pour les pays en développement qui manquent d'eau, c'est un atout majeur.

La technique du dessalement de l'eau de mer n'est pas nouvelle. Ces cinquante dernières années, son utilisation s'est développée, surtout au Moyen-Orient et en Afrique du Nord, où l'eau douce est rare. Plus de 7 000 installations de dessalement opèrent dans le monde. Ces installations à forte intensité énergétique tirent généralement leur vapeur ou leur électricité de centrales à combustibles fossiles traditionnelles. La crainte des émissions de gaz à effet de serre, cependant, incite à rechercher des sources d'énergie plus propres.

Le couplage de l'énergie nucléaire et d'usines de dessalement est déjà une réalité au Japon et au Kazakhstan, où des établissements commerciaux opèrent depuis les années 70.

Lors d'une conférence sur le dessalement nucléaire tenue au Maroc fin 2002, des spécialistes de plus de 35 pays ont étudié l'évolution de la situation mondiale, dont la perspective de centrales nucléaires. Ils ont découvert que des réacteurs à haute température refroidis par gaz offraient une alternative compétitive, sûre et plus propre aux centrales traditionnelles. Tout en produisant de l'électricité, ces réacteurs, couplés à une installation de dessalement, pouvaient produire de l'eau douce pour un dollar environ les deux mètres cubes.

L'Inde entend exploiter en 2003 l'usine de démonstration en cours de construction à Kalpakkam, dans le sud-est du pays. On ignore encore son rapport coût-efficacité, car elle utilise un ancien modèle de réacteur à eau lourde. Elle permettra, cependant, de former des personnels et de rechercher des solutions aux pénuries d'eau douce qui frappent l'Inde du Sud.

Selon M. Mabrouk Methnani, conseiller technique de l'AIEA pour le développement de la technologie électronucléaire, les concepteurs de centrales nucléaires ne tenaient pas compte, autrefois, des pays



en développement. «On ne cherchait pas à coupler une unité de dessalement au réacteur, mais les temps changent, avec la conception de réacteurs de faible ou moyenne puissance conçus à cette fin», a-t-il déclaré.

Le Pakistan a annoncé qu'il entendait résoudre ses pénuries d'eau douce par le dessalement nucléaire, une installation devant entrer en service d'ici à 2005. L'AIEA a été priée d'accorder une assistance technique, comme elle l'avait fait avec l'Inde.

La conférence était organisée par deux organisations non gouvernementales – le Conseil mondial des travailleurs du nucléaire et l'Association des ingénieurs en génie atomique du Maroc (AIGAM) – en coopération avec l'AIEA et le Conseil mondial de l'eau. Des experts de l'Agence y ont organisé une réunion d'une journée sur «les progrès du dessalement nucléaire». Cette réunion, largement technique, a évoqué des aspects tels que la conception, le couplage, l'économie et la sûreté des usines de dessalement nucléaire. De nombreux intervenants ont indiqué utiliser principalement le programme DEEP (Logiciel d'évaluation économique du dessalement) de l'AIEA pour analyser le dessalement nucléaire et ont appelé à l'élaborer davantage. Ce programme est le seul à fournir une estimation initiale du coût du dessalement nucléaire par rapport au dessalement traditionnel.

Pour en savoir plus:

<http://www.iaea.org/programmes/ne/nenp/nptds/ndesal/index.htm>