EP

Programme des
Nations Unies
pour l'environnement

UNEP(DEC)/MED WG.205/4
9 mai 2002

FRANÇAIS
Original: ANGLAIS

PLAN D'ACTION POUR LA MEDITERRANÉE

Réunion d'experts pour la gestion écologiquement rationnelle des usines de dessalement d'eau de mer et des rejets de saumure

Forli', Italie, 16 – 18 mai 2002

PROJET

RECOMMANDATIONS CONCERNANT L'ÉLABORATION DE LIGNES DIRECTRICES POUR LA GESTION DU DESSALEMENT DE L'EAU DE MER DANS LA RÉGION MÉDITERRANÉENNE

PNUE
Athènes, 2002

TABLE DES MATIÈRES

	Page no.
Introduction	1
Politique régionale et nationale de protection et de gestion de l'eau	2
Recommandations techniques pour répondre aux prescriptions de la politique nationale et régionale	4
Recommandations à l'intention de l'autorité responsable de la réglementation	7
Recommandations concernant les mesures d'atténuation des impacts que doit prendre en considération l'autorité nationale chargée de l'environnement	9
Recommandations pour les programmes de surveillance continue	19

Introduction

Le présent document a été établi par le Secrétariat sur la base des informations disponibles au plan directif et technique au sein et en dehors de la région méditerranéenne. Il présente aux experts et aux représentants des gouvernements un certain nombre de principes et d'idées rassemblées sous forme de recommandations qui peuvent, à un stade ultérieur, servir de base à l'élaboration de lignes directrices pour la planification et la gestion écologiquement rationnelle des usines de dessalement de l'eau de mer, eu égard en particulier à la gestion des rejets de saumure.

Dans l'esprit du Secrétariat, ces lignes directrices, susceptibles d'être établies à l'avenir, ont pour objectif général de fournir une orientation aux gouvernements dans la planification et la gestion des usines de dessalement de l'eau de mer, compte tenu des pratiques et réglementations existant aux niveaux international, régional et national, en vue d'anticiper et de réduire au minimum d'éventuels effets néfastes sur le milieu marin.

La teneur du document est à envisager comme un projet que la réunion a pour objet d'examiner, d'analyser et de discuter.

La réunion est ainsi invitée à confirmer au Secrétariat l'intention d'élaborer des lignes directrices et d'examiner, analyser le projet du présent document et de convenir de sa teneur.

Politique régionale et nationale de protection et de gestion de l'eau

1. Politique nationale de gestion de l'eau

Le développement des activités de dessalement fait partie intégrante de la politique nationale de gestion des ressources en eau, et notamment de sa composante liée à la gestion des ressources en eau du littoral, il doit être conforme aux politiques et normes énoncées dans le plan d'aménagement côtier (comme le PAC) de l'autorité locale dont relève la zone proposée pour le développement des activités en question.

La construction d'usines de dessalement destinées à satisfaire aux besoins d'approvisionnement en eau peut se traduire par des retombées favorisant un essor socio-économique. De fait, la rareté de l'eau est souvent l'obstacle majeur au développement dans de nombreuses parties du littoral. Par conséquent, de nouveaux projets de dessalement dans les zones côtières pourraient aboutir directement à un regain de développement se soldant par un accroissement du flux migratoire de la population vers ces zones. Toutefois, le développement induit par une nouvelle usine pourrait à son tour retentir sur les objectifs régionaux à long terme. Par exemple, des usines de dessalement aménagées dans des zones rurales pourraient entraîner le développement de ces zones plutôt que des agglomérations urbaines existantes; pareillement, des usines de dessalement aménagées dans des agglomérations urbaines peuvent modifier le caractère de ces zones.

Il convient de prendre en compte les impacts socio-économiques susceptibles d'être favorables à la croissance pour les collectivités qui bénéficieront de l'eau ainsi que pour celles où seront aménagées les usines de dessalement. Les autorités nationales chargées de l'environnement et les pouvoirs locaux devraient envisager, à l'échelon régional, les perspectives et les contraintes que comporte la construction d'un grand nombre de petites usines par rapport à la construction d'un nombre plus réduit d'usines de grande taille. Les impacts favorisant la croissance peuvent être plus importants avec des projets mis en œuvre sur de nombreuses années, par comparaison avec des projets à court terme destinés à remédier aux effets d'un période de sécheresse. Les autorités nationales chargées de l'environnement devraient prendre en compte les incidences possibles à long terme d'une extension de la durée des projets prévus initialement pour une courte durée.

Le moyen le plus efficace d'assurer l'exécution d'activités de dessalement et d'autres priorités des plans d'aménagement côtier dans des zones où pourrait s'imposer la production d'eau dessalée consiste à mettre en œuvre ces priorités de développement dans le cadre du zonage et d'autres normes d'aménagement foncier.

Étant donné que la propriété et l'exploitation publiques des usines de dessalement sont aussi censées contribuer à garantir que les affectations de l'eau se feront de manière à cadrer avec les priorités à venir du développement, les autorités nationales chargées de l'environnement devront peut-être envisager à assortir de conditions spéciales ou supplémentaires toute approbation qu'elles pourraient donner à la construction d'usines de dessalement de propriété privée.

2. Politique régionale et nationale de protection du milieu marin

Le rapport d'évaluation (UNEP(DEC)/MED WG 205/3) a indiqué que les activités de dessalement de l'eau de mer peuvent s'accompagner d'incidences néfastes sur le milieu marin. Les autorités nationales chargées de l'environnement devraient prendre ces incidences en considération dans le contexte du plan national de conservation de l'environnement et/ou du plan de protection du milieu marin et des engagements pris au plan régional pour protéger le milieu marin contre une pollution d'origine tellurique.

Comme les activités de dessalement sont assez restreintes dans la région méditerranéenne, elles ne sont généralement pas incluses dans les dispositions des politiques et des cadres réglementaires et juridiques nationaux. Par conséquent, il conviendrait que les pays méditerranéens élaborent et élargissent des cadres institutionnels et juridiques de manière à couvrir les activités de dessalement de l'eau de mer.

Le Protocole «tellurique» adopté en 1996 par les Parties contractantes à la Convention de Barcelone comporte des dispositions sur le maintien, le développement et la restauration des ressources marines et de la productivité biologique. Aux termes de l'article 5, «les Parties entreprennent d'éliminer la pollution provenant de sources et activités situées à terre et en particulier d'éliminer progressivement les apports de substances toxiques, persistantes et susceptibles de bio-accumulation énumérées à l'annexe I. À cette fin, elles élaborent et mettent en œuvre, individuellement ou conjointement selon le cas, des plans d'action et des programmes, nationaux et régionaux, contenant des mesures et des calendriers d'application». L'annexe I du Protocole énumère 30 secteurs d'activité à prendre en considération, 13 caractéristiques de substances à prendre en compte et 19 catégories de substances pour lesquelles des plans d'action devraient être établis. Les activités de dessalement de l'eau de mer pourraient être couvertes par le secteur intitulé « Travaux et ouvrages modifiant l'état naturel du rivage » et par la catégorie de substances « Substances non toxiques qui peuvent avoir un effet défavorable sur les caractéristiques physiques ou chimiques de l'eau de mer ».

Le dessalement des eaux saumâtres provenant de puits situés à l'intérieur des terres est une pratique courante et à laquelle des pays méditerranéens ont recours pour s'assurer un apport d'eau douce qui est destiné à des municipalités et à des entreprises industrielles de petite et moyenne taille. Ces activités génèrent une faible quantité de saumure résiduaire, laquelle est soit rejetée à terre (dans des bassins ou des égouts) soit immergée en mer au moyen de bateaux. Aux termes du Protocole «immersions» de 1995, cette dernière pratique devrait être interrompue.

Recommandations techniques pour répondre aux prescriptions de la politique nationale et régionale

Utilisation de l'énergie

Les demandeurs soumettant pour approbation des projets de dessalement de l'eau sont incités à envisager les possibilités de technologies de génération d'énergie, d'énergie de substitution et de technologies qui réduisent la consommation d'énergie. Les demandeurs devraient soumettre des estimations de la consommation d'énergie annuelle prévue et des impacts de la production d'énergie correspondante. Pour les usines qui nécessitent une nouvelle génération importante d'électricité, l'octroi de compensations suffisantes devrait être assuré, si nécessaire. Dans ce cas, les demandeurs devraient soumettre, avec la demande de permis, des éléments démontrant que les installations respecteront les législations en matière de lutte contre la pollution atmosphérique pour ce qui est des émissions dues à la génération d'électricité.

Prélèvement de l'eau de mer

Pour le prélèvement d'eau de mer servant à leur alimentation, les usines de dessalement peuvent utiliser une canalisation qui puise directement l'eau de mer ou recourir à des puits de plage. Les puits de plage offrent l'avantage majeur d'éliminer les impacts par collision d'organismes marins avec le système d'admission d'eau, ou les impacts par entraînement des organismes dans ce système. Les demandeurs soumettant des projets de dessalement de l'eau de mer sont incités, chaque fois que c'est possible, à utiliser des puits de plage, si ceux-ci n'occasionnent pas d'importants dommages à la topographie des plages ou aux apports d'eau potable de la nappe phréatique.

Utilisation de produits chimiques dangereux

Les demandeurs soumettant des projets de dessalement de l'eau de mer sont incités à choisir des technologies et des procédés qui réduisent au minimum ou suppriment les rejets de composés dangereux dans la mer Méditerranée. L'exploitant devrait s'assurer que sont retenues les options les moins préjudiciables à l'environnement pour le traitement de l'eau d'alimentation et le nettoyage des éléments de l'usine.

Combinaison des rejets de saumure avec d'autres rejets

Les demandeurs soumettant des projets de dessalement de l'eau de mer devraient évaluer les options permettant de combiner les rejets de saumure avec les rejets d'une centrale ou d'une station d'épuration. Associer le rejet de saumure au rejet de l'eau de refroidissement d'une centrale est probablement la forme de rejet dans la mer qui a l'impact le moins préjudiciable car elle permet de diluer la saumure. Mélanger la saumure à l'effluent d'une station d'épuration d'eaux usées peut être aussi une solution préférable à son rejet direct dans la mer, mais il faut disposer de davantage d'informations sur les impacts sur le milieu marin.

Quand la saumure est associée à d'autres rejets, les demandeurs devraient bien préciser quelle est la personne ou l'instance chargée de la surveillance des rejets et quelles sont les mesures correctrices qui sont prévues pour le cas où des effets dommageables se produiraient.

Qualité des rejets

Les demandeurs soumettant des projets de dessalement de l'eau de mer devraient fournir le plus de renseignements possible sur les impacts que les rejets prévus pourraient avoir sur les ressources marines. Ces renseignements peuvent être tirés de la surveillance pré-opérationnelle, des résultats de la surveillance dans d'autres usines de dessalement et d'études portant sur des usines pilotes entreprises avant la construction de l'usine définitive. Les renseignements en question seront examinés par l'autorité nationale chargée de l'environnement en consultation avec d'autres organismes compétents.

L'autorité nationale chargée de l'environnement prend en compte les renseignements contenus dans le permis de rejet dans le cadre de son examen de la demande de permis d'aménagement côtier, s'ils sont disponibles. Les autorités devraient coopérer avec les autres organismes compétents pour s'assurer que le demandeur fournira les données de la surveillance pré- et post-opérationnelle nécessaires pour évaluer les impacts de l'usine sur les ressources marines. Le plan d'aménagement côtier, s'il est disponible, devrait spécifier que: 1) l'autorité nationale reçoit des exemplaires de tous les rapports de surveillance soumis, de manière à ce que les impacts de ces usines sur les ressources marines puissent être évalués; et 2) que l'exploitant fournit à l'autorité nationale une attestation du renouvellement des permis pour les rejets de l'usine.

Les autorités nationales chargées de l'environnement devraient passer en revue les données de la surveillance communiquées par l'exploitant de l'usine de dessalement et, en conséquence, ou renforcer les prescriptions réglementaires en vigueur pour réduire au minimum ou supprimer les impacts dommageables éventuellement relevés ou modifier les critères de la surveillance afin d'obtenir davantage d'informations sur un problème donné.

Si les autorités nationales chargées de l'environnement estiment que les activités de surveillance ne sont pas suffisantes pour évaluer les impacts sur les ressources marines, les permis devraient alors énoncer les conditions supplémentaires requises.

Perspectives d'accroissement de la demande en eau

Lorsqu'elles évaluent une proposition d'une usine de dessalement, les autorités nationales devraient examiner si l'eau fournie répond aux besoins de la collectivité ou de l'exploitation privée ou si elle fournit des approvisionnements supplémentaires, ce qui pourrait ménager des perspectives de développement. Les approvisionnements en eau permis par une usine de dessalement ne devraient pas être supérieurs à ceux qui répondent aux potentialités de développement prévues par le plan d'aménagement côtier, si celui-ci existe..

Si une proposition de construction d'une usine de dessalement est soumise pour répondre à une phase critique de pénurie d'eau, les autorités devraient l'évaluer pour déterminer si l'usine est conçue de manière à permettre un démontage facile des installations avec des incidences minimes sur l'environnement une fois que la phase critique sera passée. Le permis devrait inclure une clause spécifiant le délai pendant lequel le permis est valable et exigeant de l'exploitant qu'il demande un nouveau permis pour prolonger la durée de vie de l'usine, si nécessaire. Le permis devrait aussi spécifier la capacité autorisée de l'usine, l'exploitant étant ensuite tenu de respecter la limite de capacité fixée.

Examens périodiques des plans nationaux de dessalement de l'eau de mer

Dans le cadre des examens périodiques des plans nationaux de dessalement de l'eau de mer dans les zones présentant des déficits en eau, les autorités nationales chargées de l'environnement devraient prendre en considération les questions d'approvisionnement en eau et les effets potentiellement favorables au développement dus à cet approvisionnement.

Les plans nationaux de conservation des ressources en eau devraient encourager le recours à des mesures de conservation et de récupération de l'eau pour réduire la nécessité de nouveaux projets en matière d'eau. Ces plans devraient également spécifier la quantité des approvisionnements en eau qui seront nécessaires pour le niveau de développement prévu.

Étude d'impact sur l'environnement

Les demandeurs soumettant des projets de dessalement de l'eau de mer devraient évaluer les impacts cumulatifs (globaux) dans leurs rapports d'étude d'impact sur l'environnement. Les autorités nationales chargées de l'environnement coopéreront avec les agences locales et autres compétentes pour prendre en compte les possibilités d'impacts cumulatifs des projets de dessalement ainsi qu'il est prévu au titre de l'EIE dans les projets devant être implantés sur le littoral. Il conviendra notamment d'examiner les questions suivantes: impacts de la construction d'un certain nombre de petites usines par comparaison avec des usines plus importantes; possibilités d'impact des projets à court terme s'ils sont prorogés dans le long terme; impacts éventuels sur le développement socio-économique dus à l'eau supplémentaire fournie par un certain nombre de projets ; et effets environnementaux d'une production accrue d'énergie nécessitée par l'exploitation d'usines de dessalement.

Recommandations à l'intention de l'autorité responsable de la réglementation

Autorité nationale chargée de l'environnement et projets de dessalement

Les autorités nationales chargées de l'environnement devraient intervenir le plus tôt possible dans le processus d'examen d'un projet de dessalement et en tout cas avant que la décision de construire une usine soit prise. Les projets de dessalement devraient toujours être envisagés dans le contexte du plan global côtier de gestion de l'eau. De fait, toutes les possibilités de conservation et de récupération de l'eau devraient être d'abord prises en compte dans la zone où il est prévu de construire une usine de dessalement. Les autres formules d'approvisionnement en eau, telles que celles consistant à tirer parti d'un aqueduc ou d'une retenue existante devraient aussi être envisagées. Si l'on juge que l'usine de dessalement constitue la seule solution, différents sites et différentes techniques de dessalement devraient être explorées en ayant à l'esprit que l'objectif final est de réduire au minimum/éviter les incidences néfastes possibles de l'usine projetée sur l'environnement.

En conséquence, les autorités nationales chargées de l'environnement peuvent intervenir de diverses manières dans le processus d'examen des permis destinés aux usines de dessalement ou aux installations connexes, et ce conformément aux dispositions suivantes:

1) si la proposition comporte un aménagement dans un segment de la zone côtière, le plan d'aménagement de la zone concernée devrait être conforme au plan d'aménagement global ou au plan d'aménagement national, selon le cas, aux termes duquel l'autorité nationale chargée de l'environnement pourrait délivrer les permis nécessaires; .

2) l'autorité nationale chargée de l'environnement qui est compétente examinera les permis soumis pour les usines de dessalement;

3) l'autorité nationale chargée de l'environnement qui est compétente garde pouvoir juridictionnel pour les permis sur toute portion d'un projet située dans les eaux nationales et sur toute terre s'étendant jusqu'à la laisse de marée moyenne, ou sur toute terre relevant du domaine public. Si un aménagement est proposé au sein de ces zones, un permis sera exigé.

4) l'autorité nationale compétente chargée de l'environnement examine une proposition d'usine de dessalement quant à ses impacts possibles sur la zone côtière.

Groupe d'étude interorganisations

L'autorité nationale chargée de l'environnement qui est compétente devrait envisager la création d'un groupe d'étude interorganisations et/ou la participation à celui-ci pour se pencher sur les questions liées au dessalement. Ce groupe d'étude peut inclure des organisations telles que la commission du plan d'aménagement côtier, si elle existe, le département des pêches, le département des ressources en eau, les offices régionaux de contrôle de la qualité de l'eau, l'office national de contrôle des ressources en eau et d'autres organisations locales, nationales et fédérales, des pouvoirs locaux et des agences de gestion de l'eau, selon le cas.

Le groupe d'étude interorganisations devrait établir des critères pour déterminer si un projet de dessalement permet de répondre à un approvisionnement en eau ou si d'autres options d'approvisionnement sont préférables. Les autorités nationales chargées de l'environnement devraient encourager les entités locales à recourir à toutes options de conservation et de récupération de l'eau.

Informations sur les effets des rejets

L'autorité nationale chargée de l'environnement devrait encourager les recherches concernant les impacts sur les ressources marines et sur la qualité de l'eau de mer des rejets émanant d'usines de dessalement.

Prescriptions à intégrer dans les systèmes de permis nationaux

Des prescriptions spécifiques devraient être intégrées dans les systèmes de permis nationaux pour l'aménagement d'usines de dessalement de l'eau de mer, telles que:

1. Une description adéquate du projet d'aménagement proposé, avec cartes, plans, photographies, etc.;
2. La conformité du site retenu et de ses parages aux dispositions de toutes les politiques nationales pertinentes ainsi que des informations suffisantes concernant l'occupation des sols et la gestion de l'eau dans la zone proche du site proposé;
3. La description de toute autre solution réalisable ou de toute mesure d'atténuation susceptible de diminuer notablement tout impact dommageable important que le projet d'aménagement pourrait avoir sur l'environnement;
4. La justification du droit juridique, de l'intérêt ou de toute autre qualification du propriétaire/exploitant à utiliser la propriété exclusivement pour l'aménagement proposé;
5. Le propriétaire devrait soumettre avec la demande de permis d'aménagement côtier les éléments prouvant que les rejets prévus sont autorisés par l'autorité nationale compétente;
6. Si un permis d'élimination de déchets solides est requis, il devrait également être soumis à l'autorité nationale chargée de l'environnement qui est compétente avec la demande de permis d'aménagement côtier;
7. Tous les permis requis pour un projet proposé doivent être obtenus avant l'entrée en service de l'usine;
8. La réalisation d'une EIE conformément à la méthodologie PNUE (Rapports et études sur les mers régionales, no 122 : Une approche de l'étude d'impact sur l'environnement pour les projets affectant le milieu côtier et marin).

Recommandations concernant les mesures d'atténuation des impacts que doit prendre en considération l'autorité nationale chargée de l'environnement

L'aménagement effectué dans la zone côtière doit être conforme aux politiques et normes du plan d'aménagement côtier, si celui-ci existe. L'autorité nationale chargée de l'environnement examine les projets au cas par cas et tient compte des avantages environnementaux et des impacts sur la zone côtière de tous les projets. Les types suivants d'impacts possibles sur la zone côtière devraient être pris en compte et étudiés pour les usines de dessalement:

- Construction
- Utilisation de l'énergie
- Qualité de l'air
- Milieu marin
- Impulsion donnée au développement
- Autres questions relatives à la zone côtière (risques géologiques, navigation, effets cumulatifs, etc.)

Construction

- **Impacts possibles**

Les activités de construction pourraient se traduire par les types suivants d'impact sur la zone côtière: émissions dans l'atmosphère; perturbation du système dunaire; zone de déferlement; et écologie du fond de la mer; préjudice causé aux oiseaux et aux mammifères marins, à d'autres espèces terrestres et marines et à leurs habitats; dommages causés au patrimoine archéologique et paléontologique; érosion; entraves à l'accès du public et aux loisirs; bruit; pollution d'origine diffuse; et préjudice esthétique causé par les machines, canalisations et autres structures.

Des impacts importants dus à la construction peuvent aussi se produire à distance de l'emplacement de l'usine de dessalement si l'apport d'eau de mer et la distribution de l'eau produite nécessitent la pose de longues canalisations, ou si des lignes électriques ou d'autres installations de transmission de l'énergie doivent être installées. Les trajets des canalisations peuvent avoir des impacts néfastes sur des habitats benthiques comme les herbiers et les bassins de marée. Les écosystèmes fluviaux ou lagunaires le long des lignes électriques soulèvent notamment des problèmes. Toutes les activités d'endiguement, de comblement ou de dragage qui sont proposées dans les eaux au large du littoral, dans les zones humides ou les estuaires doivent être conformes aux lignes directrices émises en application du Protocole «immersions».

- **Gestion des mesures d'atténuation des impacts possibles**

- Réduire au minimum le nombre et la longueur des canalisations et des lignes électriques;

- les déblais de dragage doivent être éliminés conformément aux Lignes directrices pour la gestion des matériaux de dragage (No 136 de la Série des rapports techniques du PAM – «Lignes directrices pour la gestion des matériaux de dragage», établies en application du Protocole «immersions»);

- les trajets des canalisations doivent être choisis de manière à réduire au minimum les

impacts sur les zones sensibles;

- les usines doivent être situées à des emplacements où des ouvrages existants d'apport d'eau de mer ou de rejet puissent être utilisés, et la taille de ces ouvrages doit être réduite au minimum; et

- il convient d'intégrer des mesures d'atténuation couramment adoptées pour les activités de construction (comme des plans de construction affectant au minimum l'accès du public ou les loisirs, les valeurs esthétiques, des zones amortissant le bruit, le choix de sites éloignés de zones riches en ressources, de zones de bâti réglementé, des grands axes de circulation, etc.).

Utilisation de l'énergie

- **Impacts possibles**

Les usines de dessalement nécessitent des quantités importantes d'énergie pour leur exploitation. Par exemple, une usine peut utiliser près de 26 mWh d'électricité par m^3 d'eau produite avant qu'elle ne cesse de fonctionner. Dans l'ensemble, les usines à osmose inverse (OI) sont moins énergivores que les usines à distillation.

Quand la législation nationale exige une consommation minimale d'énergie pour tout nouvel aménagement, l'autorité nationale chargée de l'environnement examine les projets d'usines afin de déterminer s'ils prévoient des mesures de conservation ou d'économie d'énergie. L'autorité nationale devrait aussi envisager les impacts secondaires résultant de l'accroissement de la production d'électricité nécessaire pour les usines de dessalement. Ces impacts comprennent des niveaux plus élevés d'émissions atmosphériques, la collision du poisson avec les circuits d'eau de refroidissement et son entraînement dans ceux-ci, des rejets plus importants d'eau de refroidissement dans la mer, et des effets dus au transport supplémentaire d'hydrocarbures et de gaz.

- **Cogénération**

La cogénération est un processus par lequel la vapeur produite par les centrales est utilisée à d'autres fins. Si une usine de dessalement utilise la cogénération pour répondre à une partie de ses besoins en énergie, elle peut réduire à la fois sa demande d'électricité et les impacts sur l'environnement associés à la production d'électricité.

Par exemple, une usine de dessalement par distillation peut utiliser la chaleur de la vapeur émise par une centrale pour évaporer l'eau d'alimentation. Une centrale à cogénération qui fonctionne avec une usine de dessalement par distillation doit cependant être spécialement conçue à cette fin. Une usine de dessalement par distillation qui dépend de la vapeur dégagée par une centrale pour fonctionner ne pourra plus être exploitée quand la centrale cessera d'être en service.

Une usine OI peut également utiliser la vapeur émise par une centrale pour chauffer légèrement l'eau d'alimentation. Dans ce cas, l'usine OI dépend de l'électricité pour actionner ses pompes à haute pression; l'énergie thermique de la centrale améliore la production du procédé de dessalement mais ne fait pas marcher l'usine. Par conséquent, les usines OI peuvent fonctionner avec ou sans la chaleur de la centrale., et la centrale n'a pas à être spécialement conçue pour s'adapter à l'usine de dessalement. La cogénération peut également être utilisée dans les usines OI en envoyant la vapeur dans une turbine qui actionne les pompes de pression.

Une troisième option de cogénération consiste en une usine mixte à technologies IO + distillation. Les centrales existantes peuvent être ou avoir été «rétroadaptées» en les dotant d'évaporateurs et unités OI pour obtenir une usine mixte, ce qui évite la nécessité de construire une nouvelle unité de dessalement. L'usine MSF (multi-flash) tire parti de la vapeur d'une centrale thermique et en utilise l'énergie pour préchauffer l'eau de mer, laquelle est alors distillée dans l'unité MSF. L'unité OI utilise l'électricité d'une centrale et fonctionne au cours de périodes de demande réduite d'électricité, ce qui optimise le rendement global de l'ensemble de l'exploitation. Les avantages de la conception mixte tiennent aux coûts d'énergie réduits (la fraction distillation fait des économies d'énergie du fait de la cogénération, et la fraction OI peut utiliser l'électricité du réseau pour produire de l'eau quand la centrale ne fonctionne pas); ils tiennent aussi au capital et aux coûts d'exploitation réduits par suite de la réutilisation de l'eau de refroidissement, de l'eau d'alimentation ou de la vapeur.

Bien que les usines de dessalement par distillation aient habituellement des besoins énergétiques globaux plus élevés que les usines OI, leurs économies d'énergie possibles dues à la cogénération sont plus importantes. D'après une estimation, l'utilisation de la cogénération dans une usine OI produisant 60 millions de m3 par an pourrait réduire d'environ 7% la consommation d'énergie. Selon une autre estimation, pour une usine OI produisant de 200 à 240 millions de m^3 par an et utilisant la vapeur d'une centrale pour chauffer l'eau d'alimentation à 75 °C, la demande d'électricité pourrait être réduite de 10 à 15%; pour une usine de dessalement par distillation de la même capacité qui utilise la cogénération, la réduction de la demande de sources d'énergie supplémentaires pourrait être de 20 à 25%.

Une option à envisager consiste à concevoir et à construire une nouvelle centrale qui fonctionnera en conjonction avec une unité de dessalement. Une centrale conçue spécialement pour la cogénération avec une unité de dessalement produira moins d'émissions atmosphériques que des centrales existantes si elle est chauffée au gaz naturel et utilise les technologies les plus récentes de maîtrise des émissions atmosphériques. Cependant, la construction et le fonctionnement d'une nouvelle centrale peut avoir un certain nombre d'impacts dommageables, notamment des émissions atmosphériques, des incidences sur les ressources marines, une atteinte aux valeurs esthétiques et aux possibilités de loisir, la perturbation des habitats sensibles, et une extension des collectivités du littoral.

- **Autres options d'économies d'énergie**

Une méthode permettant de réduire la consommation d'énergie dans tous les types d'usines de dessalement consiste à recourir à la récupération de l'énergie. Dans le cas de la distillation, la chaleur de la saumure et de l'eau douce quittant l'usine sert à préchauffer l'eau d'alimentation. Dans les usines OI, l'énergie est récupérée en convertissant la pression hydraulique de la saumure en électricité ou en transférant cette énergie à l'eau d'alimentation.

L'énergie solaire peut également servir à chauffer l'eau d'une petite usine de distillation. L'énergie solaire est onéreuse par comparaison avec d'autres technologies énergétiques des usines de dessalement et elle peut nécessiter une grande superficie pour la captation du rayonnement solaire et les cellules de conversion; cependant, cette technologie permet d'éviter des émissions atmosphériques toxiques et l'exploitation de ressources épuisables.

- **Mesures d'atténuation des impacts possibles**

- Préférence accordée aux technologies de dessalement et aux conceptions d'usines qui réduisent la consommation d'énergie;

- Recours, si possible, aux sources d'énergie renouvelables; et

- Choix de l'emplacement des usines à proximité de centrales capables de cogénération.

Qualité de l'air

- **Impacts possibles**

D'une manière générale, les émissions dans l'atmosphère des usines de dessalement se composent seulement d'azote et d'oxygène émanant de la distillation dans des unités qui utilisent des procédés de désaération pour réduire la corrosion, des rejets du système d'éjecteurs à air (usines thermiques), ou des rejets des dégazeurs (usines OI).

La production d'énergie destinée à être utilisée dans les usines de dessalement accroît toutefois les émissions atmosphériques de NOx,de SOx, de suie, etc. De plus, des accroissements substantiels d'émissions atmosphériques peuvent se produire si une nouvelle centrale ou installation de cogénération est construite pour un projet de dessalement.

- **Mesures d'atténuation possibles**

- Conformité aux normes locales ou nationales de lutte contre la pollution atmosphérique;

- Préférence à la réduction de l'utilisation d'énergie, comme il a été mentionné plus haut; et

- Recours à des sources d'énergie alternatives afin de réduire au minimum les émissions atmosphériques.

Milieu marin

- **Impacts des rejets des unités de dessalement sur les ressources marines**

Les constituants des eaux rejetées par les usines de dessalement dépendent en partie: de la technologie utilisée; de la qualité de l'eau d'alimentation de l'usine; de la qualité d' eau produite; et des méthodes utilisées pour le prétraitement et le nettoyage ainsi que pour le stockage des membranes (procédé OI).

Toutes les usines de dessalement utilisent du chlore ou d'autres agents biocides, dangereux pour les ressources marines, pour nettoyer les canalisations et autres matériels et, parfois, pour prétraiter l'eau d'alimentation. Par exemple, la réglementation en vigueur aux États-Unis interdit les rejets directs de chlore et d'autres agents biocides dans la mer. Par conséquent, ces produits chimiques devraient être neutralisés avant leur rejet.

D'autres procédés et techniques de traitement qui évitent de recourir aux agents biocides peuvent aussi être employés. Par exemple, le rayonnement ultraviolet peut être utilisé à la place des produits biocides pour prévenir le développement des organismes biologiques ou "salissures" et, bien que plus onéreux, il constitue une méthode efficace. De même, la technique OI à tubes ne nécessite pas le prétraitement par des produits chimiques pour ôter les particules et organismes. Cette technique, à la différence de la technique OI plus

courante sur membranes en spirale, ne comporte pas de filet à mailles entre les couches de membranes OI (le filet piège les particules et les organismes marins et peut encrasser les membranes). La technique à tubes est cependant plus onéreuse que celle à spirales et, selon un auteur, elle n'est pas d'une efficacité démontrée dans le dessalement de l'eau de mer. La nécessité de recourir à des produits chimiques et procédés de prétraitement peut aussi être évitée ou notablement réduite si l'eau d'alimentation de l'usine est prélevée dans des puits de plage ou des galeries d'infiltration, qui servent de filtres naturels (une galerie d'infiltration est dotée de canalisations perforées selon une disposition radiale dans le sable saturé du rivage et l'eau interstitielle du sable diffuse à travers les perforations).

Certaines usines OI utilisent un coagulant (habituellement du chlorure ferrique) dans le cadre du processus de prétraitement, qui agrège les particules de l'eau d'alimentation en masses plus importantes pouvant être facilement arrêtées par des filtres avant que l'eau ne traverse les membranes OI. Les filtres de prétraitement sont lavés à contre-courant par de l'eau mer filtrée à des intervalles de quelques jours, avec production d'une boue qui contient les produits coagulants. Les options qui s'offrent pour éliminer les coagulants, les particules et les boues des filtres comprennent le rejet avec la saumure, le transport vers une décharge, ou une combinaison de ces méthodes. Une usine de dessalement devrait comporter un procédé d'élimination des particules si celles-ci doivent être rejetées avec la boue. Le chlorure ferrique n'est pas toxique mais peut occasionner une décoloration des eaux réceptrices au site du rejet.

Les usines de dessalement utilisent souvent des agents antitartre pour ôter le tartre qui se forme à l'intérieur des installations. Le produit le plus utilisé est un acide polyacrylique qui n'est pas dangereux pour les ressources marines. Les usines à distillation MSF peuvent utiliser de petites quantités - environ 0,1 milligramme par litre d'eau -, d'un agent antimousse (similaire à l'huile de cuisson) pour réduire la mousse produite quand l'eau bout.

Dans les usines OI , le nettoyage et le stockage des membranes peuvent générer des déchets potentiellement dangereux. Les membranes doivent être nettoyées à des intervalles de trois à six mois en fonction de la qualité de l'eau d'alimentation et du fonctionnement de l'usine. Les formulations utilisées pour le nettoyage des membranes sont habituellement des solutions aqueuses alcalines ou acides diluées. En outre, une solution de protection chimique (en général du bisulfite de sodium) peut être utilisée si les membranes sont stockées pendant une période où l'usine est fermée. Ces produits chimiques devraient être traités avant d'être rejetés dans la mer, afin de prévenir tout risque de toxicité.

En général, les rejets des usines de dessalement peuvent comporter les caractéristiques et les constituants potentiellement nocifs suivants:

- concentrations en sels supérieures à celles des eaux réceptrices (la concentration en sels de l'eau de mer est d'environ 35 000 ppm; les usines de dessalement rejettent une saumure de 46 000 à 80 000 ppm; les concentrations en sels peuvent être réduites en mélangeant les rejets des usines de dessalement avec d'autres rejets, comme des eaux usées;

- températures supérieures à celles des eaux réceptrices (hausse d'environ 10° C au point de rejet) pour les rejets des usines à distillation;

- degrés de turbidité supérieurs à ceux des eaux réceptrices;

- niveaux d'oxygène inférieurs à ceux des eaux réceptrices par suite de la désaération réalisée pour réduire la corrosion (usines à distillation seulement);

- produits chimiques utilisés pour le prétraitement de l'eau d'alimentation (ils peuvent

comprendre des agents biocides, du dioxyde de soufre, des coagulants (comme le chlorure ferrique), du dioxyde de carbone, des polyélectrolytes, des agents antitartre – comme l'acide polyacrylique -, du bisulfite de sodium, des agents antimousse et des polymères);

- produits chimiques utilisés dans le curage des canalisations et le nettoyage des membranes dans les usines OI (ils peuvent comprendre des composés de sodium, de l'acide chlorhydrique, de l'acide citrique, des produits alcalins, des polyphosphates, des agents biocides, du sulfate de cuivre et de l'acroléine);

- produits chimiques utilisés pour préserver les membranes OI (comme le propylène glycol, la glycérine ou le bisulfite de sodium);

- matières organiques et métaux contenus dans l'eau d'alimentation et concentrés au cours du processus de dessalement; et

- matières organiques et métaux entraînés par la saumure au contact des éléments et des canalisations de l'usine.

Les préoccupations suscitées par les effets nocifs potentiels des rejets des usines de dessalement pour les ressources marines sont tempérées par les facteurs ci-après: 1) le volume total de saumure rejeté; 2) les constituants de la saumure rejetée; et 3) le degré de dilution avant rejet. Par exemple, le dommage potentiel pour l'environnement provenant de petites quantités de rejet de saumure (moins de 1 million de gallons par jour) peut différer considérablement des impacts susceptibles d'être associés à des rejets d'un volume supérieur. Le rejet de grosses quantités de saumure concentrée appelle une prise en compte plus soigneuse des impacts potentiels pour l'environnement que dans le cas de rejets de saumure réduits.

Les constituants de rejets dont l'impact est particulièrement préoccupant pour les organismes marins comprennent les agents biocides, les fortes concentrations de métaux et les faibles niveaux d'oxygène. Tous les rejets des usines de dessalement ne contiennent pas ces constituants; cependant quand ces constituants sont décelés, ils doivent être éliminés ou neutralisés en les ramenant à des niveaux acceptables avant rejet conformément aux prescriptions des permis nationaux sur la conformité aux normes de rejet.

Les fortes concentrations en sels de l'eau rejetée et les fluctuations des taux de salinité peuvent entraîner une mortalité des organismes, situés à proximité de l'émissaire, qui ne peuvent tolérer des niveaux élevés de salinité ou des fluctuations de ces niveaux (et inversement, si une unité de dessalement temporaire est fermée, les organismes qui se sont accoutumés à des niveaux élevés ou à des fluctuations de la salinité peuvent mourir). En outre, les rejets d'usines de dessalement étant plus denses que l'eau de mer, ils ont tendance à tomber au fond et à provoquer des dommages parmi les communautés benthiques. Ces effets peuvent être notablement réduits si les rejets de l'usine de dessalement sont combinés avec les rejets des stations d'épuration des eaux usées (qui sont moins denses que l'eau de mer) ou s'ils sont dilués par mélange avec les rejets de l'eau de refroidissement d'une centrale. Les métaux peuvent se concentrer dans la microcouche de surface (quelques micromètres) de l'eau de mer, et ils sont alors susceptibles d'être toxiques pour les œufs de poisson, le plancton et les larves qui s'y trouvent. Les constituants toxiques du panache de l'émissaire peuvent être entraînés par le vent ou les courants et se concentrer dans la zone intertidale.

Le rejet de saumure à forte concentration de sels, en particulier s'il est combiné avec un rejet d'eaux usées, peut aussi provoquer des agrégats volumineux de contaminants et particules. Cet effet influe sur les vitesses de sédimentation et il est extrêmement important pour

déterminer l'état des organismes benthiques qui peuvent être enfouis ou chargés d'un excès de dépôt de matières instables ou en suspension fine. Si les particules sont plus petites et restent en suspension, elles peuvent gêner la transmission de la lumière dans la mer, ce qui diminue la productivité des herbiers et du phytoplancton. De plus, la redistribution des éléments en traces (fer, azote, phosphore, etc.) peut modifier la communauté phytoplanctonique au point d'en détourner le poisson et même de la rendre toxique. Les larves qui se nourrissent sur le phytoplancton peuvent être contraintes de migrer au delà des eaux côtières et de ne pouvoir survivre.

Les changements de la salinité et/ou de la température dus aux rejets de saumure peuvent aussi affecter les modalités de migration du poisson le long des côtes. En ressentant un changement de la salinité ou de la température, certaines espèces peuvent éviter la zone du panache et se diriger plus au large, étant ainsi forcées de nager sur une plus longue distance en abandonnant les zones les plus riches en nourriture et en devenant davantage exposées aux prédateurs. Les impacts potentiels de cette nature sont difficiles à déterminer en raison de nos connaissances limitées sur la migration côtière du poisson et sur les effets liés aux dimensions du panache.

- **Méthodes de rejet des déchets**

La saumure des usines de dessalement peut être rejetée directement dans la mer ou associée aux rejets de l'eau de refroidissement des centrales ou aux effluents des stations d'épuration. Il serait le plus souhaitable de mélanger les rejets de saumure à l'eau de refroidissement des centrales, car la solution de saumure rejetée est ainsi considérablement diluée, mais les mélanger aux effluents de station d'épuration peut aussi être préférable au rejet direct dans la mer. Le rejet de saumure est plus dense que l'eau de mer et peut flotter ou tomber au fond de la mer, selon l'emplacement de l'émissaire. L'effluent d'eaux usées épurées a un niveau relativement faible de matières solides dissoutes totales, et le mélange saumure/eaux usées est susceptible d'être plus proche des concentrations de la mer ambiante; aussi la dispersion peut-elle être renforcée au delà d'un rejet composé uniquement de saumure. L'ajout d'un rejet de saumure à l'effluent d'eaux usées réduit la demande biologique d'oxygène (DBO) de ce dernier et peut en abaisser la température. En revanche, le mélange d'un rejet de saumure et d'un rejet d'eaux usées peut entraîner des effets secondaires nocifs, qui sont examinés ci-dessous à propos des impacts pour les ressources marines.

Des difficultés d'application effective de la réglementation peuvent se poser si les eaux résiduaires du dessalement sont mélangées à d'autres flux de déchets. Si le destinataire des résidus du dessalement est la seule partie en cause pour la conformité aux dispositions réglementaires, le responsable des rejets devra demander à l'exploitant de l'usine de dessalement de procéder à des modifications si le manquement aux dispositions se poursuit. Si un projet d'usine de dessalement prévoit des rejets combinés, il doit spécifier quelles sont la ou les parties qui sont tenues d'observer les dispositions réglementaires régissant les rejets afin d'éviter des problèmes d'application effective.

- **Impacts pour les ressources marines du prélèvement d'eau de mer par une usine de dessalement**

Le prélèvement direct d'eau de mer en Méditerranée par une usine de dessalement s'accompagne généralement d'une perte d'espèces marines du fait que celles-ci entrent en collision avec les tambours du système d'admission ou sont entraînées dans ce dernier avec l'eau d'alimentation et finissent par mourir au cours du processus de dessalement. Le prélèvement d'eau de mer peut aussi affecter les ressources marines en modifiant les courants marins dans la zone où est située la structure de prélèvement.

L'utilisation de puits de plage ou de galeries d'infiltration permet d'éviter ces impacts. Les puits de plage ne devraient être utilisés que dans les zones où l'impact sur les aquifères a été étudié et où l'on est assuré qu'il ne se produira pas une intrusion d'eau de mer dans les nappes d'eau douce. Les galeries d'infiltration sont aménagées en creusant dans le sable des plages, ce qui occasionne une perturbation du système dunaire.

- **Mesures d'atténuation possibles en vue de réduire les impacts sur les ressources marines**

- choix de l'emplacement et conception de la structure de prélèvement de l'eau de mer et de l'émissaire de manière éviter des zones sensibles;

- faible vitesse d'écoulement dans les conduites et travers le système de prélèvement de l'eau d'alimentation de l'usine de manière à réduire au minimum les risques de collision et d'entraînement des espèces marines et de diminuer la nécessité de prétraitement;

- conception du système de prélèvement de manière à réduire les risques de collision et d'entraînement d'organismes marins (par exemple, tambours cribleurs au point de prélèvement pour réduire l'introduction d'organismes marins);

- recours à des puits de prélèvement ou à des galeries d'infiltration sur le rivage afin de supprimer le risque d'introduction d'espèces marines;

- choix de l'emplacement et conception de l'émissaire de manière assurer un taux de brassage et de dilution permettant de réduire au minimum les impacts néfastes;

- sortie des émissaires dans les eaux du large et non dans les estuaires ou dans d'autres zones où la circulation de l'eau est limitée;

- recours à des techniques de prétraitement qui réduisent au minimum ou suppriment la nécessité d'employer des produits chimiques;

- élimination des constituants dangereux du courant de saumure avant le rejet de celle-ci;

- étude visant à évaluer si l'élimination en décharge aurait davantage ou moins d'impacts que l'élimination en mer;

- mélange du rejet de saumure avec le rejet de l'effluent d'une station d'épuration ou le rejet de l'eau de refroidissement d'une centrale (dans ce cas, veiller à obtenir un bon équilibre entre les divers rejets afin d'accroître la dilution);

- emploi de canalisations qui réduisent au minimum les risques de corrosion par les substances dangereuses (le polyéthylène ou le titane est préférable au cuivre/nickel); et

- déroulement chronologique du fonctionnement de manière à réduire au minimum les impacts (par exemple, fonctionnement intermittent pour limiter les rejets lors des périodes de mois lunaire où les migrations du poisson sont les plus importantes; ou fonctionnement seulement pendant l'hiver quand la mer Méditerranée est plus turbulente, ce qui favorise la dilution des rejets).

Autres questions relatives au littoral

- **Impacts**

Il convient de prendre en considération les autres impacts éventuels ci-après sur le littoral lorsqu'on évalue des projets d'usines de dessalement:

- Impacts sur le milieu marin dus à des rejets accidentels de matières dangereuses;

- Impacts sur la pêche commerciale et la navigation lors de l'aménagement et du fonctionnement des structures de prélèvement d'eau de mer et des émissaires;

- Entraves à l'accès du public et aux loisirs provoquées par les canalisations, puits et autres ouvrages;

- Préjudice esthétique - les tours de la plupart des usines de dessalement par distillation doivent avoir de 9 à 14 mètres de haut; les usines OI n'ont habituellement pas plus de 4,5 à 6 mètres de haut;

- Impacts résultant des risques géologiques ou de l'activité sismique;

- Bruits des pompes lors de l'exploitation;

- Impacts sur le processus de dessalement de la pollution existant dans les parages des canalisations de prélèvement de l'eau de mer (par exemple, rejets d'autres sources, nappes d'hydrocarbures, etc.);

- occupation d'espace pour les décharges destinées aux déchets;

- Impacts d'une concentration accrue de chlore – l'eau produite par osmose inverse peut avoir des niveaux de chlore plus élevés que d'autres sources d'eau (l'emploi de cette eau fortement chlorée pour l'irrigation peut nécessiter davantage d'eau et avoir des incidences nocives sur les sols; les niveaux de chlore peuvent être réduits en employant davantage de passages (usines OI) ou en recourant à un procédé différent (distillation multi-flash, distillation à effets multiples, compression de vapeur); et

- Impacts cumulatifs des usines de dessalement sur la zone côtière.

- **Mesures possibles d'atténuation des impacts susmentionnés**

- Procédures de contrôle de la qualité et formation du personnel pour éviter des accidents; étanchéité des canalisations d'apport de produits chimiques et dispositions pour la détection des fuites;

- Notification, avant la construction, des impacts éventuels aux acteurs de la pêche commerciale et aux autorités concernées; pose de bouées pour signaler les nouvelles structures de prélèvement et les émissaires;

- Dispositions favorisant l'accès du public et calendrier de construction conçu pour éviter les périodes de pointe des activités récréatives;

- Conception architecturale et zones tampons naturels pour réduire le préjudice esthétique;

- Pour le choix de l'emplacement, études préliminaires des risques géologiques possibles menées par des géologues ou ingénieurs géologues;

- Enceintes d'isolation du matériel pour amortir le bruit;

- Choix de l'emplacement de manière à éviter la pollution près du système de prélèvement de l'eau de mer;

- Recyclage ou réutilisation des déchets solides.

Recommandations pour les programmes de surveillance continue

Il convient de mettre en place des programmes de surveillance continue en vue de prévenir, évaluer et réduire au minimum les impacts néfastes susceptibles de résulter de projets de dessalement, soit de manière séparée soit en les intégrant dans les programmes nationaux de surveillance continue. Deux types d'activités de surveillance sont recommandés:

- **Surveillance pré-opérationnelle et informations de base sur les ressources marines**

Les types suivants d'informations de base pré-opérationnelles devraient être indispensables à l'autorité nationale chargée de l'environnement pour évaluer les effets des rejets des usines de dessalement sur les ressources marines:

- études des effets des rejets d'une usine pilote située à l'emplacement où sera bâtie l'usine définitive;

- mesure des taux de dispersion pour déterminer la dispersion du rejet de saumure dans la mer Méditerranée;

- études de laboratoire pour déterminer les effets sur la granulométrie des particules du mélange des rejets de saumure et d'eaux usées;

- études de laboratoire pour déterminer la dispersion des métaux;

- études utilisant comme traceurs de petites quantités d'isotopes de métaux non radioactifs pour déterminer la quantité de métaux aboutissant dans la microcouche de la mer Méditerranée;

- inventaire des organismes marins dans la zone de l'émissaire; et

- Inventaire à long terme des organismes marins dans la microcouche de surface.

- **Surveillance postopérationnelle des ressources marines**

- mesure de la transparence au disque de Secchi pour déterminer la quantité de lumière pénétrant dans la colonne d'eau (et l'impact possible sur le benthos);

- mesure des impacts sur l'habitat de la microcouche de surface;

- Mesure des impacts sur le poisson dans la colonne d'eau;

- Évaluation, le long de la trajectoire du panache, de la profondeur, de la température, de la salinité et de la densité de celui-ci;

- tests, au moyen de colorants non toxiques, pour mesurer la dilution;

- échantillonnage des sédiments; et

- mesure de la salinité à divers points d'échantillonnage au large.