



ORGANISATION
DES NATIONS UNIES
NEW YORK



PROGRAMME
DES NATIONS UNIES
POUR
L'ENVIRONNEMENT
NAIROBI



ORGANISATION
DES NATIONS UNIES
POUR
L'ALIMENTATION
ET L'AGRICULTURE
ROME



ORGANISATION
DES NATIONS UNIES
POUR L'ÉDUCATION,
LA SCIENCE ET
LA CULTURE
PARIS



COMMISSION
Océanographique
INTERGOUVERNEMENTALE



ORGANISATION
MONDIALE
DE LA SANTÉ
GENÈVE



ORGANISATION
MÉTÉOROLOGIQUE
MONDIALE
GENÈVE



ORGANISATION
MARITIME
INTERNATIONALE
LONDRES



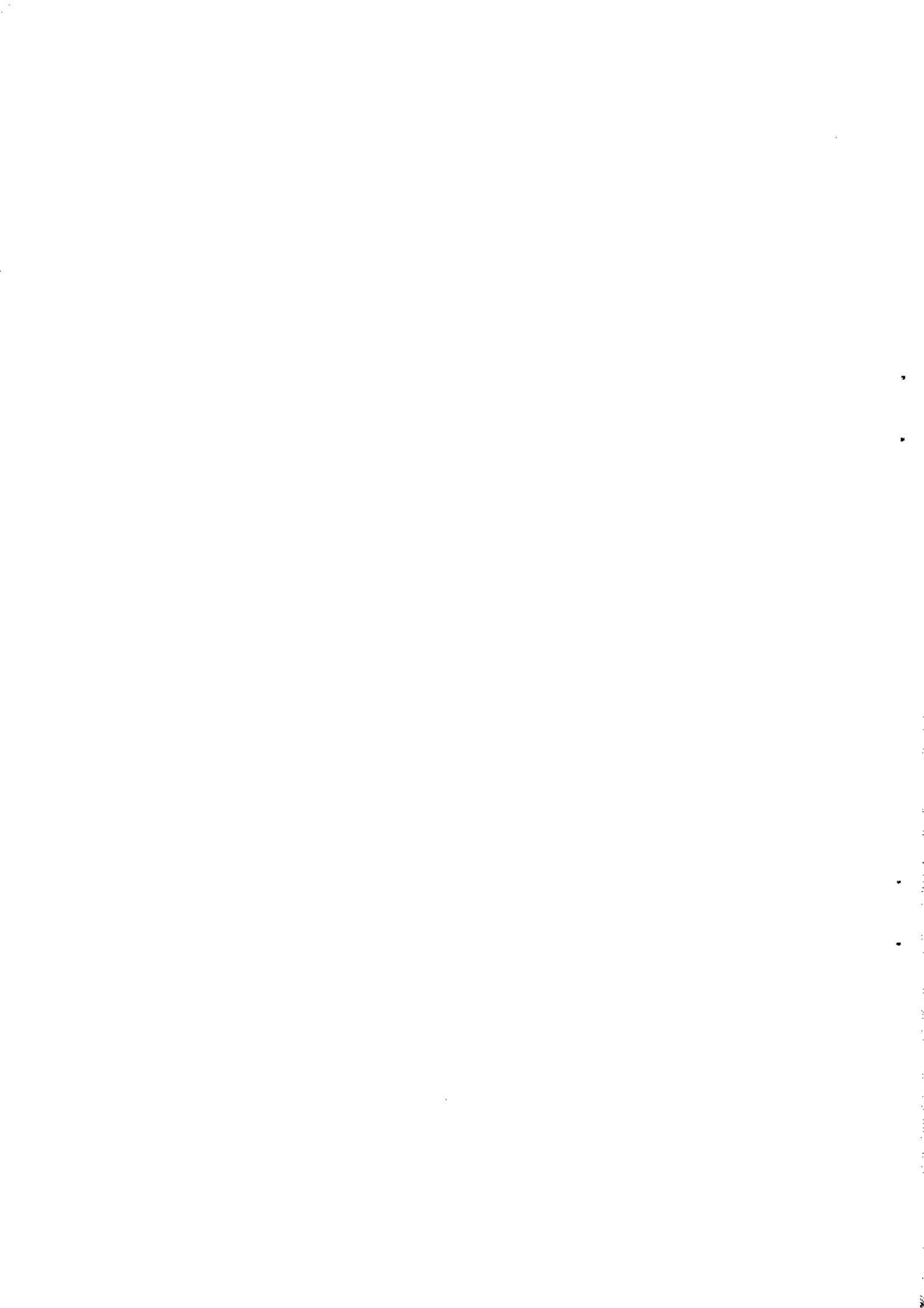
AGENCE
INTERNATIONALE
DE L'ÉNERGIE
ATOMIQUE
VIENNE

**Groupe mixte d'experts OMI/FAO/UNESCO-COI/
OMM/OMS/AIEA/ONU/PNUE chargé d'étudier
les aspects scientifiques de la protection
de l'environnement marin (GESAMP)**

RAPPORT DE LA VINGT-SEPTIÈME SESSION

Nairobi, Kenya, 14-18 avril 1997

RAPPORTS ET ÉTUDES DU GESAMP N° 63



RAPPORT DE LA VINGT-SEPTIÈME SESSION

Nairobi, Kenya, 14 - 18 avril 1997

Groupe mixte d'experts OMI/FAO/UNESCO-COI/OMM/OMS/AIEA/ONU/PNUÉ chargé d'étudier
les aspects scientifiques de la protection de l'environnement marin (GESAMP)

RAPPORTS ET ÉTUDES DU GESAMP No 63

Publié par le Programme des Nations Unies pour l'environnement
C.P. 30552, Nairobi, Kenya, Afrique

NOTES

1. Le GESAMP est un organe consultatif composé d'experts nommés par les institutions participantes (OMI, FAO, UNESCO-COI, OMM, OMS, AIEA, ONU, PNUE). Sa tâche principale est de donner aux institutions participantes des avis scientifiques concernant la prévention et la réduction de la dégradation du milieu marin et la lutte contre celle-ci.
2. Le présent rapport peut être obtenu auprès de l'une quelconque des institutions participantes en anglais, en espagnol, en français ou en russe.
3. Les opinions que contient ce rapport sont exprimées par des membres du GESAMP agissant à titre personnel; elles peuvent ne pas correspondre aux vues des institutions participantes.
4. L'autorisation de reproduire dans des publications la totalité ou des extraits du rapport peut être accordée par l'une quelconque des institutions participantes à toute personne ne faisant pas partie du personnel d'une institution participante du GESAMP ou à toute organisation ne participant pas au GESAMP, mais la source de l'extrait reproduit et la condition énoncée au paragraphe 3 ci-dessus doivent être indiquées.

Photo de couverture par Hank Foto

Fiche bibliographique

GESAMP (Groupe mixte d'experts OMI/FAO/UNESCO-COI/OMM/OMS/AIEA/ONU/PNUE chargé d'étudier les aspects scientifiques de la protection de l'environnement marin), 1995

Rapport de la vingt-septième session, Nairobi, 14-18 avril 1997, No 63 de la Collection Rapports et études du GESAMP (61 pages)

Rapport et études No 63

**Groupe mixte d'experts OMI/FAO/UNESCO-COI/OMM/OMS/AIEA/ONU/PNUE chargé
d'étudier les aspects scientifiques de la protection de l'environnement marin (GESAMP)**

**RAPPORT DE LA VINGT-SEPTIÈME SESSION
Nairobi, Kenya, 14-18 avril 1997**

**PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT
Nairobi, Kenya, juillet 1997**

SOMMAIRE

	Page
Résumé	
1. Introduction	8
2. Rapport du Secrétaire administratif	8
3. Evaluation des risques imputables aux substances nocives transportées par mer	8
4. Effets de l'aquiculture côtière sur l'environnement	11
5. Stockage de CO ₂ dans les grands fonds	13
6. Examen de l'état du milieu marin	13
7. Sujets de préoccupation concernant la détérioration du milieu marin	18
8. Programme des travaux à venir	20
9. Questions diverses	23
10. Date et lieu de la prochaine session	25
11. Élection du président et du vice-président	25
12. Examen et approbation du rapport de la vingt-septième session	25
Annexe I Ordre du jour	26
Annexe II Liste des documents	27
Annexe III Liste des participants	29
Annexe IV Procédures révisées d'évaluation des dangers du GESAMP	33
Annexe V Pour une utilisation efficace et en toute sécurité des produits chimiques dans l'aquiculture côtière	44
Annexe VI Stockage de CO ₂ dans les grands fonds	48
Annexe VII Pollution d'origine tellurique et activités connexes préjudiciables à la qualité du milieu marin et côtier et des eaux douces voisines et à leurs utilisations (esquisses/contenu de l'examen mondial)	70
Annexe VIII Rapport sur l'état du milieu marin : une structure/approche possible	74

Résumé

I. Évaluation des risques imputables aux substances nocives transportées par mer (Groupe de travail 1)

Davantage de produits chimiques dangereux sont répertoriés et évalués

- Le GESAMP a révisé ses critères d'évaluation de produits chimiques dangereux.
- Les États participant au Programme des mers régionales du PNUE pourront se procurer la nouvelle édition de la liste composite établie par l'Organisation maritime internationale, comprenant 2500 profils des dangers de substances transportées par mer.

II. Effets de l'aquiculture côtière sur l'environnement (Groupe de travail 31)

- Au fur et à mesure que l'industrie aquicole prospère, l'utilisation des produits chimiques augmente.
- Au nombre des substances chimiques utilisées dans l'aquiculture côtière on compte : des agents antibactériens, des additifs alimentaires, des hormones, des pesticides et des produits utilisés pour le traitement des sols et de l'eau.
- Des produits chimiques qui à l'origine étaient destinés à l'agriculture ou à l'élevage de bétail sont à présent utilisés en aquiculture.
- Une étude générale sur l'utilisation des produits chimiques a été réalisée, dans le but de protéger les milieux côtiers et leurs ressources vivantes, la santé de l'homme et la viabilité du secteur aquicole.
- L'utilisation de produits chimiques, bien qu'elle vise à valoriser l'aquiculture, peut en fait créer des problèmes. Par exemple : difficultés relatives au traitement des effluents, difficultés commerciales occasionnées par les programmes de surveillance et de contrôle de résidus vétérinaires, éventuelle perte d'efficacité provoquée par une utilisation prophylactique de produits antibactériens et le recours à la chimiothérapie, faute de solution de rechange.
- L'évaluation et la quantification des risques que présentent les produits chimiques utilisés dans l'aquiculture est une tâche qui est compliquée par le manque de données quantitatives sur l'utilisation des produits chimiques et de données de terrain. Les données disponibles se rapportent principalement aux régions tempérées et l'on dispose de peu de renseignements sur les zones tropicales.
- La plupart des pays ont peu ou ne disposent pas de données sur les quantités de produits chimiques utilisées à l'intérieur de leurs frontières ; de surcroît, il se peut que les informations recueillies dans les régions tempérées ne soient pas applicables à des latitudes plus au sud.

- Étant donné que certains produits chimiques sont essentiels aux activités aquicoles, il faut mettre en place des dispositifs réglementaires et une surveillance doit être exercée. Les Gouvernements, la communauté scientifique et les entreprises pharmaceutiques ont tous un rôle à jouer dans ces efforts.

III Stockage de dioxyde de carbone dans les grands fonds

Il se peut que l'équilibre entre l'atmosphère et les océans soit sensible aux émissions de CO₂ dues aux activités humaines.

Peut-on injecter du CO₂ émanant de combustibles fossiles dans les grands fonds pour contrecarrer les effets du réchauffement de la planète ? Pour répondre à cette question, il convient de prendre en considération les facteurs suivants :

- La faisabilité du captage d'une large proportion des émissions futures de dioxyde de carbone émanant de combustibles fossiles utilisés pour produire de l'électricité et de l'immersion de ce CO₂ dans les grands fonds.
- Les limites scientifiques et techniques.
- Les empêchements juridiques.
- Les préoccupations sociales et politiques.
- L'ensemble des avantages par rapport à l'ensemble des coûts (économiques et écologiques).

IV Examen de l'état du milieu marin (Groupe de travail 26)

Des évaluations périodiques de l'état des milieux côtiers et marins sont en cours. L'accent est mis sur les effets des activités humaines sur les eaux côtières et marines et sur les menaces que ces activités font peser sur ces milieux.

- Une activité à réaliser en premier lieu est l'élaboration d'un rapport sur la pollution d'origine tellurique et activités connexes préjudiciables à la qualité du milieu marin et côtier et des eaux douces voisines et à leurs utilisations, devant être achevé en 1999. Ce rapport contribuera au Programme d'action mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres, pour lequel le PNUE assure le Secrétariat.
- Le GESAMP rédigera des rapports sur "l'état du milieu marin" tous les dix ans.
- Une évaluation mondiale des eaux internationales (GIWA), circonscrite et intégrée, englobant les problèmes des bassins d'eau douce, leurs régimes côtiers connexes, et les océans est en cours d'élaboration. Les possibilités de collaboration entre le GESAMP et le GIWA sont à l'étude et une équipe spéciale conjointe GESAMP/GIWA est en passe d'être créée.

V Questions importantes relatives à la dégradation du milieu marin

- Les progrès techniques rendent possible le forage aux fins d'extraction de pétrole et de gaz en mer à de bien plus grandes profondeurs qu'auparavant. Par conséquent, une éventuelle contamination et pollution dues à de telles activités pourraient porter atteinte à de grandes zones en haute mer et à leurs écosystèmes.
- Les modifications apportées à la Convention de Londres et en matière de gestion des déchets. L'interdiction d'immersion en mer de plusieurs types de déchets provenant de navires et de barges pourrait avoir des répercussions inattendues. Un exemple est les augmentations de déchets évacués via les conduites et les rivières, entraînant des effets néfastes pour les zones côtières. En outre, il est possible que la pollution terrestre augmente.
- S'agissant des pêches, les sujets préoccupants comprennent la surexploitation des stocks de poissons et l'élimination de la biomasse, les effets physiques de la pêche, les prises accessoires d'autres espèces, les nouvelles zones de pêche et leurs incidences sur l'intégrité des écosystèmes. Il faut manifestement améliorer les connaissances scientifiques liées à la surveillance des pêches.
- Sédiments marins contaminés. Les options en matière d'assainissement comprennent le recouvrement des sédiments contaminés par une couche de matières saines, leur évacuation et confinement dans un autre lieu. Des directives relatives aux mesures d'assainissement appropriées et aux critères d'évaluation, tels que l'efficacité et le rapport coûts-avantages globaux (y compris le meilleur bénéfice net en matière de protection de l'environnement) sont nécessaires.
- Une évaluation critique du concept des grands écosystèmes marins s'impose, y compris la révision des fondements scientifiques des grands écosystèmes marins et leur utilisation en tant qu'instrument de gestion.

1. INTRODUCTION

1.1 Le Groupe mixte d'experts chargé d'étudier les aspects scientifiques de la protection du milieu marin (GESAMP) a tenu sa vingt-septième session au Siège du Programme des Nations Unies pour la protection de l'environnement (PNUE) à Nairobi, Kenya, sous la présidence de Mme H. Yap. Le vice-président du Groupe était M. P. Wells.

Ouverture de la session

1.2 La Présidente a ouvert la vingt-septième session du GESAMP à 9h30.

1.3 M. J.E. Illueca, Directeur exécutif adjoint du PNUE, a souhaité la bienvenue aux participants au nom du Directeur exécutif. Il a relevé l'importance des travaux du Groupe de travail sur les évaluations du milieu marin (MEA) du GESAMP, notamment en ce qui avait trait à la mise en œuvre du Programme mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres, dont le PNUE assure les fonctions de secrétariat.

Adoption de l'ordre du jour

1.4 Les participants ont adopté l'ordre du jour provisoire en tant qu'ordre du jour pour cette session, tel qu'il est reproduit à l'annexe I. La liste des documents examinés pendant la session sous chaque point de l'ordre du jour fait l'objet de l'annexe II. La liste des participants est présentée à l'annexe III.

2. RAPPORT DU SECRÉTAIRE ADMINISTRATIF

2.1 Le Secrétaire administratif du GESAMP a attiré l'attention tout particulièrement sur le fait que des pays avaient prié le Directeur exécutif du PNUE d'envisager, en collaboration avec les responsables des autres institutions participantes au GESAMP, comment le GESAMP pourrait contribuer de la façon la plus efficace à l'élaboration de la prochaine révision périodique de l'état du milieu marin. En outre, le Secrétaire administratif a constaté avec inquiétude que les institutions participantes au GESAMP disposaient de moins en moins de ressources financières et, de ce fait, les travaux du GESAMP en pâtissaient.

2.2 En réponse aux demandes que les institutions participantes au GESAMP revoient le *modus operandi* du Groupe, en vue de créer des occasions de dialogue avec des organismes intergouvernementaux, le Secrétaire administratif a fait observer que les institutions participantes devraient présenter les résultats et les études du GESAMP lors de réunions de leurs comités. De même, les institutions participantes devraient effectuer auprès des Gouvernements les démarches voulues par rapport aux activités du GESAMP. Dans cette perspective, une modification des règles de procédures du GESAMP n'apparaissait pas nécessaire.

3 ÉVALUATION DES RISQUES IMPUTABLES AUX SUBSTANCES NOCIVES TRANSPORTÉES PAR MER (Groupe de travail 1)

3.1 À l'issue d'une brève introduction du Secrétaire technique, M. P. Wells (Président du Groupe de travail) a présenté un rapport sur les progrès réalisés au cours des trente-deuxième et trente-troisième sessions du Groupe de travail, faisant remarquer le nombre sans cesse croissant de substances chimiques qui avaient été évaluées ou réévaluées à la demande de l'industrie et des Gouvernements. Il a fait état de la révision de la procédure d'évaluation du GESAMP, qui était maintenant achevée. Le nouveau système est fondé sur un plus grand nombre de critères, classés en colonnes, dans le but de fournir à l'OMI ainsi qu'à d'autres instances des données faciles à consulter (on trouvera à l'annexe IV les procédures révisées d'évaluation des risques).

3.2 Il a été souligné qu'après 25 ans d'utilisation, l'OMI avait demandé une révision afin de tenir compte des connaissances actuelles en matière de sciences de l'environnement (par ex., la biodégradation). Il a également été constaté que l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) avait créé, en application des dispositions du chapitre 19 d'Action 21, un centre d'information en vue de l'harmonisation au niveau mondial des systèmes de classification des substances chimiques, y compris les "substances nuisibles à l'environnement" et qu'une coopération étroite à cet égard avec l'OCDE devrait être poursuivie.

3.3 A l'issue d'une série de réunions d'un Groupe de travail de l'OCDE, de gros progrès en vue de l'élaboration d'un système de classification de base ont récemment été réalisés, et une proposition finale devrait être présentée d'ici début 1998. Le Groupe de travail, se rendant compte de l'importance d'une harmonisation au niveau mondial, s'est évertué à prendre en considération autant de critères de l'OCDE que possible pour concevoir les procédures révisées d'évaluation des dangers. Tous les critères ayant trait à l'environnement (toxicité aiguë et chronique, biodégradation et bioconcentration) sont semblables à ceux que le GESAMP a envisagé de retenir pour son nouveau système d'évaluation des dangers. Toutefois, il existe inévitablement des différences entre les systèmes en ce qui concerne la structure et les valeurs de seuil :

- (i) Le système de l'OCDE est un système alliant la classification et l'évaluation des dangers, dans lequel l'étiquetage constitue une activité distincte en aval. Les profils établis par le GESAMP sont constitués uniquement d'une évaluation des dangers et d'une "classification" en catégories de pollution, et "l'étiquetage" sous la forme de conditions de transport assignées est du ressort de l'OMI ;
- (ii) Le Groupe de travail du GESAMP édite une liste, revue par ses pairs, d'un nombre relativement petit de produits chimiques transportés en grande quantité (2500 produits chimiques en 1997), tandis que l'OCDE est en train d'élaborer un système "d'auto-classification" pour les besoins de l'industrie sans aucun mécanisme de révision par des pairs, hormis, les dispositions établies par diverses administrations (par ex., Union européenne, Etats-Unis d'Amérique et Japon) en ce qui concerne certains groupes distincts de produits chimiques ; et
- (iii) De nombreuses valeurs de seuil requises par l'OMI en ce qui concerne la catégorisation de liquides transportés en vrac n'ont pas été incluses dans le système de l'OCDE parce qu'elles se rapportaient spécifiquement au mode de transport.

3.4 Le GESAMP a prié le Groupe de travail de suivre de près la question, même si l'on savait que son mandat ne lui permettait pas de concilier d'éventuelles divergences entre les systèmes d'évaluation des dangers de l'OCDE et le GESAMP. Certains membres ont constaté avec préoccupation l'utilisation de critères propres à des modes de transport (rail et route), tels que la taille de chargement dans un système mondial de OCDE, et l'effet que cela pourrait avoir sur les transports maritimes.

3.5 S'agissant de la mise en application des procédures révisées d'évaluation des dangers du GESAMP qui étaient proposées, l'OMI a noté récemment que les activités susmentionnées auront "une incidence sur ses directives concernant le classement en catégories des substances liquides nocives" décrites à l'Appendice I de l'Annexe II de la Convention MARPOL 73/78. Un projet international visant à déterminer l'impact éventuel des modifications en question et autres sur les transports maritimes en général était en cours de réalisation.

3.6 Un membre a demandé si une période transitoire entre les nouveaux et les anciens profils était prévue. Il a été informé qu'une période transitoire de plusieurs années au moins était envisagée, de manière à faciliter l'introduction de nouvelles réglementations et directives concernant, entre autres, les usagers des profils de risques actuels de l'OMI.

3.7 Plusieurs membres ont voulu savoir si les nouvelles procédures d'évaluation des dangers pouvaient se prêter à un usage plus étendu (p. ex., aux fins de la mise en œuvre du Programme mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres, ainsi que pour d'autres programmes du PNUE et de la FAO). En réponse, le Secrétaire technique du GESAMP pour l'OMI a déclaré qu'une révision des profils de risques existants était en cours afin de les étoffer et de les rendre plus clairs pour permettre une utilisation plus étendue de ceux-ci.

3.8 Un autre membre a demandé quelle était l'origine des définitions des termes " substance cancérigène " et " substance susceptible d'être cancérigène ". Il a été informé que les définitions et les références appropriées retenues pour l'édition finale seraient celles du Centre international de recherche sur le cancer (CIRC).

3.9 Plusieurs membres du GESAMP ont demandé des précisions sur l'utilisation de l'échelle logarithmique P_{ow} . Il a été noté que le $\log P_{ow}$ était une échelle essentielle dans la détermination des dangers pour l'environnement, notamment lorsque l'on ne disposait pas de données mesurées. L'utilisation d'une valeur de seuil supérieure P_{ow} (ca. 7-8), permettant de classer les substances organiques comme n'étant pas dangereuses par rapport à une bioconcentration importante a fait l'objet d'un échange de vues. Il a été avancé que ce seuil n'était pas assez élevé pour englober en toute sécurité les polychlorobiphényles (PCB) et les dibenzodioxines polychlorées (PCDD), car l'accumulation de ces derniers pourrait encore être importante à cette échelle du $\log P_{ow}$. En réponse à cette hypothèse, le président du Groupe de travail a fait observer que cela n'était pas le cas pour la plupart des substances organiques non persistantes. Dans tous les cas, un métabolisme rapide se traduit généralement par des niveaux de biotransformation bien moins élevés que ceux prévus en fonction du $\log P_{ow}$. Néanmoins, la question a été reconnue comme étant une contribution importante, et il a été convenu que les substances composées organiques fortement persistantes [p. ex., les PCB, les PCDD, et les dibenzofurannes polychlorées (PCDF)] devraient être traitées comme des cas particuliers, en ne leur attribuant pas de seuil supérieur sur l'échelle du $\log P_{ow}$. Le Groupe a décidé de réexaminer la définition du terme " bioconcentration " contenu dans le glossaire en vue de mieux faire ressortir la distinction entre la " bioconcentration tissulaire " et les " matières particulaires " (p. ex., contenues dans les viscères).

3.10 Un membre a proposé que les méthodes employées pour déterminer la demande chimique en oxygène (DCO) soient modifiées afin de mieux faire ressortir qu'il était préférable d'utiliser du permanganate de potassium au lieu de bichromate de potassium. Cette question sera examinée lors de l'élaboration du texte final.

3.11 La relation entre la toxicité aquatique aiguë et la toxicité aquatique chronique, ainsi que les définitions des indicateurs de toxicité, est une question soulevée par plusieurs membres. Le président du Groupe de travail a déclaré qu'un facteur de 10 entre les deux colonnes était suffisant pour englober les taux aigus et chroniques de la plupart des substances narcotiques sans qu'il ne soit fait recours à un mécanisme spécifique servant à déterminer la toxicité. Dans le souci de faire figurer toutes les propriétés dans des colonnes distinctes, il a été convenu d'utiliser des classifications différentes pour la toxicité aiguë et la toxicité chronique. On s'est également demandé si l'utilisation du seuil " concentration sans effet observé (CSEO) ", par opposition au seuil " concentration efficace à 50 % (EC_{50}) ", pour les classifications des valeurs de toxicité chronique, était appropriée. Le Groupe a toutefois noté avec satisfaction que la CSEO avait été retenue car elle était la valeur la plus prudente du taux de toxicité, obtenue à partir d'expériences scientifiques.

3.12 En raison de demandes qu'un plus grand usage des profils des dangers devrait être encouragé, un groupe de rédaction restreint a été créé pour examiner cette question. Le groupe a reconnu que le système était fondé sur des propriétés intrinsèques qui avaient été retenues parce qu'elles reflétaient des dangers potentiels pour le milieu aquatique et, même si les paramètres se rapportaient spécifiquement à la gestion de produits chimiques en mer, les profils pouvaient être également utilisés séparément ou collectivement dans de nombreux domaines touchant à la gestion de l'eau et à la lutte contre la pollution :

- (i) Les profils des dangers du GESAMP sont déjà utiles, dans une certaine mesure, en fournissant des directives et des données pour l'évaluation de produits chimiques utilisés dans l'exploitation de gisements pétroliers. Peu d'organisations régionales ont élaboré leur propre système réglementaire comprenant une vaste sélection d'essais rigoureusement définis pour l'évaluation des risques;
- (ii) S'agissant de l'industrie aquicole, de nombreux produits chimiques d'usage courant font déjà l'objet des profils des dangers du GESAMP et il a été estimé que le nouveau système, qui comprendra des données relatives à la biodégradation, en plus des données sur la toxicité aquatique aiguë et les propriétés relatives à la bioconcentration contenues dans le système actuel, pourrait être utile. En outre, il a été noté qu'il y avait peu ou pas de profils actuels portant sur des produits pharmaceutiques et qu'il n'était pas tenu compte de l'efficacité de ces derniers;
- (iii) Il a été estimé que les profils des dangers existants et nouveaux pourraient être très utiles pour les pays en voie de développement, où il faut décider que faire des anciens stocks de produits chimiques. La liste composite de produits chimiques établie par le GESAMP contient des profils fiables de nombreux produits chimiques "plus anciens"; et
- (iv) Tant que le système de l'OCDE et "l'auto-classification" ne sont pas institutionnalisés dans le cadre mondial adopté, les profils des dangers du GESAMP pourraient être utiles, dans une certaine mesure, à la mise en œuvre de la Convention de Bâle en fournissant des données de base relatives aux effets des "plus anciennes" substances chimiques dans l'environnement.

3.13 Le GESAMP a approuvé en principe le système révisé d'évaluation des dangers. Il a remercié le Groupe de travail d'avoir mis au point les propositions en temps voulu, et a, par ailleurs, chargé le Groupe de travail de finaliser le système. Le Secrétaire technique du GESAMP pour l'OMI s'est chargé de faire des copies de la prochaine édition de la liste composite de produits chimiques du GESAMP qui contient 2500 profils des dangers de substances transportées en mer, pour distribution aux États membres du Programme des mers régionales du PNUE.

4. EFFETS DE L'AQUICULTURE CÔTIÈRE SUR L'ENVIRONNEMENT (Groupe de travail 31)

4.1 Le Secrétaire technique du GESAMP pour la FAO a fait savoir que le Groupe de travail s'était réuni à Iloilo, aux Philippines, du 23 au 28 mai 1996. Le Groupe de travail a élaboré le document intitulé "Pour une utilisation efficace et en toute sécurité des produits chimiques dans l'aquaculture côtière" (GESAMP XXVII/4, XXVII/4/1 et XXVII/4/2) soumis pour approbation et publication.

4.2 En présentant le document, M. D. Weston (président du Groupe de travail) a expliqué que le rapport contient des renseignements sur plus de 50 produits chimiques employés dans l'aquaculture côtière et met en exergue des sujets de préoccupation liés à leur utilisation et leur éventuel rejet dans le milieu marin, ainsi que la présence de résidus dans les tissus d'organismes cultivés. En outre, le rapport renferme un certain nombre de recommandations concernant l'utilisation efficace et en toute sécurité de produits chimiques dans l'aquaculture côtière.

4.3 Le président du Groupe de travail a fait remarquer que, malgré le fait que l'on disposait de relativement peu de renseignements d'Afrique et d'Amérique latine, le Groupe de travail a pu dresser une liste complète des produits chimiques d'usage courant en aquiculture dans le monde entier. Le Groupe de travail était d'avis qu'en matière d'aquiculture, la plupart des produits chimiques, s'ils étaient utilisés à bon escient, étaient d'une grande utilité et ne devraient pas porter atteinte à l'environnement ni à la santé de l'homme. Toutefois, on s'inquiétait de l'usage et de la mauvaise utilisation de certains produits chimiques pour lesquels on ne disposait pas de profils des dangers pour le milieu marin. Un autre sujet de préoccupation était l'absence évidente de données quantitatives relatives à l'utilisation de substances vétérinaires.

4.4 Au cours de l'échange de vues qui a suivi, les membres du GESAMP ont fait plusieurs suggestions et observations d'ordre technique, qui devraient figurer dans le rapport. En particulier, il était proposé de s'efforcer à se servir de renseignements disponibles dans quelques pays sur les quantités de produits chimiques utilisées, et ce, afin de se faire une idée générale de l'ampleur des incidences possibles. De plus, il faudrait fournir davantage de renseignements sur les produits chimiques (p. ex., des données relatives à la toxicité, lorsqu'elles sont connues). Il conviendrait également de faire mention des directives existantes ayant trait à la bonne gestion de substances chimiques. En outre, il serait utile de disposer de prévisions quant à savoir si la tendance vers une intensification de l'aquiculture entraînera une augmentation des risques que comporte l'utilisation de produits chimiques.

4.5 Il a été constaté que le rapport, dans son ensemble, devrait être mieux structuré. Les observations contenues dans le rapport à propos d'une faible probabilité d'eutrophisation due à l'aquiculture côtière ne s'appliquent pas à tous les cas de figure, et l'environnement propre aux récifs tropicaux peut être particulièrement vulnérable. On s'est inquiété en outre que le rapport paraissait trop optimiste en ce qui concerne les dangers inhérents à l'utilisation de substances chimiques dans le domaine de l'aquiculture côtière. Tout particulièrement, on a constaté qu'il faudrait préciser dans le rapport que l'utilisation de substances chimiques n'étant pas destinées à l'origine pour une utilisation dans un milieu aquatique, ni mises à l'essai pour cette fin constituait un sujet de préoccupation. Le rapport devrait également mentionner la nécessité de recueillir des données quantitatives sur l'utilisation de produits chimiques et des renseignements sur les effets qu'ils sont susceptibles d'avoir sur l'environnement, et souligner la nécessité de disposer de systèmes réglementaires régissant l'utilisation des produits chimiques en matière d'aquiculture côtière.

4.6 Le président du Groupe de travail s'est chargé d'incorporer dans le document les observations qui ont été faites et de le soumettre à nouveau plus tard au cours de la session. D'éventuelles autres modifications doivent être fournies par des membres du GESAMP d'ici le 15 mai 1997. Une version finale sera ensuite distribuée pour approbation et publication en tant que numéro 65 de la collection Rapports et études du GESAMP. Un résumé des travaux du Groupe de travail et la liste des participants font l'objet de l'annexe V.

4.7 Le GESAMP a prié le Groupe de travail de s'occuper, pendant la prochaine intersession, du troisième (et dernier) point de son mandat ; à savoir la révision des concepts et de l'expérience acquisés liés à l'intégration de l'aquiculture dans les projets de gestion des zones côtières. À cet égard, le Groupe de travail devrait accorder une attention toute particulière aux dispositions requises pour s'assurer que le développement de l'aquiculture côtière s'effectue d'une manière viable et compatible avec les autres utilisations légitimes de la zone côtière. Cela peut exiger la prise en considération des critères ou d'indicateurs permettant d'évaluer les succès ou les échecs en rapport avec cet objectif.

5. STOCKAGE DE CO₂ DANS LES GRANDS FONDS

5.1 Le Secrétaire technique de l'OMI a présenté le document GESAMP XXVII/5 (" Stockage de dioxyde de carbone dans les grands fonds "), faisant allusion à la formation d'un groupe travaillant par correspondance qui avait été chargé d'examiner cette question à la vingt-sixième session du GESAMP, coparrainé par l'UNESCO-COI et l'OMI. M. J. M. Bowers (président du Groupe travaillant par correspondance) a brossé un tableau du document en mettant en exergue que ce dernier traitait principalement de questions scientifiques et techniques en rapport avec le mandat du Groupe, c'est-à-dire :

- (i) Décrire les propositions de stockage de CO₂ en mer :
- (ii) Évaluer l'état actuel des connaissances ayant trait aux conséquences et aux effets qu'aurait un tel stockage :
- (iii) Identifier les principales inconnues et incertitudes scientifiques en matière d'évaluation des conséquences; et
- (iv) Recommander au GESAMP d'éventuelles mesures qu'il serait opportun de prendre à ce sujet.

5.2 Le document abordait également des aspects juridiques et socio-économiques, traitant ainsi la question d'une façon plus globale.

5.3 L'échange de vues qui s'est ensuivi a permis de constater que, d'une manière générale, le document était apprécié pour son contenu. Toutefois, plusieurs questions ont été soulevées eu égard à des points de détail et à la terminologie employée dans le document. Il a été proposé d'y faire quelques ajouts, notamment une présentation des taux mondiaux de la production actuelle de CO₂ émanant de combustibles fossiles, et ce, afin de mieux illustrer l'envergure du problème. Il fallait également corriger quelques erreurs dans le document.

5.4 Le GESAMP a décidé d'annexer le document, révisé et comportant un résumé, au rapport de sa vingt-septième session (annexe VI). Cependant, en raison du nombre de détails techniques contenus dans le document, il a été fait observer qu'il faudrait rédiger le résumé dans des termes plus vulgarisés et d'une manière plus simple de manière à ce que les principaux points et conclusions soient compréhensibles pour un plus large public non spécialisé.

6. EXAMEN DE L'ÉTAT DU MILIEU MARIN (Groupe de travail 26)

6.1 M. O Osibanjo (coprésident du Groupe de travail sur les évaluations du milieu marin) a présenté le document GESAMP XXVII/6, un rapport de la première réunion du Groupe de travail sur les évaluations du milieu marin (qui s'est tenue du 17 au 18 mai 1996 à Genève). Il a déclaré que le GESAMP devra accorder une attention toute particulière à l'annexe V (" Rapport sur l'état du milieu marin : une structure/approche possible ") et à l'annexe VII (" La pollution d'origine tellurique et activités connexes préjudiciables à la qualité du milieu marin et côtier et des eaux douces voisines associées ainsi qu'à leurs utilisations ").

6.2 M. Osibanjo a relevé que le Groupe de travail avait identifié plusieurs points essentiels en vue d'atteindre ses objectifs, notamment les points fondamentaux ci-après :

- (i) L'élaboration de rapports sur l'état du milieu marin (SOME 2002) et sur la pollution due à des activités terrestres (rapports LBA) est la tâche principale du Groupe de travail, et celui-ci devrait la mener à bien sans tarder. Il a été également souligné que la préparation

6.9.1 Son mandat est modifié comme suit :

(1) D'entreprendre :

- (a) Tous les deux ans, des évaluations concises de portée générale, comprenant les points d'intérêts des principales questions actuelles et nouvelles ;
- (b) Évaluation de la pollution d'origine tellurique et activités connexes préjudiciables à la qualité du milieu marin et côtier et des eaux douces voisines et à leurs utilisations ; et
- (c) Évaluations circonstanciées périodiques de l'état du milieu marin (rapports SOME), mettant en relief les effets et des activités humaines sur le milieu marin et les menaces qu'elles font peser sur celui-ci.

(2) De mettre au point des approches scientifiques :

- (a) Pour améliorer la fiabilité, la compréhension et l'utilité des évaluations; et
- (b) Répondre aux attentes de la communauté internationale de disposer d'évaluations présentant une répartition géographique mieux équilibrée, comprenant entre autres :
 - * des préoccupations et perspectives nouvelles ;
 - * une meilleure idée des tendances ; et
 - * les conséquences socio-économiques qu'entraînent les incidences sur le milieu marin, ses ressources et agréments et vice versa.

(3) De définir des mesures, y compris l'adoption de nouvelles approches scientifiques novatrices pour la protection et la mise en valeur durable du milieu marin, de ses ressources et de ses agréments dans le contexte des accords internationaux et régionaux existants ou prévus.

(4) Favoriser et suivre la réalisation d'évaluations régionales et donner des avis scientifiques et techniques susceptibles d'améliorer la qualité des évaluations mondiales

(5) D'identifier, de recommander et d'appliquer des indices plus fiables de l'état de l'environnement, susceptibles d'être utilisés pour évaluer les tendances et modifications de l'environnement.

Les grandes lignes des rapports d'évaluation SOME et LBA mentionnés au point (1) ci-dessus font l'objet des annexes VII et VIII. Les grands traits des rapports d'évaluation biennaux sont énumérés ci-après.

6.9.2 *Rapports d'évaluation biennaux (" concis ")*

Les rapports [se reporter au point 1(a) du mandat du Groupe de travail] devraient être structurés de la manière suivante :

RÉSUMÉ

1. INTRODUCTION
2. ÉVALUATION GLOBALE
 - mer bordière et mer continentale
 - haute mer

3. PRINCIPALES QUESTIONS ACTUELLES ET NOUVEAUX PROBLÈMES
4. CONSÉQUENCES EN MATIÈRE DE SCIENCE, DE GESTION ET DE POLITIQUE
5. RECOMMANDATIONS
6. BIBLIOGRAPHIE

Le rapport d'évaluation devra être concis [ne contenant pas plus de 25 pages (A4) de texte imprimé, y compris les tableaux et figures, en conformité avec le format standard des rapports du GESAMP]. Le point 3 ci-dessus constituerait la majeure partie du rapport. Le premier rapport d'évaluation "concis" sera consacré essentiellement aux activités terrestres (c'est-à-dire la "principale question actuelle").

6.9.3 *Rapport (LBA) sur les activités terrestres*

Le rapport LBA que le GESAMP a décidé, à sa vingt-sixième session, de rédiger devrait être élaboré en tant que rapport distinct, à partir de l'esquisse reproduite à l'annexe VII du document GESAMP XXVII/6, et tenir compte des annotations se rapportant à chacune des sections et sous-sections du rapport (se reporter à l'annexe VII du présent rapport). Il conviendrait d'ajouter à l'esquisse du rapport une section portant sur l'amélioration de l'état de l'environnement, la restauration de systèmes et, le cas échéant, les effets bénéfiques.

Le partage des responsabilités pour l'élaboration de chacune des sections du rapport indiquées à l'annexe VII du document GESAMP XXVII/6 devrait être revu en fonction de la reconstitution envisagée du Groupe de travail sur les évaluations du milieu marin.

Il a été constaté que l'expertise des membres du GESAMP était à l'heure actuelle insuffisante pour évaluer (et approuver) le rapport LBA en tant que rapport du GESAMP. Par conséquent l'Intersecrétariat était invité à envisager la nécessité d'élargir l'éventail actuel d'expertise du GESAMP afin d'y inclure des experts en matière, notamment, de sciences sociales et politiques, d'économie de l'environnement, d'économie industrielle, de planification d'utilisation des sols et de gestion des zones côtières, de questions ayant trait aux eaux douces, de génie civil, d'hydrologie et de droit maritime international.

6.9.4 *Rapport d'évaluation circonstancié (" long terme ")*

Le prochain rapport circonstancié sur l'état du milieu marin ["SOME 2002" : point 1 (c) du mandat du Groupe de travail] devrait être structuré sur la base de l'esquisse figurant à l'annexe V du document GESAMP XXVII/6 (c'est-à-dire l'annexe VII du présent rapport).

Le partage des responsabilités pour l'élaboration de chacune des sections du rapport décrites à l'annexe V du document GESAMP XXVII/6 devrait être revu en fonction de la reconstitution du Groupe de travail sur les évaluations du milieu marin, qui est envisagée.

Sachant qu'en fin de compte le rapport est destiné à des fins de gestion (p. ex., mesures de lutte contre la pollution, réglementation des activités de pêche et la gestion des zones côtières), les subdivisions régionales du rapport devraient être établies sur la base de zones choisies selon les critères suivants (énumérés en ordre prioritaire) :

- (i) Zones couvertes par des accords/conventions régionaux (voire bilatéraux) existants ou prévus ;
- (ii) Zones couvertes par des programmes régionaux existants ou prévus ; et

- (iii) Zones présentant en permanence des caractéristiques et des processus physiques, chimiques ou biologiques de grande importance (le concept des grands écosystèmes marins devrait être appliqué avec prudence).

Le rapport circonstancié ne devrait pas prendre en considération plus de 20 régions.

6.9.5 Il a volontiers été admis qu'il serait souhaitable de conclure des accords de coopération entre le GIWA et le GESAMP portant sur toutes les questions scientifiques et techniques relatives à l'élaboration des évaluations à long terme du GIWA et du GESAMP. La création d'une équipe spéciale mixte chargée de l'élaboration de rapports régionaux et des rapports sur des questions connexes était préconisée dans tous les cas où le GIWA et le GESAMP avaient des objectifs et intérêts communs. Ce qui faciliterait l'effort d'assistance mutuelle que se prêtent le GIWA et le GESAMP pour mettre sur pied une base de données et d'informations communes, ainsi que l'utilisation rationnelle des ressources financières et humaines. Par exemple, à l'exception du point 1 (pénurie d'eau douce; tableau 1a, GESAMP XXVII/INF.4), tous les autres points sont d'un intérêt primordial pour l'élaboration des évaluations à long terme du GESAMP. Il a également été relevé que le GESAMP aurait avantage à collaborer avec le GIWA, en ce qui concerne, notamment, les aspects socio-économiques, politiques, juridiques et autres aspects apparentés des évaluations.

En outre, si le GIWA était à même de remplir les critères susmentionnés relatifs à la portée géographique des rapports régionaux, la création d'équipes spéciales mixtes était recommandée. Les membres du GESAMP participant aux réunions ayant trait au développement du GIWA devraient œuvrer afin de s'assurer que les points de vue que partageaient le GESAMP et le GIWA étaient exposés fidèlement et adéquatement lors de ces réunions.

6.9.6 *Échelonnement des travaux*

Les esquisses ou les versions préliminaires des premiers rapports biennaux et rapports LBA devraient être examinées à la vingt-huitième session du GESAMP (1998), et les versions finales devront être soumises pour approbation à la vingt-neuvième session du GESAMP (1999). Compte tenu des délais impartis pour l'élaboration de ces rapports, il a été proposé que la vingt-neuvième session du GESAMP se tienne dans le second semestre de 1999.

Le programme et les modalités relatifs à l'élaboration du rapport SOME dépendront, dans une certaine mesure, de l'approbation escomptée du Projet GIWA à la fin de 1997, ainsi que de l'éventuelle coopération avec le GIWA qui pourrait être établie.

6.9.7 *Mesures logistiques*

Il a été présumé que les institutions participantes au GESAMP feraient en sorte que le Groupe de travail recevra le soutien logistique et financier nécessaire pour mener à bien ces activités, en tenant présent à l'esprit qu'il faudra des ressources financières conséquentes (y compris des ressources que nécessite la coopération avec le GIWA).

7 **SUJETS DE PRÉOCCUPATION CONCERNANT LA DÉTÉRIORATION DU MILIEU MARIN**

L'échange de vues sur plusieurs questions soulevées par des membres du GESAMP est reproduit tel quel ci-après.

7.1 *Forage en haute mer à des fins d'exploitation pétrolière et son impact*

Par le passé, le forage aux fins d'extraction de pétrole et de gaz dans le milieu marin était, dans une large mesure, circonscrit, aux eaux côtières ou littorales et eaux continentales peu profondes. Il a été constaté que les récents progrès techniques font que l'industrie pétrolière est maintenant à même d'explorer des eaux de plus en plus profondes dans bien des régions du monde en vue de la production de pétrole et de gaz. Toute éventuelle contamination, telle que le rejet de pétrole et de gaz, ou pollution dues à de telles activités pourrait porter atteinte à de grandes zones en haute mer et à leurs écosystèmes. Le GESAMP était encouragé à surveiller le développement et le risque d'effets nocifs dans les zones plus profondes au large des côtes occasionnés par des rejets relatifs à l'exploitation ou accidentels liés à de telles activités de l'industrie pétrolière.

7.2 *Gestion des déchets – répercussions des récentes modifications apportées à la Convention de Londres sur les mers côtières*

Le Protocole relatif à la Convention de Londres adopté récemment interdira le rejet en mer de la plupart des déchets et autres matières provenant de navires et de barges, exception faite des débris de dragage. Il se peut que cela provoque de fortes augmentations des quantités de déchets rejetées directement par les canalisations dans les mers côtières ou dans les fleuves qui se déversent dans la mer, exerçant ainsi une importante pression supplémentaire sur les zones côtières. Cela pourrait également occasionner davantage de pollution tellurique. Il convient de souligner que, du point de vue de la protection du milieu marin, les effets positifs de ces changements de pratiques en matière de gestion des déchets doivent être envisagés et évalués de manière holistique, en tenant compte des incidences néfastes et des effets positifs sur d'autres secteurs de l'environnement et sur d'autres milieux. Qui plus est, si des changements de politiques vont occasionner une modification des pratiques en matière d'évacuation des déchets, il faudra s'assurer que les programmes de surveillance sont suffisamment fiables et qu'ils resteront en vigueur assez longtemps pour déceler, le cas échéant, les effets positifs des politiques modifiées.

7.3 *Effets de la pêche sur le milieu marin*

Le GESAMP a réitéré sa vive inquiétude au sujet des effets biologiques et écologiques de la pêche en mer. Cette question avait également été soulevée lors de la vingt-sixième session du GESAMP en 1996. Il y a clairement une crise halieutique dans de nombreuses régions du monde. Les membres du GESAMP ont exprimé leur préoccupation non seulement au sujet des effets directs de la surexploitation des stocks de poissons et de l'élimination de la biomasse, mais aussi à propos des effets physiques de la pêche (p. ex., les effets du chalutage sur le sol sous-marin, des prises accessoires des autres espèces) et des incidences sur l'intégrité des écosystèmes des nouvelles zones de pêche d'espèces considérées comme étant sous-exploitées, y compris les espèces vivantes dans des zones intercotidales et celles des grands fonds. En outre, il est manifestement nécessaire de faire progresser les sciences qui jouent un rôle en matière de surveillance des effets globaux des pêches, ce qui débouchera sur une meilleure connaissance et des effets et des processus de régénérations. S'agissant de l'aspect politique, il a été estimé qu'il y avait d'ores et déjà suffisamment d'indications et de recommandations, et qu'il était essentiellement du ressort des États côtiers, où se trouvent la plupart des pêcheries, de prendre les mesures qui s'imposent.

7.4 *Assainissement de sédiments marins contaminés – options en matière de gestion*

Dans une large mesure la recherche sur les contaminants présents dans le milieu marin effectuée auparavant portait sur l'évaluation de l'échelle spatiale, l'ampleur et les effets biologiques. Toutefois, ces dernières années des efforts ont été déployés en vue de remédier à des cas de contamination, au lieu d'en prendre note seulement. Recouvrir les sédiments contaminés avec une couche de matériaux sains est probablement l'option la moins coûteuse. Leur évacuation et confinement dans un autre lieu, soit dans un site terrestre ou dans un site maritime spécifique peut constituer une option d'élimination présentant une

plus grande sécurité. L'assainissement biologique *in situ* est une manière de procéder particulièrement intéressante, mais elle n'a pas encore été tentée dans des milieux infralittoraux. Étant donné que l'assainissement de sédiments marins contaminés est encore à ses premiers balbutiements, et reconnaissant que chaque cas ou site d'évacuation est unique en son genre, il faudrait disposer de manière urgente de directives concernant : (i) Les circonstances dans lesquelles il est opportun de prendre des mesures d'assainissement (par opposition à aucune mesure) (ii) Les approches qui sont actuellement réalisables en matière de critères d'évaluation tels que l'efficacité, les coûts-avantages globaux, y compris les effets positifs réels dans le domaine de la protection de l'environnement (iii) Les examens suivis qui sont appropriés et nécessaires pour évaluer le succès des mesures d'assainissement. La mise au point éventuelle de directives générales utiles concernant les options de gestion à partir d'études de cas particuliers.

7.5 *Le concept des grands écosystèmes marins - une évaluation critique*

Le GESAMP a examiné le concept des grands écosystèmes marins, son utilisation en matière de gestion des côtes, et la nécessité reconnue d'une révision, qui ferait autorité, critique et équilibrée de ses fondements scientifiques et de son utilisation en tant qu'outil de gestion. Le GESAMP a constaté que la COI avait elle aussi examiné le concept des grands écosystèmes marins et était arrivée à une conclusion semblable. Aucune décision n'a été prise concernant d'éventuelles mesures que le GESAMP pourrait prendre.

7.6 *Examen de sujets de préoccupations pour l'avenir*

Compte tenu de l'importance de faire entendre son point de vue sur les principales questions actuelles ou nouvelles ayant trait aux menaces qui pèsent sur le milieu marin ainsi que sur les besoins en matière de protection de l'environnement, en particulier les impératifs qu'imposent les rapports d'évaluation biennaux, le GESAMP a décidé de maintenir ce point à l'ordre du jour de ses prochaines sessions. Il a aussi été convenu que le président du GESAMP demanderait aux membres du GESAMP de préparer leurs opinions et sujets de discussion à l'avance (trois mois avant une session), et que le GESAMP tiendrait, tous les ans, une réunion informelle, précédant les sessions plénières, afin d'examiner cette question et de faire le nécessaire en vue de l'examen officiel des sujets de préoccupation.

8 PROGRAMME DES TRAVAUX À VENIR

8.1 *Substances entraînant des troubles endocriniens*

8.1.1 Le GESAMP a accueilli favorablement les efforts du Groupe de travail sur l'évaluation des risques imputables aux substances nocives visant à poursuivre la surveillance des éventuels effets écologiques de substances entraînant des troubles endocriniens rejetées en mer. Le Groupe de travail a examiné de nombreuses publications et autres documents qui lui sont parvenus pendant l'intersession et a conclu que le GESAMP devrait mettre sur pied une équipe spéciale ou un groupe de travail chargé d'étudier cette question. Le Secrétaire technique de l'OMI a proposé que le GESAMP examine ces propositions, notant l'actualité de ce domaine de recherches et les nombreux échanges de vues entre les experts en toxicologie aquatique, les experts sur la faune et la flore, les scientifiques dans le domaine médical et les groupes d'écologistes en général, ainsi que le rôle non négligeable des éléments politiques dans l'examen de ces questions.

8.1.2 Le GESAMP a également été informé qu'on a fait état d'un certain nombre de situations où des substances entraînant des troubles endocriniens ont été reconnues catégoriquement comme étant la cause d'effets néfastes sur la reproduction (par exemple, présence de composés organostanniques dans des escargots marins, pesticides et masculinisation des alligators de Floride, DDT et amincissement de la coquille des œufs d'oiseaux marins (fou de Bassan). De nombreux cas circonscrits de troubles endocriniens dans des bancs de poissons ont été constatés. Toutefois, l'existence de liens de cause à effet en ce qui

concerne la santé de l'homme et la santé d'espèces aquatiques est, dans la plupart des cas, incertaine ou non encore démontrée. Il a aussi été reconnu, qu'en règle générale, lorsque la présence de produits chimiques entraînant des troubles endocriniens avait été décelée en mer ou en eaux douces, leur concentration était au-dessous des concentrations efficaces, déterminées à partir d'autres seuils d'effet sur la santé. De plus, si certaines des hypothèses actuelles sur les perturbations endocriniennes reposent sur des recherches sérieuses, d'autres travaux dans ce domaine sont douteux sur le plan scientifique et de nombreux essais à "court terme", mis au point en vue d'identifier les produits chimiques susceptibles d'entraîner des troubles endocriniens ne sont pas valables, ou présentent des failles car ils ne reposent pas sur des examens biologiques, mécanistes ou des paramètres appropriés. Par voie de conséquence, les informations et conclusions disponibles à l'heure actuelle relatives à l'impact sur l'environnement des substances entraînant des troubles endocriniens doivent faire l'objet d'une analyse prudente et critique.

8.1.3 Le GESAMP a décidé de mettre sur pied un Groupe de travail chargé d'examiner la question des substances entraînant des troubles endocriniens et de rédiger une note de position satisfaisant aux intérêts et exigences du GESAMP et de l'OMI. Le Groupe serait chargé d'émettre un avis au sujet de la fiabilité des connaissances actuelles sur les produits chimiques entraînant des troubles endocriniens, de faire un tour d'horizon des renseignements disponibles et de mettre en évidence les domaines où il existe des contradictions entre les faits reconnus et les extrapolations, ainsi que les méthodes de recherches erronées. Le Groupe de travail devrait être composé d'experts impartiaux dont les connaissances sur le sujet proviennent de différentes disciplines et perspectives pertinentes (scientifiques, médicales, sociales, de réglementation et de contrôle).

8.1.4 Il a été proposé que le mandat de ce Groupe de travail du GESAMP soit comme suit :

- (i) d'effectuer une évaluation technique et synoptique des conséquences pour la santé de l'homme et du milieu marin de la présence de substances entraînant des troubles endocriniens dans le milieu marin y compris les substances oestromimétiques, en utilisant des renseignements scientifiques et médicaux crédibles;
- (ii) fournir une vue d'ensemble impartiale, une explication et une réponse, compte tenu de la complexité de la question et du risque d'erreur que présentent les essais ; et
- (iii) recommander les mesures appropriées à cet égard pouvant être prises immédiatement par les institutions participantes au GESAMP.

8.2 *Travaux pendant l'intersession*

Compte tenu des considérations ci-avant, le GESAMP a noté les travaux prévus pendant l'intersession comme suit :

1. **Évaluation des risques imputables aux substances nocives transportées par mer (Groupe de travail 1)**

Organisme pilote :	OMI
Coparrain :	PNUE
Président :	T. Bowmer
Membre :	P.Wells

Une réunion du Groupe de travail sera organisée en mai 1998 afin d'évaluer de nouvelles substances qu'il est proposé de transporter par mer.

2. Évaluations du milieu marin (Groupe de travail 26)¹

Organisme pilote : PNUE
Coparrains : OMI, FAO, UNESCO-COI,
OMM, OMS, AIEA, ONU
Président : S. Keckes
Membres : M. Bewers, R. Boelens,
S. Charmasson, R. Duce,
D. Elder, R. Engler,
M. Huber, D. Insull, H. Yap

Les réunions seront organisées en temps voulu.

3. Substances entraînant des troubles endocriniens dans le milieu marin : incidences sur les organismes marins et sur la santé de l'homme (Groupe de travail 27)

Organisme pilote : OMI
Coparrain : OMS², FAO, PNUE³
Président : P. Wells
Membre :

Une réunion sera organisée en 1998.

4. Effets de l'aquiculture côtière sur l'environnement (Groupe de travail 31)

Organisme Pilote : FAO
Coparrains : PNUE, UNESCO-COI, OMS
et avec le support de UICN-Alliance mondiale pour la nature
Président : D. Weston

Une réunion du Groupe de travail aura lieu à Xiamen, Chine, en automne 1997.

5. Rejets d'hydrocarbures dans le milieu marin dus à des activités en mer (Équipe spéciale)

Organisme pilote : OMI
Coparrain : PNUE³
Président : P. Wells

Une réunion d'une équipe spéciale composée de 4 ou 5 experts sera organisée en fin 1997 ou début de 1998 afin d'évaluer les sources de données sur les rejets d'hydrocarbures dus à des activités en mer et pour étudier des procédés qui pourraient être utilisés pour obtenir des estimations fiables des rejets. Cette Équipe spéciale avait été créée par le GESAMP à sa vingt-quatrième session (1994) ; toutefois, ses activités ont été retardées en raison de ressources financières insuffisantes.

¹ Auparavant dénommée "examen de l'état du milieu marin" (paragraphe 8.6.1.4 du numérop 60 de la Collection Rapports et études du GESAMP).

² En attente d'approbation du Siège.

³ En fonction de la disponibilité des ressources financières.

9. QUESTIONS DIVERSES

9.1 *Participation des institutions participantes au GESAMP et d'autres organisations aux sessions du GESAMP*

9.1.1 Des inquiétudes ont été exprimées concernant l'absence à la présente session du GESAMP du Secrétaire technique de l'OMS et d'un (ou des) expert(s) financé(s) par cette institution, et du fait que le Secrétaire technique de la FAO a indiqué qu'il était possible que son organisation fasse de même en raison de contraintes financières.

9.1.2 L'absence d'observateurs d'organisations qui avaient l'habitude de participer aux sessions du GESAMP et de suivre les travaux effectués par le GESAMP a été notée.

9.1.3 La coopération du GESAMP à des programmes de ses institutions participantes (p. ex., le Groupe d'experts OMI/GESAMP, l'élaboration du rapport LBA concourant au Programme d'action mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres dont la coordination est assurée par le PNUE, et la coopération prévue entre le GESAMP et le GIWA sur des rapports dont l'élaboration a été confiée au Groupe de travail 26) a été citée comme des exemples " d'extensions " utiles des programmes du GESAMP. Les Secrétaires techniques de toutes les institutions participantes au GESAMP ont été priés d'envisager de promouvoir de telles activités réalisées de concert avec des organisations non participantes et leurs programmes lorsque ces activités pourraient enrichir les travaux de GESAMP.

9.1.4 Étant donné les importantes restrictions budgétaires des institutions participantes au GESAMP, celles-ci ont été priées de réaliser les activités liées au GESAMP de la manière présentant le meilleur rapport coût-efficacité et d'éviter les dépenses qui ne sont pas nécessaires (p. ex., organiser des réunions dans des endroits trop coûteux).

9.2 *Rapports du GESAMP*

9.2.1 L'Intersecrétariat a été prié d'examiner les façons et les moyens d'accroître l'impact des rapports du GESAMP. La distribution des rapports et études du GESAMP par l'intermédiaire des points de centralisation d'informations des pays membres des institutions, et lors de réunions pertinentes organisées par ces dernières était considérée comme insuffisante. Il a été estimé qu'un bon nombre d'éléments d'information fournis par le GESAMP intéresseraient un public plus large (les scientifiques, ainsi que les instances techniques et les organes directeurs des administrations nationales) et que les moyens de communication permettant de toucher ce public devraient être explorés. Il a été observé que seulement quelques-unes des contributions du GESAMP ont été sollicitées par les Gouvernements pour répondre à leurs besoins (p. ex., les données finales concernant les risques imputables aux cargaisons transportées par mer, le Rapport LBA qu'il est prévu d'établir), ce qui a automatiquement renforcé leur impact et favorisé leur application. Il a été constaté que de nombreux rapports du GESAMP ne sont pas appréciés à leur juste valeur car ils ont été élaborés sans tenir suffisamment compte des utilisateurs finaux.

9.2.2 Le vocabulaire utilisé dans les Rapports et études du GESAMP était généralement trop technique pour être compris par les cadres et les dirigeants. Afin de remédier à cette situation, et sans compromettre l'exactitude scientifique de telles études, il a été convenu que celles-ci devraient, d'une manière générale, comporter un résumé rédigé en termes corrects sans pour autant être techniques mettant en évidence les principales questions qui font l'objet de l'étude et ses principales conclusions. Cela aidera tout lecteur intelligent mais non spécialisé à comprendre la portée du rapport et son importance.

9.2.3 Il a en outre été suggéré que tout expert du GESAMP devrait profiter de toutes les occasions qui se présentent (p. ex., réunions, publications) pour disséminer des informations sur le GESAMP et ses activités. Les experts ont été priés de faire publier dans la presse scientifique, si les circonstances le

permettent, les résultats obtenus grâce aux groupes de travail du GESAMP, en faisant dûment mention que le GESAMP était l'élément de synergie derrière ces publications.

9.2.4 Le GESAMP a vivement proposé qu'un résumé des questions et recommandations importantes faisant l'objet de chaque session du GESAMP soit élaboré de manière à ce qu'il puisse être largement distribué et être compris par les profanes en la matière, les fonctionnaires gouvernementaux, la presse, etc.

9.3 *Le GESAMP et l'année internationale de l'océan (1998)*

Comme l'apport du GESAMP aux activités liées à l'année internationale de l'océan (1998) ne devrait pas passer inaperçu, l'Intersecrétariat a été invité de déterminer quelle serait la meilleure façon coordonnée d'aborder cette question.

9.4 *Projet international d'évaluation des mers Arctiques (IASAP)*

9.4.1 Depuis la vingt-troisième session du GESAMP, l'AIEA a informé annuellement le GESAMP de l'état d'avancement du Projet international d'évaluation des mers Arctiques (IASAP). Le Projet a été achevé en 1996 et son résumé, comprenant les conclusions et recommandations formulées par le Groupe du Projet, a été communiqué en janvier 1997 à l'OMI, chargé d'assurer le Secrétariat de la Convention de Londres (1972).

9.4.2 Les objectifs du Projet IASAP étaient les suivants :

- (i) évaluer les risques pour la santé de l'homme et de l'environnement imputables à l'immersion de déchets radioactifs dans les mers de Kara et de Barents; et
- (ii) examiner les mesures correctrices envisageables concernant les déchets immergés et donner son avis quant à savoir si elles sont nécessaires et justifiées.

9.4.3 Les principaux résultats et conclusions du Projet IASAP sont énumérés ci-après :

- (i) les rejets actuels provenant d'objets immergés identifiés sont minimes et circonscrits dans le proche voisinage des sites d'immersion. Dans l'ensemble, les niveaux de radionucléides artificiels dans la mer de Kara provenant de toutes les sources sont peu élevés et les doses d'irradiation y relatives sont négligeables en comparaison avec celles provenant des sources naturelles;
- (ii) il est estimé que les débits de dose maximale auxquels sera exposée, dans l'avenir, la population des communautés locales typiques dus à l'immersion de déchets radioactifs dans la mer de Kara sont minimes, à savoir moins de 1 microSv/an, ce qui est inférieur de plus de 3 ordres de magnitude aux doses provenant de sources naturelles. Les doses futures estimées auxquelles serait exposé un groupe hypothétique de militaires patrouillant les avants-plages des fjords dans lesquels des déchets ont été immergés sont bien plus élevées (allant jusqu'à 4 milliSv/an) et sont comparables en magnitude aux doses provenant de sources naturelles;
- (iii) il est estimé que les doses auxquelles seront exposés dans l'avenir divers organismes marins, allant du phytoplancton jusqu'aux phoques et baleines, sont insignifiantes du point de vue des effets sur les populations; et
- (iv) d'un point de vue purement radiologique, la prise de mesures correctrices n'est pas jugée nécessaire. Cependant, afin d'éviter une éventuelle perturbation ou récupération par

inadvertance des objets immergés, et parce que les doses potentielles auxquelles serait exposé le groupe hypothétique de militaires ne sont pas anodines, cette conclusion n'est valable qu'à condition que soit maintenue une quelconque forme de contrôle institutionnel sur l'accès et les activités dans les parages des fjords de Novaya Zemlya qui ont été utilisés en tant que sites d'immersion de déchets radioactifs.

9.4.4 Le principal rapport de l'IASAP, ainsi que les rapports détaillés sur les conclusions de trois groupes de travail IASAP, seront publiés en 1997 dans les séries de publications l'AIEA. Les résultats obtenus dans d'autres domaines de travail du Projet sont aussi sous presse.

10. DATE ET LIEU DE LA PROCHAINE SESSION

Le GESAMP a noté que sa vingt-huitième session sera accueillie, en principe, par l'Organisation météorologique mondiale à Genève du 20 au 24 avril 1998.

11. ÉLECTION DU PRÉSIDENT ET DU VICE-PRÉSIDENT

Le GESAMP a réélu à l'unanimité Mme H. Yap présidente et M. P. Wells vice-président pour la prochaine intersession et pour sa vingt-huitième session.

12. EXAMEN ET APPROBATION DU RAPPORT DE LA VINGT-SEPTIÈME SESSION

Le GESAMP a examiné et approuvé le rapport de sa vingt-septième session le dernier jour de la session qui a été clôturée par le président le 18 avril 1997.

Annexe I

ORDRE DU JOUR

1. Adoption de l'ordre du jour provisoire
2. Rapport du Secrétaire administratif
3. Évaluation des risques imputables aux substances nocives transportées par mer
4. Effets de l'aquiculture côtière sur l'environnement
5. Stockage de CO₂ dans les grands fonds
6. Examen de l'état du milieu marin
 - .1 dispositions, arrangements administratifs, calendrier
 - .2 structure, esquisse et contenu des rapports d'examen
7. Sujets de préoccupation concernant la détérioration du milieu marin
8. Programme des travaux à venir
9. Questions diverses
10. Date et lieu de la prochaine session
11. Élection du président et du vice-président
12. Examen et approbation du rapport de la vingt-septième session du GESAMP

Annexe II

LISTE DES DOCUMENTS

Point de l'ordre du jour	Document	Présenté par	Titre
1.	GESAMPXXVII/1	Secrétaire administratif	Ordre du jour provisoire
3.	GESAMPXXVII/3	OMI	Rapport de la 32 ^e et 33 ^e sessions du Groupe de travail sur l'évaluation des risques imputables aux substances nocives transportées par mer (EHS) (Groupe de travail 1)
4.	GESAMPXXVII/4	FAO	Pour une utilisation efficace et en toute sécurité de produits chimiques dans l'aquiculture côtière – Rapport du Groupe de travail sur les effets de l'aquiculture côtière sur l'environnement (Groupe de travail 31)
	GESAMPXXVII/4/1	FAO	Commentaires et suggestions reçus sur le rapport du Groupe de travail 31 – “ Pour une utilisation efficace et en toute sécurité de produits chimiques dans l'aquiculture côtière ”
	GESAMPXXVII/4/2	FAO	Résumé du Rapport du Groupe de travail sur les effets de l'aquiculture côtière sur l'environnement – “ Pour une utilisation efficace et en toute sécurité de produits chimiques dans l'aquiculture côtière ”
5.	GESAMPXXVII/5	UNESCO-COI	Stockage de CO ₂ dans les grands fonds – Rapport du Groupe travaillant par correspondance
6.	GESAMPXXVII/6	PNUE	Première réunion du Groupe de travail sur les évaluations du milieu marin (Rapport de la réunion, Genève, 17 - 18 mai 1996)
	GESAMPXXVII/6/1	PNUE	Groupe de travail du GESAMP sur les évaluations du milieu marin : Rapport sur l'état d'avancement des travaux
	GESAMPXXVII/INF.1	PNUE	Consultation intersecrétariats relative à la mise en œuvre du Programme d'action mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres (Rapport de la réunion, Genève, 13 - 14 mai 1996)
	GESAMPXXVII/INF.2	PNUE	Consultation intersecrétariats/interagences relative à la mise en œuvre du Programme d'action mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres (Rapport de la réunion de Genève, 15 - 16 mai 1996)

Point de l'ordre du jour	Document	Présenté par	Titre
	GESAMPXXVII/INF.3	PNUE	Réunion technique du centre d'information du Programme d'action mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres (Rapport de la réunion de Genève, 26 – 27 septembre 1996)
	GESAMPXXVII/INF.4	PNUE	Première réunion du Groupe directeur sur l'évaluation mondiale des eaux internationales (GIWA) (Rapport de la réunion. Genève, 24 – 27 février 1997)
8.	GESAMPXXVII/8	OMI	Proposition visant à créer un groupe de travail chargé d'évaluer les effets écologiques et sur la santé de l'homme des substances entraînant des troubles endocriniens rejetées dans le milieu marin

ANNEXE III

LISTE DES PARTICIPANTS

A. MEMBRES

J. Michael Bewers
Head, Marine Chemistry Division
Bedford Institute of Oceanography
P.O. Box 1006
Darmouth, Nova Scotia
Canada B2Y 4A2
Tel: (1 902) 426 2371
Fax: (1 902) 426 6695
E-mail: m_bewers@bionet.bio.dfo.ca

Richard G. V. Boelens
Manager, QSR Office
c/o Forbairt Laboratory
Shannon Town Centre
Co. Clare
Ireland
Tel: (353 61) 361 499
Fax: (353 61) 360 863
E-mail: qsr@marine.ie

Tim Bowmer
Head, Environmental Toxicology Group
Toxicology Division
TNO Nutrition and Food Research Inst.
Schoemakerstraat 97
P.O. Box 6011
2600 JA Delft
The Netherlands
Tel: (31 15) 269 62 52
Fax: (31 15) 257 26 49

Sabine Charmasson
IPSN/DPRE
Base IFREMER-CT
B.P. 330
83507 La Seyne sur Mer Cedex
France
Tel: (33 4) 94 304 829
Fax: (33 4) 94 878 307
E-mail: scharma@ifremer.fr

Robert A. Duce
Dean, Professor of Oceanography &
Meteorology
Texas A & M University
College of Geosciences and Maritime Studies
Room 204, O & M Building
College Station, Texas 77843-3148
U.S.A
Tel: (1 409) 845 3651
Fax: (1 409) 845 0056
E-mail: rduce@ocean.tamu.edu.

Danny Elder
Champ Courier
1261 Marchissy
Suisse
Tel: (41 22) 368 1178
Fax: (41 22) 368 2104
E-mail: delder@iprolink.ch

Robert M. Engler
Senior Scientist
USAE Waterways Experiment Station
CEWES-EN
3909 Halls Ferry Road
Vicksburg, Ms 39180
U.S.A.
Tel: (1 601) 634 3624
Fax: (1 601) 634 3726
E-mail: Englerr@EX1.WES.Army.mil.us

Ong Jin Eong
Centre for Marine and Coastal Studies
University Sains Malaysia
11800 Penang
Malaysia
Tel: (604) 657 7888, ext. 3511/
(604) 656 3672
Fax: (604) 657 2960 / 656 5125
E-mail: jeong@usm.my

Michael Huber
Scientific Director
Orpheus Island Research Station
Sir George Fisher Centre for Tropical
Marine Studies
James Cook Univ. of North Queensland
Townsville, Queensland 4811
Australia
Tel. & Fax: (61 77) 77 7336 (Orpheus Island)
Tel: (61 77) 81 4817 (JCU Campus)
Fax: (61 77) 75 5429
E-mail: michael.huber@jcu.edu.au

David Insull
5 Holland Rise
Kings Sutton
Banbury
OX17 3RZ United Kingdom
Tel: (44 1295) 810 973
Fax: (44 1295) 812 423

Stjepan Keckes
21 L. Brunetti
Borik
52210 Rovinj
Croatia
Tel: (385 52) 811 543
Fax: (385 52) 811 543

Piamsak Menasveta
Aquatic Resources Research Institute
Chulalongkorn University
Bangkok 10330,
Thailand
Tel: (66 2) 218 8161
Fax: (66 2) 254 4259
E-mail: piamsak@chulkn.chula.ac.th

Oladele Osibanjo
Department of Chemistry
University of Ibadan
Ibadan
Nigeria
Tel: (234 1) 545 0963 or 820 626 or
(234 2) 810 2198
Fax: (234 1) 820 626 or 545 1097 or
(234 2) 810 3118 or 810 2198
E-mail: library@ibadan.ac.ng or
isbanjo@infoweb.net

Peter G. Wells
environmental Conservation Branch
Environment Canada
45 Alderney Drive
Dartmouth, Nova Scotia
Canada B2Y 2N6
Tel: (1 902) 426 1426
Fax: (1 902) 426 4457
E-mail: pwells@is.dal.ca

Donald Weston
University of California, Berkeley
Environmental Engineering and Health
Sciences Laboratory
1301 South 46st Street
Richmond Field Station - Bldg 112
Richmond, CA 94804-4603
U.S.A
Tel: (1 510) 231 5626
Fax: (1 510) 643 6264
E-mail: dweston@uclink.berkeley.edu

Helen Yap
Marine Science Institute
University of the Philippines
Diliman, Quezon City 1101
Philippines
Tel: (63 2) 922 3959
Fax: (63 2) 924 767
E-mail: hty@msi01.cs.upd.edu.ph

B. SECRETARIAT

Organisation maritime internationale (OMI)

Oleg Khalimonov
Administrative Secretary of GESAMP
4, Albert Embankment
London SE1 7SR
United Kingdom
Tel: (44 171) 5873 119
Fax: (44 171) 5873 210

Manfred Nauke
IMO Technical Secretary of GESAMP
4, Albert Embankment
London SE1 7SR
United Kingdom
Tel: (44 171) 735 7611 or 577 3124
Fax: (44 171) 587 210

**Organisation des Nations Unies pour
l'alimentation et l'agriculture (FAO)**

Heiner Naeve
FAO Technical Secretary for GESAMP
Fishery Resources Division
Room, f-506
Via delle Terme di Caracalla
I-00100 Rome
Italy
Tel: (39 6) 5225 6442
Fax: (39 6) 5225 3020
E-mail: heiner.naeve@fao.org

**Organisation des Nations Unies pour l'éducation,
la science et la culture - commission
océanographique intergouvernementale (Unesco-
COI)**

George Kitaka
Acting UNSECO-IOC Technical Secretary of
GESAMP
UNESCO-ROSTA
P.O. Box 30592
Nairobi
Kenya
Tel: (254 2) 622 364
Fax: (254 2) 215 991
E-mail: uhnai@unesco.org

Organisation météorologique mondiale (OMM)

Alexandre Soudine
WMO Technical Secretary of GESAMP
41, avenue Giuseppe-Motta
Switzerland
Tel: (41 22) 730 8420
Fax: (41 22) 740 0984

**Agence internationale pour l'énergie atomique
(AIEA)**

Kirsti Liisa Sjoebloom
IAEA Technical Secretary of GESAMP
Waste Safety Section
Division of Radiation and Waste Safety
Wagramer Strasse 5, P.O. Box 100
A-1400 Vienna
Austria
Tel: (43) 1 2060 ext. 22667
Fax: (43) 1 2060 7
E-mail: sjoebloom@nepo.iaea.or.at

Organisation des Nations Unies (ONU)

Ismat Steiner
UN Technical Secretary of GESAMP
Division for Ocean Affairs and the Law of the Sea
Office of Legal Affairs
United Nations
2 UN Plaza (Room DC2-0470)
New York, NY 10017
Tel: (1 212) 963 3951
Fax: (1 212) 963 5847
E-mail: steiner@un.org

**Programme des Nations Unies pour
l'environnement (PNUE)**

Omar Vidal
UNEP Technical Secretary of GESAMP
Water Branch
P.O. Box 30552
Nairobi
Kenya
Tel: (254 2) 622 015
Fax: (254 2) 622 788
E-mail: omar.vidal@unep.org

C. OBSERVATEURS

Terttu Melvasalo
Director, Water Branch
United Nation Environment Programme
P.O. Box 30552
Nairobi
Kenya
Tel: (254 2) 622 034
Fax: (254 2) 622 788
E-mail: terttu.melvasalo@unep.org

Magnus Ngoile
Coordinator
Marine and Coastal Programme
IUCN-The World Conservation Union
Rue Mauverney 28
CH-1196 Gland
Switzerland
Tel: (41 22) 999 0001
Fax: (41 22) 999 0002
E-mail: mail@hq.iucn.org

John Pernetta
Senior Programme Officer
UNEP/Global Environment Facility Unit
P.O. Box 30552
Nairobi
Kenya
Tel: (254 2) 624 153
Fax: (254 2) 520 825
E-mail: john.pernetta@unep.org

Walter Rast
Deputy Director, Water Branch
United Nations Environment Programme
P.O. Box 30552
Nairobi
Kenya
Tel: (254 2) 623 244
Fax: (254 2) 622 788
E-mail: walter.rast@unep.org

Annexe IV

PROCÉDURES RÉVISÉES D'ÉVALUATION DES DANGERS DU GESAMP

Élaborées par le Groupe de travail sur l'évaluation des risques imputables aux substances nocives transportées par mer

1. Colonne A : bioaccumulation et biodégradation

1.1 Les propensions à la bioaccumulation et à la biodégradation des substances seront indiquées dans des sous-colonnes relatives à la colonne A. La sous-colonne (A1) portant sur la bioaccumulation contiendrait deux séries de renseignements :

- A1a le logarithme du coefficient de partage n-octanol/eau (le $\log P_{ow}$, aussi appelé $\log k_{ow}$), et
- A1b le facteur de bioconcentration (FBC) déterminé en utilisant des poissons, mollusques ou crustacés comme organismes cibles.

1.2 Les données obtenues à partir des valeurs $\log P_{ow}$ sont plutôt en deçà de la vérité, tandis que la mesure du FBC permet d'obtenir des renseignements fermes quant au potentiel de bioaccumulation d'une substance dans des conditions "stationnaires". La mesure du FBC pourra, dans bien des cas, donner lieu à un classement moins sévère dans l'évaluation des risques, en raison de processus tels que le métabolisme qui peuvent stimuler l'excrétion d'une substance chimique. Dans le cas où l'on disposerait à la fois des données relatives au $\log P_{ow}$ et au FBC, le FBC prévaudrait sur le $\log P_{ow}$. Dans l'éventualité que seules les données relatives au $\log P_{ow}$ soient disponibles, et si la valeur est supérieure à [à déterminer] mg/l, le produit sera considéré comme étant bioaccumulatif, sauf si les données relatives à la mesure du FBC démontrent le contraire. Les substances ayant des valeurs $\log P_{ow}$ très élevées (>ca7) sont estimées comme étant si peu solubles dans l'eau qu'elles n'auront aucun potentiel de bioaccumulation, présumant aussi que les substances dont la masse moléculaire >700 sont également estimées comme n'étant pas bioaccumulatives (OCDE réf.). S'agissant des principaux groupes de produits chimiques, il se peut que la détermination de valeurs de seuil exactes exige un examen plus approfondi.

1.3 Les valeurs $\log P_{ow}$ ne s'appliquent qu'aux composés organiques. En vue d'évaluer le potentiel de bioaccumulation de composés non organiques, de certains agents tensio-actifs et certains composés organo-métalliques, des mesures de bioconcentration peuvent être effectuées et le FBC rapporté.

1.4 Les méthodes d'essai suivantes sont recommandées :

$\log P_{ow}$: OCDE 107, OCDE 117, ou une méthode de tourbillonnement lente (en cours d'élaboration par l'OCDE) ;

FBC : OCDE 305C, OCDE 305E, l'essai sous écoulement continu que l'OCDE a révisé récemment, des méthodes équivalentes (p. ex., celles de l'ASTM ou de l'Agence pour la protection de l'environnement des États-Unis)

1.5 S'agissant de la "bioaccumulation" dans la sous-colonne A1, un système de classement a été mis au point, comme suit :

- 0 - Potentiel de bioaccumulation nul
($\log P_{ow} < 1$ ou $> ca7$, ou masse moléculaire > 700 ; aucun FBC mesurable)

- 1 - Potentiel de bioaccumulation très faible
(log P_{ow} 1 - <2 ; FBC 1-<10)
- 2 - Potentiel de bioaccumulation faible
(log P_{ow} 2 -<3 ; FBC 10 -<100)
- 3 - Potentiel de bioaccumulation modéré
(log P_{ow} 3 -<4 ; FBC 100 -< 500)
- 4 - Potentiel de bioaccumulation élevé
(log P_{ow} 4 -<5 ; FBC 500 - <4 000)
- 5 - Potentiel de bioaccumulation très élevé
(log P_{ow} >5 ; FBC >4 000)

1.6 En matière de biodégradation (sous-colonne A2), les substances sont considérées comme étant “ facilement biodégradables ” si lors d’études de biodégradation d’une durée de 28 jours, les niveaux de biodégradation ci-après sont atteints :

- à l’issue d’essais de détection de carbone organique dissous (COD) ; 70% ;
- à l’issue d’essais visant à déterminer la déperdition d’oxygène ou production de dioxyde de carbone : 60% des maxima théoriques ; ou
- lorsque la DCO et la DBO5 sont les seules données disponibles, le rapport DBO5/DCO 0,5 ; ou
- lorsque l’on dispose d’autres données scientifiques fiables permettant de démontrer que la substance est dégradée (biologiquement et/ou non biologiquement) dans le milieu aquatique à un degré > 70% dans l’espace de 28 jours.

Les valeurs exactes de biodégradation et les méthodes utilisées pour les obtenir devraient être rapportées ensemble.

1.7 Il serait préférable d’avoir recours aux essais spécialement prévus pour les milieux marins, tels que l’essai 306 de l’OCDE ou bien à des essais en eau douce bien adaptés aux conditions maritimes ; toutefois, des essais en eau douce, p. ex., les essais de l’OCDE 301 séries A-F, ou des essais équivalant de l’ISO et de l’ASTM, peuvent également être acceptables.

1.8 Les renseignements devant figurer dans la Colonne A2 (Biodégradabilité) en tant que classification seront exprimés comme suit :

- | | | |
|----|---|--|
| FB | = | facilement biodégradable |
| DB | = | difficilement biodégradable |
| AD | = | aucune donnée disponible (se reporter au paragraphe 4.34 ci-après) |

2. Colonne B : Toxicité aquatique

2.1 La colonne B est divisée en deux colonnes, la première représentant les résultats des essais de toxicité pour les organismes aquatiques, la seconde contenant, le cas échéant, des renseignements pour autant qu’ils soient disponibles sur la (sub)toxicité chronique de la substance en question.

2.2 S’agissant de la “ toxicité aiguë ”, les classifications devront couvrir l’échelle partant de > 1000 mg/l jusqu’à < 0,01 mg/l.

2.3 Les données obtenues à partir des trois essais normalisés suivants :

- un essai CL_{50} sur les poissons d'une durée de 96 heures ;
- un essai EC_{50}/CL_{50} sur les crustacés ; et
- un essai IC_{50} d'inhibition de croissance d'une durée de 72h ou 96h sur des algues microscopiques.

La CL_{50} , EC_{50} , ou IC_{50} la plus basse (c-à-d. de l'essai montrant la toxicité la plus élevée) sera utilisée pour déterminer la classe de toxicité.

2.4 Les relevés des résultats suivant les essais 201, 202 et 203 de l'OCDE et leurs équivalents internationaux (ISO et ASTM) et leur classification devrait figurer dans la colonne B1 (toxicité aiguë); leur rapport aux classes de toxicité chronique devraient figurer dans la colonne B2, comme suit :

B1 toxicité aiguë

B2 toxicité chronique

0	- non toxique (> 1000 mg/l)		
1	- pratiquement pas toxique ($1000 - 1000$ mg/l)		
2	- toxicité faible ($10 - 100$ mg/l)	2	- toxicité chronique faible ($CSEO > 1$ mg/l)
3	- toxicité modérée ($1 - 10$ mg/l)	3	- toxicité chronique modérée ($CSEO 0.1 - 1$ mg/l)
4	- toxicité élevée ($0.1 - 1$ mg/l)	4	- toxicité chronique élevée ($CSEO 0.01 - 0.1$ mg/l)
5	- toxicité très élevée ($0.01 - 0.1$ mg/l)	5	- toxicité chronique très élevée ($CSEO 0.001 - 0.1$ mg/l)
6	- toxicité extrême (< 0.01 mg/l)	-	- toxicité chronique extrême ($CSEO < 0.001$ mg/l)

2.5 Les données relatives à la toxicité chronique et sub-chronique sont importantes pour évaluer les dangers que présentent les substances dans certaines circonstances, telles que :

- des substances peu solubles dont la toxicité aiguë est difficilement mesurable avec précision ;
- lorsque que l'on suppose qu'il y a des effets chroniques particuliers, p. ex. troubles endocriniens, reproductifs ; et
- des substances qui se dégradent lentement et sont bioaccumulatives.

2.6 Les essais appropriés pour mesurer la toxicité chronique sont notamment l'essai prolongé sur les poissons d'une durée de 14 à 28 jours (OCDE 204), l'essai de reproduction sur les daphnies (OCDE 202) ou l'essai sur les poissons aux premiers stades de leur vie (OCDE 210, ASTM E-1241-92). Les données obtenues à partir d'essais normalisés de toxicité aquatique effectués dans le milieu marin ou en eau douce par des autorités compétentes sont jugées appropriées.

2.7 Il serait préférable que les résultats d'un essai de toxicité chronique soient exprimés selon la formule "concentration (maximale) sans effet observé (CSEO)" suivant les méthodes d'essai reconnues au niveau international. Les relevés des essais et leur classification devant être consignés dans la colonne B2 se trouvent ci-avant au paragraphe 2.4, qui illustre le rapport entre les classifications de toxicité aiguë et chronique. Dans le tableau, le rapport entre la toxicité aiguë et chronique tient compte d'un facteur d'au

moins 10 entre la toxicité chronique et la toxicité aiguë pour les substances chimiques narcotiques polaires ou non polaires de qualité industrielle, mais ce n'est pas le cas pour les substances réactives et les substances ayant des modes d'action toxique spécifique. La toxicité chronique de ces deux dernières devrait être évaluée séparément.

2.8 Lorsque des effets chroniques particuliers sont soupçonnés, tels que troubles endocriniens, reproductifs, etc., il est possible d'indiquer un danger en mettant une valeur dans la colonne B2 si un rapport dose/effet est connu, ou en inscrivant une remarque dans la colonne prévue à cet effet.

3. Colonne C : toxicité aiguë chez les mammifères par voie orale, par voie cutanée et par inhalation

3.1 Les risques liés aux trois voies d'exposition potentielles devraient être décrits dans la colonne C de la manière suivante : voie orale, voie cutanée et inhalation. Pour déterminer la classification des risques, il conviendrait d'utiliser des valeurs obtenues chez les espèces de mammifères courant le plus grand risque d'intoxication, sauf lorsqu'il y a de fortes raisons de croire que la toxicité pourrait être différente chez les êtres humains.

3.2 Lorsque cela est possible, la classification de toxicité par voie orale devrait être déterminée en fonction des données relatives à la DL₅₀ aiguë obtenues à partir d'essais normalisés d'observation après dosage d'une durée de 14 jours chez les rats, tels que les essais 401, 402, 403, 420 et 423 de l'OCDE. Toutefois, d'autres données d'essais faisant l'objet de travaux publiés obtenues à partir de protocoles différents effectués sur d'autres espèces de mammifères peuvent être utilisées, si elles sont jugées acceptables après avoir été examinées minutieusement. Des essais fondés sur des concentrations constantes sont préférables. S'agissant de la toxicité par inhalation, il est préférable d'utiliser des données obtenues à partir d'essais normalisés effectués sur des rats servant de cobayes, en utilisant des études d'une durée de 4 heures de la CL₅₀, lorsque cela est possible. Lorsque l'on ne dispose que de valeurs obtenues à partir d'autres temps d'exposition, les valeurs représentant une exposition d'une durée de 4 heures devraient être extrapolées, en tenant compte des propriétés physiques de la matière, ses mécanismes de toxicité aiguë et les rapports de concentration d'exposition/mortalité. Il conviendrait de convertir la valeur ppm (vapeur) en mg/l, selon la formule suivante :

$$\text{mg/l} = \text{ppm} \times \frac{\text{masse moléculaire}}{22,45}$$

S'agissant de la toxicité par voie cutanée, il est préférable d'utiliser des données obtenues à partir d'essais normalisés effectués sur des lapins, comprenant une occlusion de 24 heures, suivi de 2 semaines d'observation.

3.3 Les classifications et les données à partir desquelles elles devraient être établies sont les suivantes :

Classe	Danger relatif	Voie orale (mg/kg)	Voie cutanée (mg/kg)	inhalation (mg/l)
0	Négligeable	> 2000	> 200	> 20
1	Faible	500-2000	1000-2000	10-20
2	Modéré	50-500	200-1000	2-10
3	Moyennement élevé	5-50	50-200	0.5-2
45	Elevé	< 5	< 50	< 0.5

4. Colonne D : Irritation, corrosivité, indications relatives à des préoccupations spécifiques pour la santé

4.1 L'irritation cutanée et l'irritation oculaire devraient être évaluées séparément. Il a en outre été convenu d'ajouter une nouvelle sous-colonne concernant d'autres préoccupations spécifiques pour la santé. Pour les sous-colonnes relatives respectivement à l'irritation cutanée et à l'irritation oculaire, un système de classement numérique sera utilisé. La colonne D avec les subdivisions D1 et D2 a été établies comme suit :

Tissus	Classe	Danger
Épiderme	0	non irritant <i>(aucun signe clinique de lésion et/ou d'inflammation)</i>
	1	faiblement irritant <i>(érythème superficiel sans enflure perceptible ; réversible)</i>
	2	Modérément irritant <i>(érythème marqué, et enflure visible)</i>
	3	Très irritant et corrosif, <i>(érythème marqué, œdème sévère, corrosif à l'issue d'un contact occlusif de 4 heures ; autres signes de lésion des tissus, p. ex. ulcération, ecchymoses)</i>
	4	Extrêmement irritant <i>(érythème marqué, œdème sévère, corrosif à l'issue d'un contact occlusif de 3 minutes ; autres signes de lésion des tissus, p. ex. ulcération, ecchymoses)</i>
Oculaire	0	non irritant <i>(aucun signe clinique de lésion et/ou d'inflammation)</i>
	1	faiblement irritant <i>(hyperémie conjonctivale réversible avec ou sans chémosis)</i>
	2	Modérément irritant <i>(conjonctivite marquée, chémosis apparent, légère lésion cornéenne passagère)</i>
	3	Très irritant et corrosif <i>(blépharocconjunctivite et chémosis sévères ; lésion cornéenne modérée pouvant être permanente)</i>
	4	Extrêmement irritant <i>(blépharocconjunctivite et chémosis sévères ; lésion cornéenne irréversible, pouvant être accompagnée d'une déformation, d'ulcération et de vascularisation)</i>

4.2 La sous-colonne prévue pour les préoccupations spécifiques pour la santé vise la toxicité pour des organes ou tissus spécifiques et les expositions à long terme et fréquentes à des substances toxiques, y compris les effets nocifs chroniques sur la santé imputables à une exposition. Ainsi, cette colonne est

réservée, sans pour autant être limitée, à l'inscription des effets persistants dus à une toxicité aiguë, à des actions cancérigènes, à la toxicité pour la croissance et la reproduction, à la mutagénicité, et réactions d'origine immunitaire, y compris la sensibilisation cutanée, respiratoire et photo-induite. Leur présence sera indiquée par l'inscription du terme "OUI" dans la colonne D3, et la nature des effets nocifs sera inscrite dans la colonne réservée aux remarques.

5. Colonne E : Interférences avec d'autres utilisations de la mer

5.1 La colonne E actuelle sera élargie pour inclure les effets potentiels de rejets opérationnels et accidentels de substances chimiques sur les autres utilisations de la mer imputables aux transports maritimes, c'est-à-dire les pêches, l'utilisation des agréments côtiers ; aux effets de substances visqueuses se répandant en nappes sur la faune et la flore ; et les effets de substances coulantes qui recouvrent le fond marin. Ces substances font l'objet de trois sous-colonnes :

- E1 : Contamination d'aliments d'origine marine
- E2 : Interférences avec les agréments côtiers
- E3 : Effets sur la faune et la flore et les habitats des fonds marins

5.2 A défaut de données indiquant le **potentiel de contamination d'aliments marins** d'une substance chimique, des données sur ses propriétés sensorielles, démontrant son seuil olfactif dans une solution aqueuse, peuvent être utilisées. La relation entre le potentiel de contamination d'une substance et son seuil de perception de l'odeur dans l'eau a été examinée au préalable (EHS 31/8, EHS 29/17, EHS 28/15, EHS 27/15).

5.3 Pour indiquer le potentiel de contamination d'aliments marins d'une substance, il conviendrait d'utiliser quatre classes, à savoir :

- "Tt" - Lors de sa mise à l'essai, il a été déterminé que la substance a un potentiel de contamination d'aliments marins à une concentration inférieure ou égale à 1 mg/l.
- "To" - La substance a été mise à l'essai afin de déterminer ses propriétés sensorielles (odeur) et présente un seuil olfactif dans une solution aqueuse à une concentration inférieure ou égale à 1 mg/l.
- "Ta" - Par analogie avec d'autres produits chimiques semblables, appartenant au même groupe, la substance est susceptible de contaminer les aliments marins.
- "NT" - Lors de sa mise à l'essai, il a été déterminé que la substance n'a pas un potentiel de contamination d'aliments marins à une concentration inférieure à 1 mg/l ; ou son seuil olfactif dans une solution aqueuse est supérieur à 1 mg/l ; ou bien l'examen des propriétés de la substance montre qu'elle n'est pas susceptible d'engendrer une contamination.

5.4 S'agissant des **interférences avec les agréments côtiers**, le degré d'interférence devrait être indiqué par des valeurs chiffrées (0-3) et non par des " X " comme c'est le cas dans le système actuel de classification.

5.5 La sous-colonne E2 relative aux **interférences avec des agréments côtiers** doit contenir les renseignements suivants :

Classe	Interférences relatives	Mesures à prendre
0	aucune	Aucune
1	légèrement gênantes	Un avertissement peut être donné mais comme il n'y a pas d'interférences avec les agréments, il n'est pas nécessaire de fermer ces derniers
2	gênantes	Un avertissement doit être donné et une fermeture partielle des agréments est envisageable en raison des dangers physiques à court terme ou d'effets légèrement néfastes pour la santé
3	très gênantes	Un avertissement doit être donné et les agréments doivent être fermés en raison de dangers physiques ou de graves effets néfastes éventuels pour la santé

5.6 Ci-suit des indications permettant d'établir le classement susmentionné :

0	-	Aucune atteinte à la santé occasionnée par l'exposition aux matières
	-	Les propriétés physiques et chimiques n'entraîneront pas de dangers physiques
1	-	La matière peut avoir pour conséquence des irritations légères
	-	Les propriétés physiques de la matière peuvent provoquer des dangers physiques à court terme
2	-	Les matières restent sur le site d'agrément et peuvent provoquer des dangers physiques
	-	Odeur désagréable n'étant pas incommodante
	-	La matière peut provoquer des effets toxiques aigus, généraux et réversibles par les voies d'exposition normales
	-	La matière est irritante mais non corrosive
	-	La matière est un agent sensibilisant pour l'épiderme
	-	Des études en laboratoire ont montré que la substance pourrait produire des effets de longue durée néfastes pour la santé
3	-	La matière restera sur la plage, entraînant des dangers physiques et un potentiel d'exposition accrue
	-	Odeur désagréable pouvant entraîner un malaise (nausées, maux de tête)
	-	Susceptible de produire des effets toxiques graves dus à des conditions d'exposition aiguë
	-	Irritant puissant et/ou corrosif
	-	La matière est un agent sensibilisant pour le système respiratoire
	-	Carcinogène pour l'être humain et/ou pouvant produire d'autres effets de longue durée néfastes pour la santé

5.7 **Les effets sur la faune et la flore marines et sur les habitats benthiques** de substances pénétrant dans le milieu marin à cause de leurs propriétés physiques/chimiques uniques seront décrits dans la sous-colonne E3, en utilisant un système de classement descriptif, à savoir :

- Fp - substance se répandant en nappe persistante, qui n'est pas susceptible de s'évaporer ou se dissoudre rapidement
- S - substance coulante qui formerait un dépôt sur le fond marin qui n'est pas susceptible de se dissoudre rapidement

5.8 Les matières flottantes persistantes seront identifiées en fonction des paramètres suivants :

- Densité : eau de mer
- Pression de vapeur : 0,3 kPa
- solubilité : 0.1% (liquides)
- : 10% (solides)

En plus des caractéristiques ci-dessus, d'autres critères, tels qu'une viscosité > env. 10 cST devraient être pris en considération pour identifier les produits qui flotteraient à la surface de l'eau, de manière rémanente, en raison d'une dispersion lente et, par conséquent, d'un taux d'évaporation faible. Une substance visqueuse se répandant en nappe serait indiquée par l'annotation " Fp " dans le profil des dangers.

5.9 S'agissant de l'identification de substances " coulantes " (S), les critères suivants seront appliqués :

- Densité > eau de mer<
- Solubilité 0,1% (liquides)
- Solubilité 10% (solides)

6. Colonne F : Remarques

6.1 La colonne réservée aux remarques sera conservée dans un système d'évaluation révisé, indiquant les éléments suivants :

- Réactivité à l'eau de mer
- Gaz
- Produits chimiques devant être réexaminés (les motifs de l'examen doivent être inscrits). Le réexamen d'un produit chimique vise à améliorer l'évaluation globale des dangers en tenant compte de nouvelles données.
- Préoccupations spécifiques pour la santé. Il s'agit d'identifier la nature des effets connus ou potentiels sur la santé, dont la présence est mise en exergue dans les colonnes B2 et C. On prêtera une attention toute particulière aux éléments suivants :

Risque d'aspiration
Lacrymogène
Convulsant
Inhibiteur de la cholinestérase
Toxicité aiguë élevée (par voie orale), (par voie cutanée), (par inhalation)

Substance très irritante
Agent sensibilisant (de l'épiderme et/ou du système respiratoire)
Immunotoxicité
Hématotoxicité
Méthémoglobinémie d'origine toxique
Phototoxicité
Photosensibilité
Neurotoxicité
Neurotoxicité différée
Toxicité pour la reproduction
Toxicité testiculaire
Toxicité pour le développement
Lésion pulmonaire différée
Carcinogène épigénétique
Carcinogène pour les animaux
Carcinogène pour les êtres humains

Préoccupations spécifiques pour l'environnement (p. ex., propriétés inhibitrices de l'endocrine, accumulation dans la chaîne alimentaire de substances rémanentes).

7. Généralités

Dans les cas où les données disponibles sont insuffisantes, ou lorsque les informations soumises pour évaluation sont d'une qualité mauvaise ou douteuse, il convient d'inscrire la note " AI " - (aucune information disponible) dans la colonne concernée.

Mandat du Groupe de Travail

Examiner et évaluer les données disponibles, et fournir tout autre avis qui pourrait lui être demandé, notamment par l'OMI, concernant l'évaluation des risques écologiques imputables aux substances nocives transportées par mer, conformément aux méthodes approuvées par le GESAMP à cette fin.

Membres ayant participé à la trente-troisième session du Groupe de travail

Peter G. Wells (Chairman)
Environment Canada
Environmental Conservation Branch
Environment Canada
45 Alderney Drive
Dartmouth, Nova Scotia
Canada B2Y 2N6
Tel: (1 902) 426 1426
Fax: (1 902) 426 4457
E-mail: pwells@is.dal.ca

Dr. S. Micallef
IMO/UNEP Regional Marine Pollution
Emergency Response Centre for the
Mediterranean Sea (REMPEC)
Manoel Island
Malta
Tel: (356) 337297
Fax: (356) 339951

Dr. B. Ballantyne
Applied Toxicology Group
Union Carbide Corporation (K-3)
39 Old Ridgebury Road
Danbury
Connecticut 06817-0001 U.S.A.
Tel: (1 203) 794 5220
Fax: (1 203) 794 5275
E-mail: toptox@aol.com

Dr. C. T. Bowmer
Department of Environmental
Toxicology Division
TNO Nutrition and Food Research Inst.
Schoemakerstraat 97
P.O. Box 6011
2600 JA Delft
The Netherlands
Tel: (31 15) 269 62 52
Fax: (31 15) 257 26 49

Dr. T. Höfer
BGVV
Ref. 823 Thielallee 88-92
D-14195 Berlin
Germany
Tel: (30) 8412 3267
Fax: (30) 8412 3685
E-mail: thomas.hoefer@bgvv.de

Dr. M. Marchand
CEDRE
Technopôle Brest-Iroise
Boîte Postale 72
29280 Plouzane
France
Tel: (33 02) 9849 1266
Fax: (33-02) 9849 6446
E-mail: cedre@ifremer.fr

Mr. M. Morrisette
Director of Technical Support
Hazardous Materials Advisory Council
Suite 301
1101 Vermont Avenue, NW
Washington, D.C. 20005-3521
U.S.A.
Tel: (1 202) 289 4550
Fax: (1 202) 289 4074
E-mail: staff_nmac@radix.net

Dr. T. Syversen
Norwegian University of Science and
Technology
Faculty of Medicine
Department of Pharmacology and Toxicology
Medisinsk Teknisk Senter
N-7005 Trondheim
Norway
Tel: (47 73) 59 88 48
Fax: (47 73) 59 86 55
E-mail: tore.syversen@medisin.ntnu.no

Dr. M. Wakabayashi
Tokyo Metropolitan Research Institute
for Environmental Protection
7-5 Shinsuna 1-Chome Koto-ku
Tokyo 136
Japan
Tel: (81 3) 3699 1331 (ext. 350)
Fax: (81 3) 3699-1345
E-mail: w_meiko@tokyo-eikem.go.jp

SECRETARIAT DE L'OMI

Dr. M. Nauke
IMO Technical Secretary of GESAMP
International Maritime Organization
Marine Environment Division
4, Albert Embankment
London SE1 7SR
United Kingdom
Tel: (44 171) 735 7611 or 577 3124
Fax: (44 171) 5873 210
E-mail: mnauke@imo.org

Annexe V

POUR UNE UTILISATION EFFICACE ET EN TOUTE SÉCURITÉ DES PRODUITS CHIMIQUES DANS L'AQUICULTURE CÔTIÈRE

Résumé du rapport du Groupe de travail sur les effets de l'aquiculture côtière sur le milieu marin (Groupe de travail 31)

Les produits chimiques utilisés dans l'aquiculture côtière comprennent ceux qui sont utilisés en conjonction avec les matériaux structuraux, ceux qui sont utilisés pour le traitement de l'eau et de la terre, les agents antibactériens, d'autres substances vétérinaires, des pesticides, des additifs alimentaires, des anesthésiques et des hormones. Au fur et à mesure que l'industrie aquicole s'est développée, elle a adopté des produits chimiques qui avaient été mis au point à l'origine pour être utilisés dans d'autres secteurs industriels, notamment l'agriculture et l'élevage de bétail. Par conséquent, de nombreux produits chimiques, dont il est fait couramment usage à présent dans l'aquiculture, n'ont jamais été soumis à une évaluation adéquate en ce qui concerne leur utilisation dans un milieu aquatique et, plus particulièrement, dans les eaux côtières. Le présent rapport a pour objectif général de donner un aperçu de l'utilisation, qui est faite au niveau mondial, de produits chimiques dans l'aquiculture côtière, et des conséquences potentielles pour l'environnement et la santé de l'homme découlant de leur utilisation, en vue de promouvoir : (i) la protection des milieux côtiers ; (ii) la protection de la santé de l'homme ; et (iii) la pérennité du secteur aquicole.

Les produits chimiques utilisés mondialement dans l'aquiculture y sont identifiés et pour chacun d'entre eux le rapport fournit un bref résumé des renseignements, lorsqu'ils sont disponibles, sur les buts de leur utilisation, des données qualitatives sur l'ampleur de leur utilisation, le secteur industriel ou le lieu géographique dans lequel ils sont le plus utilisés, ainsi que du potentiel d'incidences sur l'environnement et la santé de l'homme. Les problèmes d'ordre écologique que pose leur utilisation sont examinés. Par exemple, leur persistance dans l'environnement est susceptible d'être un critère important pour prévoir le devenir et les effets, mais dépend dans une large mesure du produit chimique spécifique et des conditions écologiques locales. Les résidus de certains agents antibactériens se trouvant dans des organismes non cultivés ont été étudiés. La toxicité pour les espèces non ciblées peut être un aspect préoccupant de l'utilisation de certains pesticides dans l'aquiculture. La stimulation de la résistance de micro-organismes vivant dans le milieu aquatique est un risque potentiel lié à l'utilisation d'agents antibactériens.

Certains produits chimiques aquicoles, en particulier, les pesticides (p. ex., organophosphatés) et certaines substances vétérinaires peuvent mettre en jeu la santé des aquiculteurs. La prise des précautions d'usage en matière de santé et de sécurité pourra diminuer de tels risques, mais il est essentiel que les employeurs et les employés observent ces précautions. Des résidus dans les aliments marins peuvent présenter un risque potentiel pour les consommateurs causé par la manifestation d'une hypersensibilité aux résidus d'une substance ou l'apparition d'une microflore intestinale résistant aux agents antibactériens.

L'utilisation de produits chimiques peut créer des problèmes à l'industrie aquicole, y compris (i) des difficultés commerciales au niveau international occasionnées par des programmes de surveillance et de contrôle de résidus vétérinaires ; (ii) une éventuelle perte d'efficacité provoquée par une utilisation prophylactique de produits antibactériens ; (iii) des difficultés relatives au traitement des effluents ; et (iv) l'insuffisance de solutions de rechange à la chimiothérapie dans le domaine aquicole. Ces problèmes entre autres sont examinés et des solutions possibles sont envisagées.

En règle générale, les produits chimiques utilisés à l'heure actuelle dans l'aquiculture peuvent être regroupés en trois catégories. La première englobe les produits chimiques aquicoles qui sont de par leur nature très dangereux, et, de ce fait, leur utilisation devrait être restreinte. Cette catégorie comprend le chloramphénicol, les mollusquicides organostanniques, la malachite verte et éventuellement certains organophosphates. La seconde catégorie comprend les produits chimiques qui peuvent être utilisés en toute sécurité si les précautions d'usage sont observées, mais présentent une menace pour l'environnement et/ou la santé de l'homme s'ils sont employés improprement. Des doses excessives, ne pas prévoir le nécessaire pour leur neutralisation ou dilution avant de les rejeter, ou ne pas porter le matériel de protection personnel adéquat sont parmi les facteurs qui peuvent rendre dangereux l'utilisation normalement acceptable d'un produit chimique. La troisième et dernière catégorie est composée des produits chimiques qui sont normalement bénins pour l'environnement dans la plupart des situations, mais qui sont néfastes pour des sites spécifiques en raison des caractéristiques particulières de ceux-ci. Le choix d'un emplacement approprié pour l'exploitation aquicole peut réduire substantiellement un bon nombre des effets sur l'environnement de l'aquiculture ainsi que l'impact des produits chimiques.

L'évaluation des risques que comportent les produits chimiques aquicoles est difficile faute de données quantitatives sur leur utilisation. La plupart des pays ne disposent d'aucune donnée sur les quantités de produits chimiques utilisés dans l'aquiculture à l'intérieur de leurs frontières. Les fabricants de produits chimiques ne communiquent pas ces informations et, dans bien des cas, il est probable qu'ils ignorent l'utilisation finale qui est faite de leurs produits. Il y a également insuffisamment de données de terrain pouvant servir à quantifier le risque, telles que les concentrations en produits chimiques des effluents ou les réactions biologiques dans les eaux réceptrices. En particulier, de telles données sont extrêmement limitées en ce qui concerne les eaux tropicales et, en fait, la plupart des informations sur les produits chimiques aquicoles (p. ex, leur efficacité, leur métabolisme et leur devenir dans l'environnement) ont été collationnées sous des climats tempérés. On ignore si ces données peuvent être appliquées à des latitudes plus au sud où la température, les caractéristiques du sol et les attributs propres des principales espèces élevées font que toute extrapolation à partir de données recueillies dans des zones tempérées est des plus précaires.

Le rapport contient des recommandations visant à assurer une utilisation efficace et en toute sécurité de substances chimiothérapeutiques et de pesticides dans l'aquiculture côtière. Si la considération prépondérante est de minimiser l'utilisation de ces produits chimiques, l'on ne peut nier le fait que l'utilisation de produits chimiques aquicoles est essentielle. Les autorités gouvernementales, les industries aquicoles et pharmaceutiques et la communauté scientifique ont tous un rôle important à jouer afin de garantir qu'une telle utilisation sera cohérente avec la protection de la qualité de l'environnement et de la santé de l'homme. En particulier, il faut mettre en place des dispositifs réglementaires (et les faire respecter) pour l'enregistrement et le contrôle de l'utilisation de produits chimiques aquicoles de manière à protéger la santé de l'homme, le milieu naturel et la pérennité de l'industrie aquicole.

Mandat du Groupe de travail 31

A la vingt-troisième session du GESAMP, il a été recommandé que le Groupe de travail 31 accomplisse les tâches suivantes :

1. élaborer à partir de données scientifiques, des prescriptions et des procédures en matière de surveillance des polluants dus à l'aquiculture dans la perspective d'évaluer la capacité de l'environnement à accueillir les exploitations aquicoles existantes ou prévues ;
2. établir une documentation portant sur l'examen et les directives concernant l'utilisation en toute sécurité de produits chimiques dans l'aquiculture côtière (*sujet traité dans la présente étude*) ; et

3. **examiner les concepts et l'expérience acquise ayant trait à l'intégration de l'aquiculture dans les systèmes de gestion des zones côtières.**

Membres du Groupe de travail

Celia Lavilla-Pitogo
Erlinda Cruz-Lacierda
Jurgene Primavera
Southeast Asian fisheries Development Center
(SEAFDEC)
Aquaculture Department Tigbauan
P.O. Box 256
5021 Tighauan, Iloilo
The Philippines
Tel: (63-33) 335 1009
Fax: (63-33) 335 1008
E-mail: seafdec@mozcom.com

Mali Boonyaratpalin
Feed Quality Control and Development
Division
Department of Fisheries, Ministry of
Agriculture
and Cooperatives
Kasetsart University, Ladyao, Jatujak
Bangkok 10900
Thailand
Tel: (66 2) 579 9525
Fax: (66 2) 562 0513
E-mail: oapct@ku.ac.th (with Apichart
Termvidchakorn)

Valerie Inglis
Institute of Aquaculture
University of Stirling
Stirling FK 9 4 LA
Scotland
United Kingdom
Tel: (44-1786) 467 910
Fax: (44 1786) 472 133
E-mail: vbmi2@stir.ac.uk

Palarp Sinhaseni
Dept. of Pharmacology
Faculty of Pharmaceutical Sciences
Chulalongkorn University
Phrayathai Rd.
Bangkok 10330
Thailand
Tel: (66 2) 251 1900-2 ext. 164
Fax: (66-2) 255 82273020
E-mail: fphapsh@chulkn.car.chula.ac.th

Don P. Weston (Chairman)
University of California, Berkeley
EEHSL
1301 South 46th Street
Richmond CA 94804-4603
United States of America
Tel: (1-510) 231 5626
Fax: (1-510) 643 6264
E-mail: dweston@uclink.berkeley.edu

David J. Alderman
Centre for Environment, Fisheries and
Aquaculture
Science
Fish Diseases Laboratory
Barrack Road
The Nothe
Weymouth, Dorset DT4 8UB
United Kingdom
Tel: (44-1305) 206 600 (direct: 206
641)
Fax: (44-1305) 206 601
E-mail: d.j.alderman@cefasc.co.uk

Ewen Mclean
Biotechnology Laboratory
Aquaculture Section
Aalborg University
solingardsholmsvej 57
DK-9000 Aalborg
Denmark
Tel: (45-98) 158 522
Fax: (45-98) 142 555
E-mail: i5em@civil.auc.dk

Uwe Barg (Technical Secretary)
Fishery Resources Division
FAO
Viale delle Terme di Caracall
00100 Rome
Italy
Tel: (39-6) 5225 3454
Fax: (39 6) 5225 3020
E-mail: uwe.barg@fao.org.org

Annexe VI

STOCKAGE DE CO₂ DANS LES GRANDS FONDS

Résumé

Une des propositions visant à ralentir le réchauffement de la planète attribué à l'accumulation de dioxyde de carbone dans l'atmosphère consiste à injecter directement dans les grands fonds marins du CO₂ émanant de combustibles fossiles. En substance, ce procédé est destiné à contourner en quelque sorte le phénomène naturel qu'est l'absorption graduelle du CO₂ se trouvant dans l'atmosphère par l'océan et, par voie de conséquence, à accélérer l'établissement de l'équilibre à long terme entre l'atmosphère et l'océan.

Le présent document a pour objet d'exposer les fondements scientifiques et techniques sur lesquels repose cette proposition et de résumer l'état des connaissances en ce qui concerne sa faisabilité et les conséquences qu'entraînerait son application. Il a été établi à partir d'un examen des plus récentes études dans plusieurs domaines en rapport direct avec le mécanisme de stockage, ou d'injection, dans les grands fonds marins réalisées, pour la plupart, dans le cadre du Programme de recherche et de développement sur les gaz à effet de serre de l'Agence internationale pour l'énergie.

Cet examen a permis de tirer les conclusions suivantes :

- pour que la proposition soit une option viable en matière de lutte contre le réchauffement de la planète, il faudrait qu'une large proportion des émissions futures de dioxyde de carbone provenant des centrales électriques à combustible fossile soit captée et évacuée dans les grands fonds marins;
- les principales lacunes sur le plan scientifique qu'il faudrait combler pour en évaluer la faisabilité et l'acceptabilité comprennent :
- la période de rétention (temps de séjour) du CO₂ injecté dans les grands fonds; et
- les conséquences de l'injection du dioxyde de carbone pour les conditions biologiques, géochimiques et physiques de l'océan, notamment les effets sur les ressources vivantes de la mer;
- il existe des entraves sur le plan juridique aux options possibles en matière d'injection de dioxyde de carbone dans les grands fonds;
- l'acceptabilité sociale et politique du procédé envisagé dépendra principalement d'une démonstration sans ambiguïté que le réchauffement de la planète est imputable aux émissions de dioxyde de carbone dues aux activités humaines;
- en fin de compte, pour autant que la condition précédente soit satisfaite, l'acceptabilité sociale et politique du stockage de CO₂ dans les grands fonds marins dépendra d'une démonstration préalable que les avantages réels sont plus importants que les inconvénients, en tenant particulièrement compte des facteurs économiques et écologiques.

Généralités

Lors de la vingt-sixième session du GESAMP, un groupe travaillant par correspondance avait été créé en vue d'examiner l'état actuel des recherches relatives à la proposition de stocker du CO₂ émanant

de combustible fossile dans les grands fonds marins, et ce, afin de réduire les rejets directs de CO₂ dans l'atmosphère. Le Groupe avait été chargé de :

- décrire les propositions visant à stocker le CO₂ dans l'océan;
- évaluer l'état actuel des connaissances en ce qui concerne les conséquences et les effets d'un tel stockage;
- identifier les principales inconnues et incertitudes scientifiques relatives à l'évaluation des conséquences; et
- recommander au GESAMP d'éventuelles mesures à prendre.

Le Groupe avait été chargé de faire rapport à la vingt-septième session du GESAMP en 1997. Le présent document constitue le rapport du Groupe travaillant par correspondance.

Introduction

Il y a relativement peu d'options pour prévenir l'accumulation du CO₂ dans l'atmosphère : une plus grande dépendance sur l'énergie nucléaire, un plus grand recours à la conversion d'énergie solaire, éolienne, géothermique, hydroélectrique, d'énergie des vagues, d'énergie thermique des océans ou à d'autres sources d'énergie renouvelable ; une efficacité accrue de l'utilisation des carburants fossiles; et le captage du CO₂ des effluents gazeux produits par la combustion de carburants fossiles et sa rétention ultérieure dans des lieux de stockage.

Le captage et l'injection de CO₂ dans les grands fonds marins ont été proposés en tant que moyen permettant d'atténuer le réchauffement de la planète imputable à l'accroissement des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère. En substance, le procédé d'injection de CO₂ dans l'océan constitue un mécanisme permettant d'évacuer le CO₂ émanant de la combustion de carburants fossiles directement dans les grands fonds marins, et par conséquent, de réduire les rejets directs dans l'atmosphère en accélérant le processus visant à établir un équilibre entre l'atmosphère et l'océan. Ce procédé peut être considéré comme une accélération du processus naturel mais lent qu'est le transfert du CO₂ de l'atmosphère vers les grands fonds marins qui se produit à une vitesse estimée à 2 Gt C par an.

Ce procédé d'injection de CO₂ dans les grands fonds marins (en vue de son stockage), ainsi que d'autres options en matière de stockage de CO₂, fait l'objet d'une évaluation dans le cadre du Programme de recherche et de développement sur les gaz à effet de serre de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) avec le soutien de quinze pays et le parrainage de plusieurs sociétés industrielles. Il est volontiers admis au sein de ce Programme qu'avant de procéder à un tel stockage à grande échelle dans les grands fonds marins, il faudra acquérir une compréhension complète de facteurs chimiques, biologiques et océanographiques complexes. Il est axiomatique que, si l'on veut que ce moyen d'atténuer le réchauffement planétaire soit efficace, le CO₂ injecté dans l'océan devrait y rester pour des périodes comparables à la longévité des sources de carburant fossile (>200 ans) et non pas retourner dans l'atmosphère dans un laps de temps d'un certain nombre de décennies. Ce qui signifie que l'injection devrait être faite au-dessous de la thermocline principale des bassins océaniques profonds sous une forme rapidement assimilable à ces profondeurs. En outre, pour que l'option soit efficace, l'injection dans l'océan devrait comprendre une proportion importante de l'ensemble des émissions mondiales de CO₂ émanant de la combustion de carburants fossiles sur un laps de temps considérable, d'au moins plusieurs décennies. D'autres options évaluées dans le cadre du Programme de recherche et de développement sur les gaz à effet de serre de l'AIE sont le stockage à grande échelle de CO₂ dans des aquifères et des puits de gaz ou de pétrole épuisés et la mise en valeur de puits naturels de CO₂.

La formule consistant à rejeter du CO₂ dans les grands fonds marins pose plusieurs problèmes pratiques, mais les deux principales préoccupations sont le laps de temps nécessaire à son retour dans l'atmosphère et son impact sur le milieu marin. Par conséquent, dans le cadre du Programme de recherche et développement sur les gaz à effet de serre de l'AIE, les principales questions scientifiques et techniques, ci-après, essentielles à l'évaluation de la faisabilité de cette option sont examinées :

- faisabilité du captage, de la collection, du transport et de l'injection du CO₂ émanant de carburant fossile;
- temps de séjour du CO₂ injecté dans l'océan ; et
- effets biologiques y relatifs.

Le Programme de l'AIE a consacré une série de quatre ateliers internationaux à l'examen des principales questions scientifiques et des principaux problèmes de mise en œuvre, y compris la légalité et l'acceptation par le public de ce concept. Bien qu'il sera fait mention de questions d'ordre juridique, le présent rapport porte essentiellement sur des questions d'ordre scientifique. L'exposé ci-après de ce concept dans son ensemble comporte nécessairement des points qui ne sont pas du ressort du GESAMP. C'est pourquoi après avoir brossé un tableau général de la globalité du concept de l'injection de CO₂ dans les grands fonds, l'accent sera mis sur des questions intéressant directement le GESAMP.

Le concept et son application éventuelle

D'une manière générale, cette option consiste en une séquence d'étapes allant de la récupération du CO₂ des effluents gazeux provenant de la combustion de combustible fossile jusqu'à son injection dans l'océan. Chacune des principales étapes et leurs options secondaires font l'objet d'un résumé ci-dessous fondé essentiellement sur l'œuvre de Herzog et autres (1991) en la matière.

Captage du CO₂

Il existe un certain nombre d'options pour le captage du CO₂ provenant des effluents gazeux de centrales électriques au charbon. Celles qui ont fait l'objet d'un examen plus ou moins détaillé sont les suivantes :

- a) *Séparation d'air/recyclage des effluents gazeux* : l'oxygène est séparé de l'air dans une usine de prétraitement. Du charbon pulvérisé est brûlé dans une atmosphère composée d'oxygène et d'effluents gazeux recyclés. Une partie des effluents gazeux est recyclée dans le four afin de maintenir les taux de transfert thermique originaux entre les composantes de la chaudière. La vapeur d'eau est séparée du CO₂ par condensation et absorption dans un déshydratant recyclable (triéthylène glycol).
- b) *Lavage des effluents gazeux à l'aide d'un solvant recyclable* : le CO₂ est épuré des effluents gazeux à l'aide d'un solvant, la monoéthanolamine. Le solvant est extrait du CO₂ dans une étape de régénération et recyclé.
- c) *Fractionnement cryophile du CO₂ des effluents gazeux* : le CO₂ est séparé des autres effluents gazeux par absorption et distillation au cours d'un procédé multiphasique cryophile.
- d) *Récupération du CO₂ par un processus de diffusion membranaire sélectif* : le CO₂ contenu dans les effluents gazeux est séparé des autres gaz par des membranes polymères.

- e) *Extraction du CO₂ des gaz de cheminée à l'aide d'eau de mer* : le CO₂ contenu dans les effluents gazeux est absorbé directement par l'eau de mer à une pression atmosphérique ou supérieure.

Le procédé nécessitant le moins d'énergie supplémentaire est celui de la séparation d'air/recyclage des effluents gazeux qui permet de récupérer pratiquement tout le CO₂ des gaz de cheminée. Ce procédé nécessite environ 30% du contenu énergétique total du charbon et réduit l'efficacité thermique d'une centrale électrique typique d'à peu près 35% à 25%. En outre, les frais fixes que nécessitent les installations de séparation d'air/recyclage des effluents gazeux d'une centrale électrique typique produisant 500 MW(e) sont de l'ordre de \$250 000. Pour des raisons techniques, l'extraction du CO₂ à l'aide d'eau de mer est un procédé qui ne pourrait être appliqué qu'aux centrales électriques côtières et il exige tellement de frais et d'énergie qu'il a été exclu en tant qu'option viable par Herzog et coll. (1991). Toutes les autres options impliquent de fortes demandes énergétiques et réduisent l'efficacité thermique des centrales électriques à moins de 20%.

Transport au(x) site(s) de stockage

Le CO₂ capté devrait ensuite être mis sous une forme permettant son transport dans un quelconque site de stockage tel qu'un dépôt continental profond ou un lieu en vue de son injection dans les grands fonds marins. S'agissant d'autres options, le CO₂ récupéré peut être mis sous forme gazeuse, liquide ou solide. Toutefois, si l'on tient compte des coûts qu'entraîne la liquéfaction [frais fixes : \$70M (\$1,6/t CO₂) ; frais d'exploitation : 80kWh/t CO₂ (\$4/t CO₂) pour une centrale produisant 500MW(e)] par rapport aux coûts qu'entraîne la solidification [frais fixes : \$188M (\$4,3/t CO₂) ; frais d'exploitation : 166kWh/t CO₂ (\$8,3/t CO₂) pour une centrale produisant 500MW(e)] et des frais de transport liés à l'injection dans l'océan, il ressort que la forme liquide est la plus économique [frais de transport < \$10/t CO₂/1000 km] (Ormerod, 1995). Il est possible de transporter le CO₂ par pipeline ou dans des conteneurs pressurisés à partir de diverses centrales jusqu'à des lieux d'emmagasinage appropriés pour l'injection en mer, mais un ensemble de facteurs géographiques et économiques seraient déterminants dans le choix de divers modes de transport pour une centrale électrique donnée. Dans le cadre du Programme de l'AIE, d'autres moyens d'utiliser le CO₂, tels que son utilisation dans la production de substances chimiques, l'amélioration de la récupération d'hydrocarbures ainsi que la fixation biologique directe ou indirecte (Riemer, 1994) sont en cours d'examen mais ces options ne sont pas traitées dans le présent document.

Stockage du CO₂ capté

Il existe de nombreuses façons de stocker le CO₂ capté. Ces options sont notamment : l'évacuation dans de profonds aquifères terrestres; l'évacuation dans des réservoirs de pétrole ou de gaz épuisés; l'évacuation dans un dépôt terrestre isolé et l'injection dans l'océan. Il est évident que la capacité de stockage des océans est plus grande que tout autre éventuel réservoir. Seule l'option du stockage dans l'océan fait l'objet de la présente analyse.

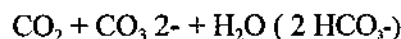
Injection de CO₂ dans les grands fonds marins

Il existe deux principales méthodes d'injection de CO₂ dans le milieu marin : injecter en profondeur du CO₂ liquide dans l'eau de mer ; ou bien confiner du CO₂ sous la forme de liquide, de solide ou d'hydrate sur le sol ou dans le sous-sol marin. De surcroît, il y a deux modes d'injection : le rejet à l'aide de pipelines partant des côtes et traversant le plateau continental ; ou bien l'évacuation en mer par des navires. La liste des options spécifiques a été dressée par Haugan et Drange (1995) comme suit :

- Évacuation sous forme solide (glace carbonique). Des blocs de glace carbonique rejetés (par exemple d'un navire) vont couler vers le fond marin en se dissolvant partiellement dans la colonne d'eau, puis continueront à se dissoudre sur le fond marin.

- Évacuation de CO₂ liquide à une profondeur où sa densité est supérieure à celle de l'eau de mer (3000 m). Si cette profondeur correspond au fond marin, le CO₂ devrait remplir les dépressions topographiques et se dissoudre lentement en formant une couche mince d'hydrate (CO₂ d'insertion) dans l'eau de mer se trouvant au-dessus.
- Évacuation de CO₂ sous la forme d'un dépôt d'hydrate sur le sol sous-marin.
- Injection de CO₂ à des profondeurs intermédiaires (1500 m) où le CO₂ pur est moins dense que l'eau de mer, produisant un panache de gouttelettes ou de bulles ascendantes dont la dissolution finale a lieu à la profondeur d'injection ou dans les profondeurs avoisinantes.
- Injection de CO₂ à des profondeurs intermédiaires faisant que l'augmentation de la densité de l'eau de mer due à son enrichissement en CO₂ devient assez importante pour créer un courant gravitationnel le long des zones abyssales.
- Dissolution des gaz de cheminée n'ayant subi aucune épuration directement dans l'eau de mer à la centrale électrique et transport ultérieur de l'eau enrichie vers les zones abyssales à l'aide d'une pipeline.

Les injections de dioxyde de carbone doivent être faites, comme nous l'avons vu, à des profondeurs intermédiaires ou plus grandes situées au-dessous de la thermocline principale afin de garantir une rétention d'une durée raisonnable. Dans le cas du Pacifique, les eaux des grands fonds sont sous-saturées en CO₂ et les durées de séjour dans les grands fonds sont supérieures à celles de l'Atlantique. Cependant, on trouve dans l'Atlantique une plus grande abondance de sédiments calcaires qui peuvent avoir un pouvoir tampon. Tous ces points sont en rapport avec la plus grande question scientifique relative à cette option visant à remédier au réchauffement de la planète : *quel est le temps de séjour du CO₂ injecté ?* Bacastow et Dewey (1996) ont tenté de répondre à cette question en effectuant des prédictions sur la vitesse de retour dans l'atmosphère du CO₂ séquestré après son injection dans l'océan à des profondeurs comprises entre 900 et 1500 m au large de Tokyo et de New York sur une période d'un siècle. Ces prévisions tiennent compte des conditions océaniques préindustrielles (figure 1) et post-industrielles (figure 2) mais négligent les effets des sédiments de carbonate de calcium sur la réalimentation en ions de CO₃²⁻. La différence entre les conditions préindustrielles et post-industrielles est que ces dernières tiennent compte de l'équilibration de l'océan avec les rejets de CO₂ dans l'atmosphère jusqu'à l'an 2000 et de la réaction du CO₂ assimilé par le milieu marin avec les ions de carbonate se traduisant par la création de bicarbonate :



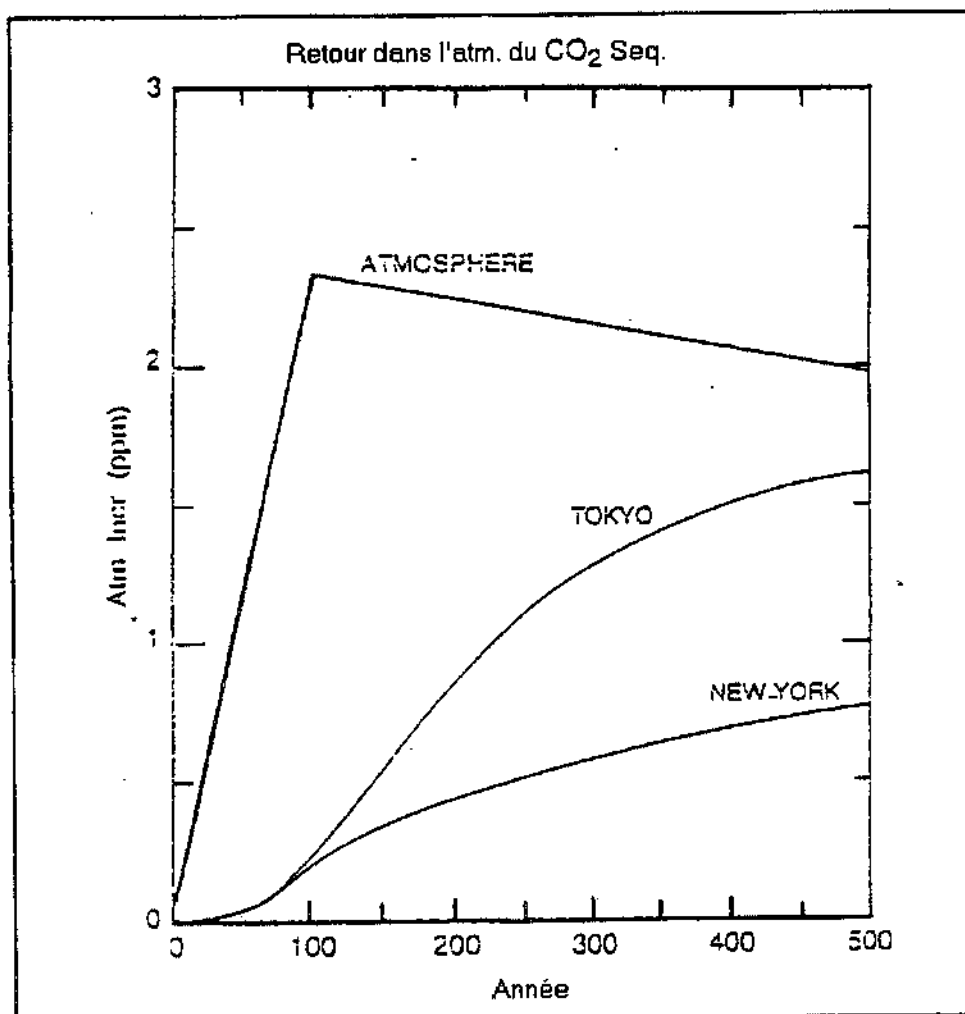


Figure 1

Retour prévu dans l'atmosphère du CO₂ séquestré pour une période de séquestration de 100 ans commençant en l'an 2000 (conditions océaniques post-industrielles) à une profondeur située entre 900 m et 1500 m dans deux sites, l'un près de Tokyo, l'autre près de New York. La courbe libellée Atmosphère indique les effets du CO₂ sur la concentration atmosphérique sans séquestration en se fondant sur un scénario de la consommation de combustible fossile par l'homme (d'après Bacastow et Dewey, 1996).

La solubilité du CO_2 dans l'eau de mer est relativement faible. Des ions de carbonate neutralisent l'accroissement de la quantité de CO_2 qui rentre dans l'océan à la suite de rejets dus à l'homme, alors que la concentration en ions de carbonate diminue, le pouvoir tampon diminue et le $p\text{CO}_2$ augmente. Ce qui a tendance à chasser le CO_2 séquestré dans l'océan. Les sédiments de carbonate ont la capacité de régénérer l'ion de carbonate mais n'ont pas été pris en considération dans les modèles utilisés pour faire ces prévisions. L'on peut se faire une idée des effets de la dissolution du carbonate de calcium à partir de la figure 3 illustrant l'augmentation de la quantité de CO_2 dans l'atmosphère avec le temps lorsque tout le CO_2 d'une centrale électrique d'une capacité de 1000 MW(e) est évacué à deux profondeurs différentes (719 m et 3300 m) (d'après Cole et coll., 1995).

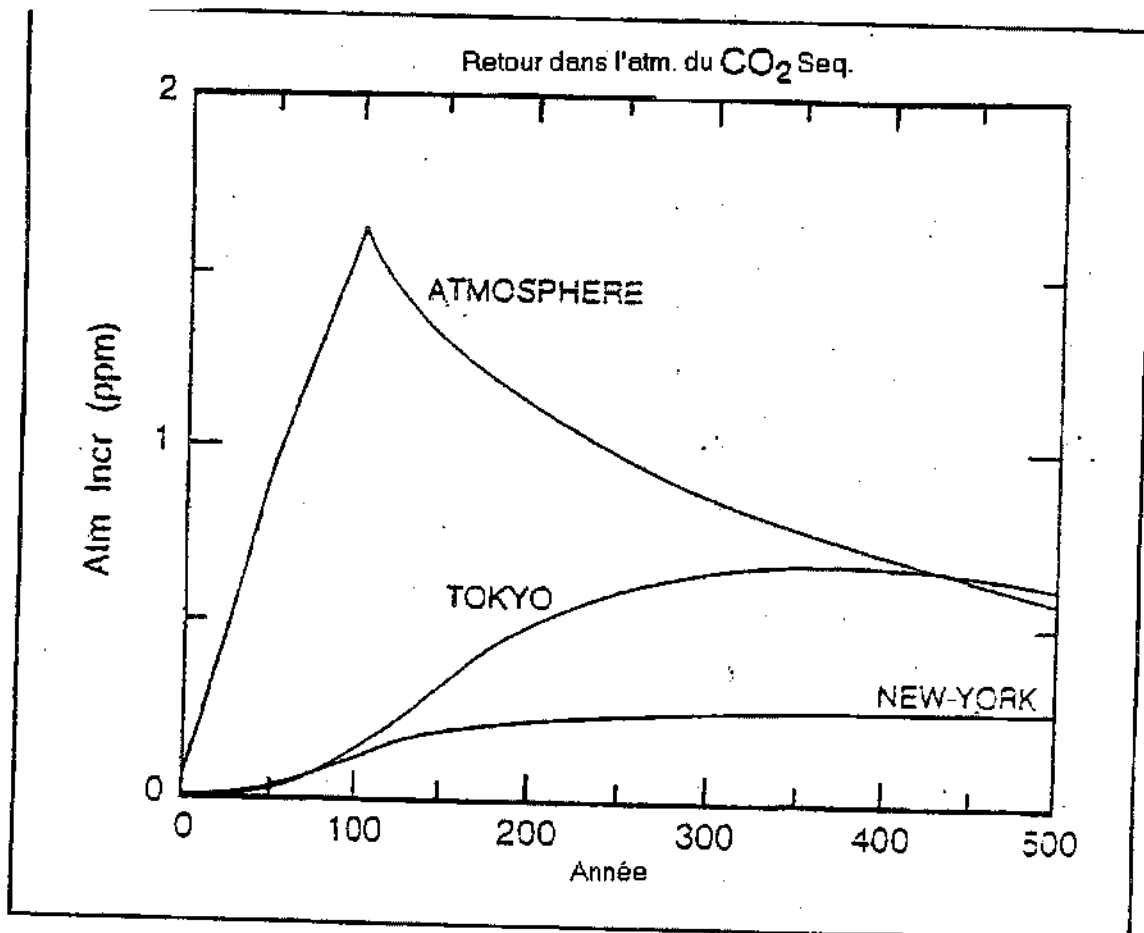


Figure 2
Retour prévu dans l'atmosphère du CO_2 séquestré pour une période de séquestration de 100 ans commençant en l'an 2000 (conditions océaniques préindustrielles) à une profondeur située entre 900 m et 1500 m dans deux sites, l'un près de Tokyo, l'autre près de New York. La courbe libellée Atmosphère indique les effets du CO_2 sur la concentration atmosphérique sans séquestration en se fondant sur un scénario de la consommation de combustible fossile par l'homme (d'après Bacastow et Dewey, 1996)

On peut apprécier l'intérêt d'injecter le CO₂ à une plus grande profondeur à la figure 4 qui illustre la fraction de CO₂ piégé dans l'océan et le temps de son séjour à des profondeurs différentes (d'après Wong et Matear, 1995). De même, on peut se rendre compte des avantages globaux que présente l'évacuation dans l'océan de grandes proportions des émissions futures de CO₂ provenant de combustibles fossiles à la figure 5 qui montre l'accroissement des quantités de CO₂ dans l'atmosphère en fonction de l'injection en profondeur de proportions différentes de CO₂ provenant de combustibles fossiles (d'après Cole et coll., 1995).

L'injection dans le milieu marin peut être effectuée à des profondeurs intermédiaires sous la forme de CO₂ liquide dont la flottabilité est positive et qui a tendance à remonter vers la surface sous la forme de gouttelettes liquides quel que soit le lieu de rejet. A de faibles débits, des bulles se forment lentement et se détachent lorsque la poussée d'Archimède est plus forte que les forces de tension en surface. A des débits modérés, le moment des fluides devient important et un jet liquide se crée à la sortie de l'orifice d'échappement. Le jet s'allonge au fur et à mesure que le débit augmente jusqu'à ce que les instabilités prédominent et le jet se désintègre en gouttelettes. A des débits très élevés, le flux s'atomise en fines gouttelettes à la sortie de l'orifice d'échappement. Etant donné les volumes importants de CO₂ susceptibles d'être produits, même par des centrales électriques prises isolément, les rejets seraient fort probablement sous la forme de jet ou d'atomisation.

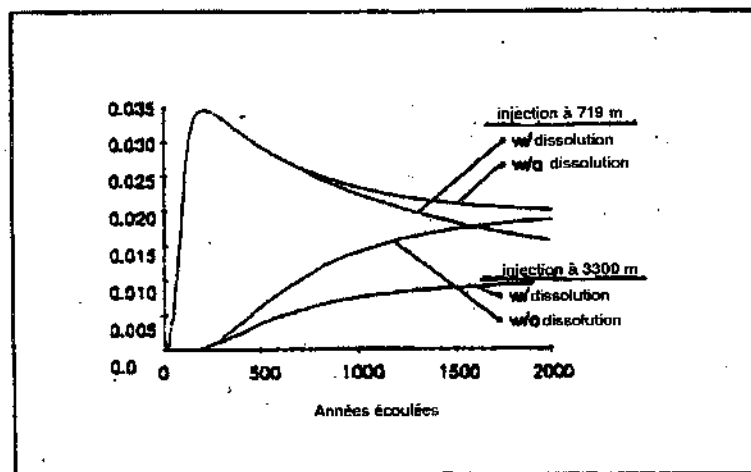


Figure 3
Augmentation de la quantité de CO₂ dans l'atmosphère en fonction du temps écoulé après l'évacuation en mer du CO₂ d'une centrale électrique d'une capacité de 1000 MW(e) à une profondeur intermédiaire et à une profondeur correspondant aux grands fonds (d'après Cole et coll., 1995)

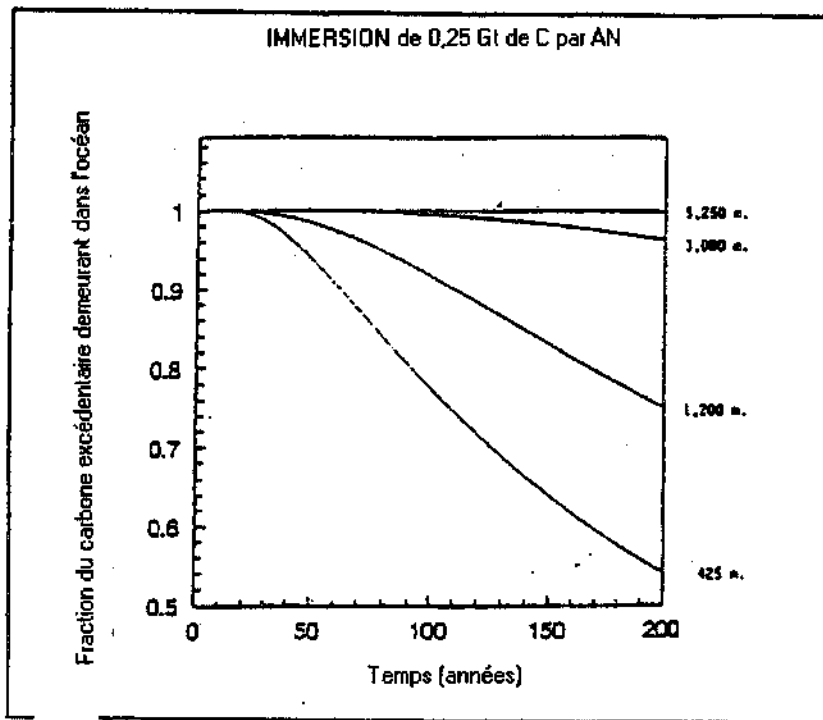


Figure 4
Fraction de CO₂ piégée dans l'océan en fonction de son temps de séjour à la suite de son injection à des profondeurs différentes (d'après Wong et Matear, 1995)

Dans les études actuelles relatives à l'évacuation de CO₂, l'accent est mis essentiellement sur l'injection de CO₂ liquide à des profondeurs intermédiaires, autant pour des raisons financières que techniques. Un résumé des options en matière d'injection de CO₂ dans l'océan se trouve dans l'ouvrage de Nakashiki et coll. (1995). L'autre méthode possible est l'évacuation de CO₂ solide qui peut être soit déversé par des navires, soit placé sur le fond marin ou dans le sous-sol marin. Cette méthode entraîne des frais plus importants car les coûts de la solidification du CO₂ et, par la suite, des mesures qu'exige son transport jusqu'au site d'immersion sont plus élevés. La densité du CO₂ solide (= 1,56 kg/dm³) étant supérieure à la densité de l'eau de mer, il peut donc couler en profondeur s'il est rejeté à la mer par des navires. La technologie actuelle ne permet pas de placer le dioxyde de carbone solidifié sur ou dans le sous-sol marin autrement que par son rejet par des navires soit sous la forme de blocs de CO₂ non emballés, soit contenu dans des récipients spécialement conçus ou des cartouches, qui peuvent pénétrer et s'enfouir effectivement dans le sous-sol marin.

Effets sur l'environnement

Les effets sur l'environnement peuvent être subdivisés en deux groupes, d'une part, ceux liés aux rejets de CO₂ dans l'eau de mer à des profondeurs intermédiaires et, d'autre part, ceux liés à l'évacuation de CO₂ liquide ou solide sur le fond marin. A ce stade, l'emplacement de manière délibérée de CO₂ dans des sédiments pélagiques ne sera pas pris en considération, car c'est une option onéreuse et ses conséquences sont susceptibles d'être partiellement les mêmes que celles qui sont imputables à l'évacuation de CO₂ solide sur le fond marin.

Selon les prévisions, l'introduction de quantités importantes de CO₂, correspondant à la quantité de CO₂ produite par une seule centrale électrique alimentée en charbon, directement dans les grands fonds marins aura pour conséquence un pH de l'eau de mer égal ou inférieur à 7 sur des dizaines de kilomètres du site d'introduction. Dans le cas de petites masses d'eau isolées, des effets de longue portée se faisant sentir à des centaines de kilomètres du site d'introduction sont également prévus. L'écosystème marin pourra être modifié pour au moins une des raisons suivantes (Ormerod et Angel, 1996) :

Un pH < 6,5 de l'eau qui perdure est létal pour de nombreux organismes marins du littoral et l'on peut supposer que les espèces pélagiques y soient encore plus sensibles. Des diminutions moins importantes mais durables du pH entraîneront des effets sublétaux sur la reproduction, la croissance, les vitesses métaboliques et la longévité. Les bactéries marines, qui sont responsables de la reminéralisation et du recyclage du carbone organique, présentent des diminutions de leurs taux de métabolisme et de prolifération à un pH de 6. Même si les organismes peuvent supporter de fortes diminutions du pH pendant d'importantes périodes de courte durée (plusieurs minutes) (Herzog et coll., 1995), d'après les connaissances limitées que l'on a relatives à la tolérance physiologique des espèces vivant dans les zones côtières, un pH entre 7,0 et 7,5 du milieu ambiant serait la limite inférieure de tolérance de certaines espèces.

Des couches d'eau ayant un faible pH, présentes dans les eaux profondes, pourraient agir comme des barrières physiologiques entravant les migrations verticales diurnes, saisonnières et ontogéniques d'organismes marins. Les migrations verticales diurnes ont lieu dans la colonne d'eau à des profondeurs allant jusqu'à 1000 m et l'écart bathymétrique de certains migrants diurnes s'étend jusqu'à une profondeur de 1600 m sur les pentes continentales.

La productivité primaire et l'activité benthique sont dans bien des cas accrues dans les environs immédiats des fractures des plateaux continentaux. Il y a aussi des zones où les ressources vivantes sont soit exploitées à l'heure actuelle, soit susceptibles de l'être dans l'avenir ; il est donc plus probable que le rejet de CO₂ perturbe les processus environnementaux et porte atteinte à l'exploitation des ressources vivantes dans de telles régions qu'en haute mer au loin des zones continentales.

Les organismes benthiques des grands fonds, ayant évolué dans des milieux qui sont extrêmement stables sur le plan chimique, ne sont guère susceptibles de tolérer des fluctuations anormales des caractéristiques chimiques de leur milieu naturel ou d'y résister. Toutefois, de récents travaux ont montré une plus grande tolérance à l'éventail naturel de perturbations (par exemple, à une perturbation mécanique, à des variations saisonnières de la production de carbone et, dans certaines régions, à d'importantes agressions dues aux variations saisonnières en oxygène) que celle à laquelle on aurait pu s'attendre.

Ces incidences biologiques potentielles illustrent la nécessité de disposer de solutions techniques plus perfectionnées qui augmenteraient la dispersion du CO₂ à partir d'une source ponctuelle et entraîneraient de plus faibles diminutions du pH.

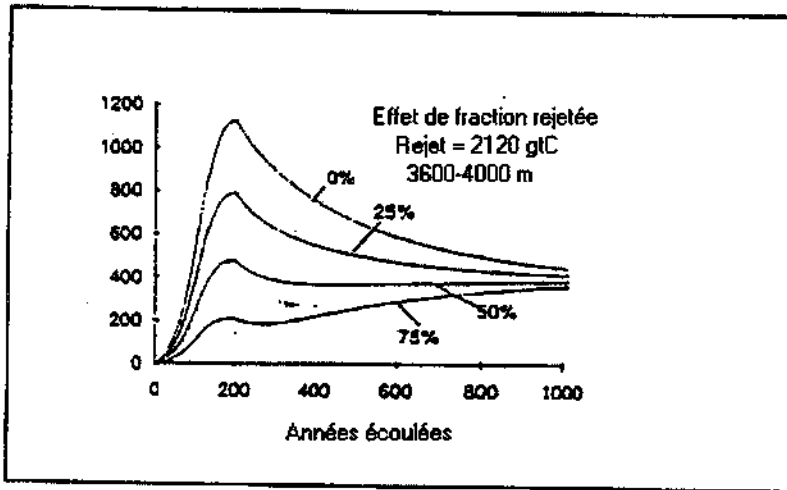
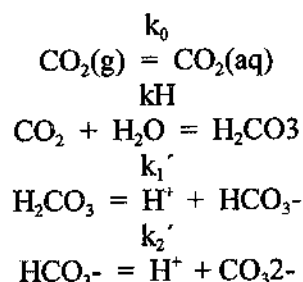


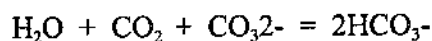
Figure 5
Augmentation du CO₂ dans l'atmosphère en fonction du temps pour des injections en profondeur de concentrations différentes de la totalité du CO₂ provenant de la combustion de combustible fossile (d'après Cole et coll., 1995)

Chimie

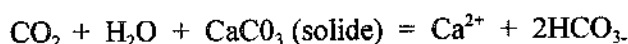
Les réactions chimiques de base qu'entraîne l'assimilation de CO₂ sont les suivantes :



où k_0 est le coefficient de solubilité du CO₂ dans l'eau de mer, k_H la constante d'hydratation, et k_1' et k_2' la première et la seconde constante apparente de dissociation de l'acide carbonique. La concentration en ions de carbonate est une mesure importante de la capacité tampon des océans. Les ions de carbonate neutralisent le CO₂ pénétrant dans l'eau de mer au travers de la réaction :



Le CO₂ est aussi neutralisé par le carbonate de calcium sous la forme de particules en suspension ou contenu dans les sédiments par la réaction :



La quantité de CaCO₃ disponible pour la neutralisation se trouvant dans l'ensemble des sédiments marins a été estimée à 4,9 GtC par Broecker et Takahashi (1977). Le CO₂ d'origine biologique est présent en grandes quantités dans l'océan Pacifique nord en raison d'une forte productivité et il a déjà consommé du CaCO₃ sédimentaire à des fins de neutralisation. La profondeur de compensation du carbonate, ou lysocline, au-dessous de laquelle l'accumulation de carbonate dans les sédiments est nulle ou quasiment nulle, qui atteint environ 5 km à l'équateur suit une pente ascendante jusqu'aux alentours des Aléoutiennes où elle se situe à environ 3 km. Par conséquent, la disponibilité du CaCO₃ varie énormément d'un océan à l'autre, atteignant 50% dans l'Atlantique, 25% dans l'océan Indien et 25% dans le Pacifique, et ce, malgré les contrastes que présentent leurs surfaces respectives.

Les phénomènes chimiques liés à l'assimilation de CO₂ comprennent un autre facteur ayant trait à la création de composés qui est en rapport direct avec la forme de l'injection de CO₂ et de ses conséquences. Il s'agit de la formation et de la stabilité d'hydrate de CO₂ solide (composé d'inclusion) en tant que CO₂·6H₂O ou de CO₂·8H₂O, sous les conditions océaniques. La figure 6 montre un segment du diagramme phasique pour le système CO₂-H₂O-Hydrate d'une composition moyenne d'hydrate de CO₂·7,3H₂O à des températures allant de -10°C à +12°C et à des pressions allant de 8 à 50 atmosphères (ca. 80 - 500 m de profondeur) d'après Uchida et coll. (1995).

En admettant que la température des grands fonds est comprise dans la fourchette de 0° à 4°C, la présence d'hydrate de CO₂ deviendrait importante à des profondeurs supérieures à 12 à 20 atmosphères ou approximativement 100 à 200 mètres. A l'évidence, l'hydrate de CO₂ se forme autour des gouttelettes de CO₂ liquide à des profondeurs de 500 m (Honda et coll., 1995) et agit comme une couche interfaciale entre les gouttelettes de CO₂ liquide et l'eau de mer à des profondeurs plus grandes, ralentissant ainsi la vitesse d'assimilation du CO₂. Néanmoins, son existence en tant qu'interface est transitoire et, de ce fait, n'est guère préoccupante sur le plan des effets à grande échelle. S'agissant de l'évacuation de CO₂ liquide ou solide à des profondeurs benthiques des principaux bassins océaniques, où l'hydrate de CO₂ est plus susceptible d'être stable, ses effets (physiques, chimiques et biologiques) devront faire l'objet d'un examen

plus circonstancié. L'hydrate de CO₂ solide est plus dense (= 1,13 kg/dm³) que le CO₂ liquide (= 0,857 kg/dm³) et l'eau de mer et peut donc couler jusqu'au fond de l'océan. Quant à l'injection de CO₂ liquide ou solide à des profondeurs extrêmes, la stabilité et la durée de vie de l'hydrate de CO₂ dans les conditions benthiques de l'océan sont des facteurs méconnus et préoccupants. Selon Shindo et coll. (1995) qui ont étudié la formation et la stabilité de l'hydrate de CO₂, il semble que la formation d'hydrate commence lentement dans un mélange d'eau et de CO₂ gazeux à haute pression mais que l'hydrate de CO₂ se forme rapidement et est stable en présence de CO₂ liquide. Par conséquent, l'on suppose que la formation d'hydrate se produit principalement dans le CO₂ liquide, et non pas dans l'eau. L'hydrate de CO₂ recouvre le CO₂ liquide et entrave sa dissolution dans l'eau. Ce qui signifie qu'en l'absence de CO₂ liquide, il n'y a pas de formation d'hydrate de CO₂. En conséquence, même si les diagrammes phasiques établis par Uchida et coll. (1995) et Wadsley (1995) montrent qu'à des régimes de haute pression et de basse température positive, le CO₂ coexistera sous les formes de liquide, d'hydrate et de gaz, il est peu probable que l'hydrate perdure bien au-delà de la durée de vie du CO₂ liquide. Wadsley (1995) a également envisagé la possibilité de la formation de gypse solide (CaSO₄·nH₂O) et de carbonate de sodium hydrogéné solide (NaHCO₃).

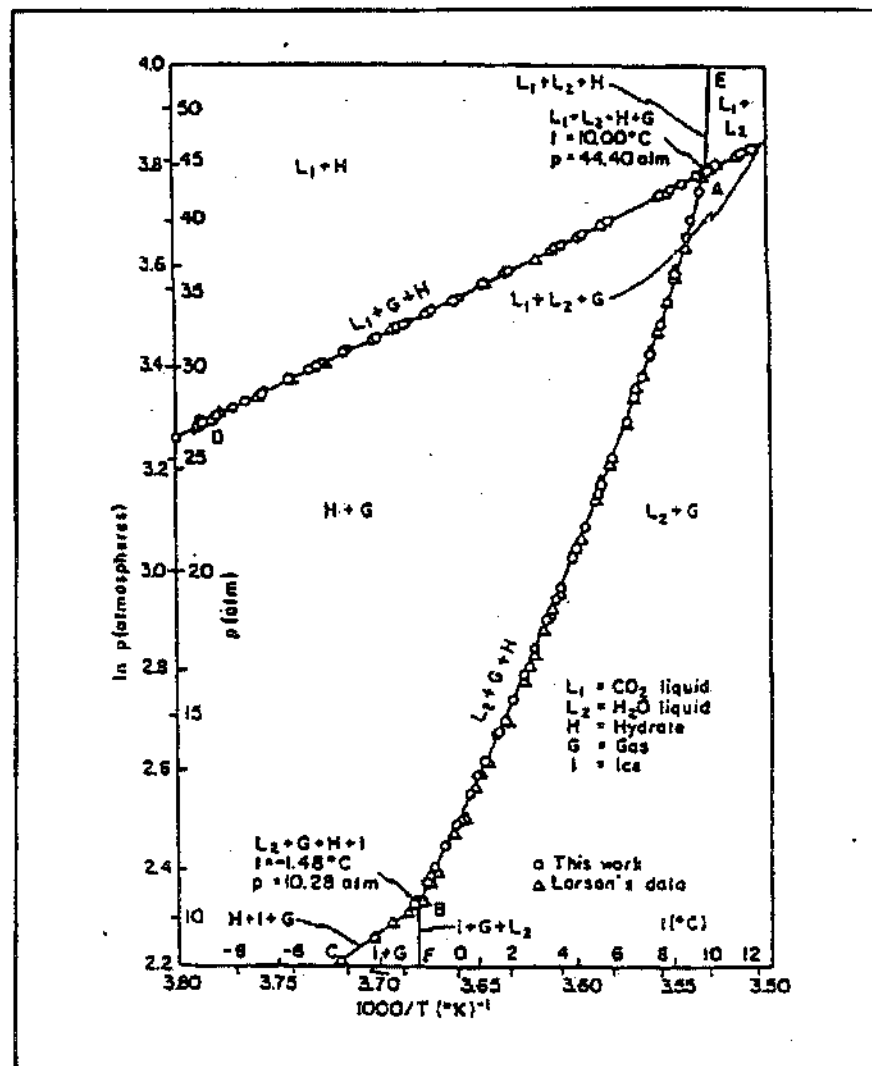


Figure 6
 Diagramme phasique du système du CO₂-H₂O-Hydrate comprenant le CO₂, nH₂O (n = 7,3)
 établi à partir d'expériences (d'après Uchida et coll., 1995)

Injection de CO₂ liquide dans l'eau de mer à une profondeur intermédiaire (ca. 1000 m)

Pour ce cas de figure, on peut supposer qu'il est peu probable que la formation d'hydrate de CO₂ soit un problème persistant, même si elle peut avoir lieu en tant que phénomène transitoire à la surface de bulles liquides se détachant d'un jet turbulent de CO₂ liquide. L'aspect le plus préoccupant est en rapport avec la diminution du pH pendant la neutralisation du CO₂ injecté sous la forme de CO₂ liquide dans l'eau de mer à une profondeur intermédiaire à partir, par exemple, d'un pipeline. D'un point de vue physique l'on peut envisager deux scénarios : un rejet non confiné à des profondeurs entre 500 et 1000 m formant un panache de gouttelettes (jet turbulent à débit élevé) ; et un rejet confiné (dans un réservoir de mélange qui crée un mélange liquide dense comme décrit par Adams et coll., (1995) entre 500 et 1000 m sous la forme d'un panache dense coulant vers le fond. Ces deux scénarios ont été étudiés par Auerbach et coll.,

(1996) pour des rejets de CO₂ provenant d'une seule centrale électrique d'une capacité de 500 MW(e) et de 10 centrales identiques. Une bonne partie de l'analyse qui suit est tirée de cet ouvrage. La table 1 ci-après présente les résultats de la modélisation de tels rejets afin de déterminer l'étendue et l'ordre de grandeur de la réduction du pH dans les eaux réceptrices. L'étendue du panache créé par le rejet non confiné provenant d'une seule centrale est illustrée à la figure 7 sous la forme d'un diagramme représentant l'ampleur de la réduction du pH.

Table 1

Résumé des rejets modélisés (d'après Auerbach et coll., 1996)

Scénario	Masse d'eau dont le pH < 7 km ₃	Distance d'un pH = 7 km	pH minimum (après dissolution)	pH minimum (régime de diffusion)
panache de gouttelettes				
1 centrale	1,8	23	5,5	6,0
10 centrales	130	60	5,5	6,0
panache dense				
1 centrale	7,2	95	4,0	5,7
10 centrales	510	690	4,0	5,5

Ayant déterminé l'échelle des modifications du pH, il est nécessaire d'examiner les effets probables sur le biote du milieu. La sensibilité de zooplanctons et de benthos différents a été classifiée par Auerbach et coll., (1996) et utilisée pour établir les taux de mortalité d'organismes passifs en fonction du pH et de la durée d'exposition (figure 8). À l'évidence, pour les organismes non mobiles pris dans le panache pour des périodes de plus de 100 heures approximativement, un pH < 6 correspond essentiellement à un taux de mortalité de 100% et un pH < 6,3 entraîne un taux de mortalité de 50%. Néanmoins, la modélisation du champ d'exposition des organismes passifs au rejet non confiné et au rejet confiné, s'agissant de l'injection du CO₂ produit par une seule centrale électrique, se traduit par des déficits de zooplancton dont la répartition est illustrée à la figure 9 pour le panache de gouttelettes dû au rejet de CO₂ liquide non confiné et à la figure 10 pour le panache dense dû au rejet de CO₂ liquide confiné.

Si le déficit en zooplancton dû à la mortalité dans le panache n'est pas important dans le scénario d'un rejet sous forme de gouttelettes, ne représentant qu'à peu près 5% de la population quel que soit l'endroit, la portée géographique des effets biologiques potentiels sur le zooplancton est considérable. Le déficit a lieu bien en aval du point d'injection du CO₂ car il y a un seuil d'exposition avant lequel il n'y a pas de mortalité. Par contre, le déficit en zooplancton dû à la mortalité dans le scénario du panache dense est important sur des échelles de longues distances (100 à 200 km dans le sens de la longueur et 1 à 2 km transversalement). Étant donné que l'effet du pH est non linéaire et se fait sentir sur la durée, un plus grand nombre d'organismes sont exposés à un pH réduit pendant de plus longues périodes dans ce scénario, l'impact est plus important que dans le cas de figure d'un panache de gouttelettes. Il convient de noter que les scénarios prévoyant dix centrales ne sont pas des multiples linéaires des scénarios prévoyant une seule centrale. L'impact relatif dépend de l'importance des taux de rejets de CO₂.

Comme mentionné ci-avant, les effets biologiques de l'injection de CO₂ suscitent d'autres préoccupations. Celles-ci comprennent les effets occasionnés par la récupération concomitante de contaminants contenus dans les gaz de cheminées, tels que l'hémioxyde d'azote, l'oxyde de soufre ainsi que de décontaminants inorganiques à l'état de trace, l'effet d'une augmentation partielle de la pression du CO₂, la dissolution de bicarbonate de calcium biogénique mort ou vif, les effets thermiques, y compris le choc thermique, et l'effet des modifications du pH sur l'activité bactériologique dans les grands fonds

marins. Mis à part la question des co-contaminants des gaz de cheminée, qui ne sont pas tolérés par les solvants utilisés pour la récupération du CO₂ et doivent donc être extraits avant la récupération du CO₂, des évaluations détaillées de ces facteurs supplémentaires de perturbation, et les connaissances biologiques et biochimiques des organismes vivant dans les grands fonds marins nécessaires pour effectuer ces dernières semblent, à ce jour, faire défaut.

Ainsi, il semblerait que le potentiel d'effets biologiques soit important sur des distances d'environ 100 km à partir du point d'injection de CO₂ liquide à des profondeurs intermédiaires, même s'il est clair que tout dépend de la taille et du nombre de diffuseurs et du taux d'injection. Évidemment, il faut encore déterminer la longévité et le sort probables de tout hydrate de CO₂ créé lors du rejet et clarifier la question de savoir si l'on peut raisonnablement supposer que les hydrates sont des éléments transitoires et sont en soi guère préoccupants.

Évacuation de CO₂ solide

Pour des raisons financières et techniques, l'évacuation de CO₂ solide (glace carbonique) semble être une option inintéressante, sauf s'il peut être évacué en mer par des navires. Toutefois, l'immersion en mer par les navires tombe sous le coup de la Convention sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets et autres matières, Convention de Londres de 1972. En 1993 les Parties contractantes à cette Convention ont adopté une interdiction d'immerger des déchets industriels (définis comme étant des "déchets résultant d'opérations de fabrication ou de transformation", mais avec une liste non exhaustive de matières n'étant pas considérées comme des déchets industriels) qui est entrée en vigueur le 1^{er} janvier 1996. Il semble donc peu probable, à moins que la Convention puisse être amendée pour permettre l'évacuation en mer de CO₂ par des navires, que tous les pays qui sont, à l'heure actuelle, Parties à la Convention, à savoir notamment tous les pays membres de l'OCDE sauf l'Autriche et la Turquie, puissent approuver une telle pratique. Il convient en outre de noter que cette conclusion s'appliquerait aussi aux déversements de CO₂ liquide par des navires ou à partir de plates-formes, qui seraient également soumis aux prescriptions de la Convention de Londres de 1972.

Néanmoins, si l'on veut que l'analyse soit complète, il convient d'envisager les effets probables de l'immersion en mer de CO₂ solide. La densité du CO₂ solide ($= 1,565 \text{ kg/dm}^3$) est telle qu'elle garantit que des blocs de grandes dimensions couleraient tout en se dissolvant dans l'eau environnante par absorption thermique. Comme mentionné ci-avant, si l'on veut s'assurer que le CO₂ solide atteigne le sous-sol marin, il faudrait utiliser des récipients dégradables ou des cartouches pouvant pénétrer dans les sédiments qui permettraient de loger des blocs de CO₂ à des profondeurs de quelques mètres au sein de sédiments pélagiques.

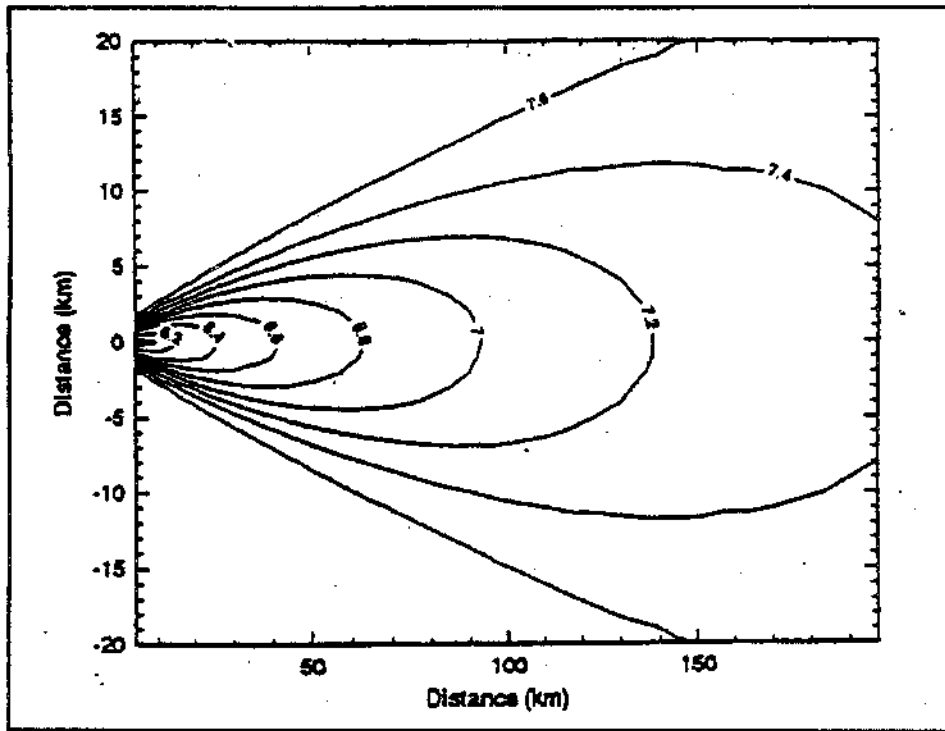


Figure 7
Distribution du pH à une profondeur de 1000 m pour le rejet du CO₂ produit par une seule centrale sous la forme d'un panache de gouttelettes dans un courant de 5 cm/s (d'après Auerbach et coll., 1996)

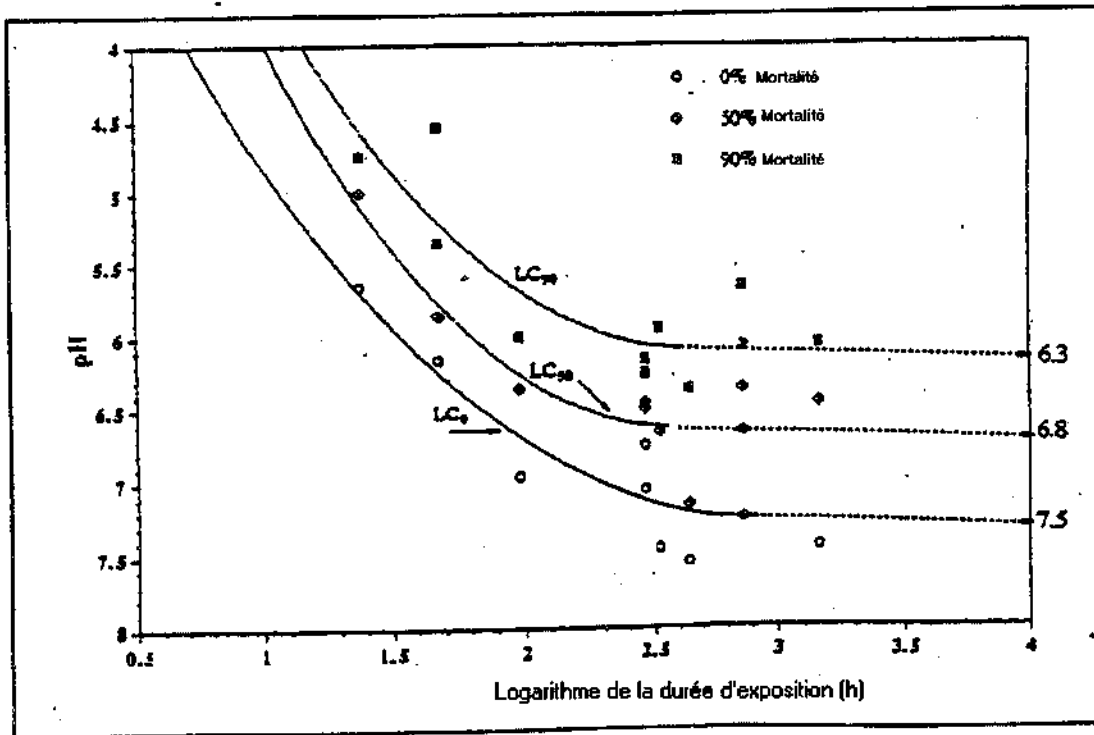


Figure 8
Mortalité en fonction d'une exposition à un pH réduit et de la durée d'exposition
(d'après Auerbach et coll., 1996)

Auerbach et coll., (1996) ont également modélisé la descente de blocs de glace carbonique non confinés rejetés en surface dans l'océan en tenant compte de vitesses de dissolution déterminées à partir d'expériences, et d'un coefficient de diffusion qui tenait compte des effets de sillage et de la turbulence ambiante dans la colonne d'eau. L'impact du rejet de la glace carbonique non confinée dans la colonne d'eau semble être minime parce que la dissolution se produit dans une large fourchette de profondeurs. Dans la modélisation effectuée par Auerbach et coll., le pH de l'eau de mer n'était jamais réduit au-dessous de 5 et la zone dans laquelle le pH était réduit au-dessous de 6 était contenue dans un rayon de 200 m autour de l'axe descendant. La modélisation du dépôt et de la dissolution de blocs de glace carbonique était fondée sur des vitesses de dissolution calculées à partir d'expériences par l'Institut central de recherches de l'industrie de l'énergie électrique du Japon (ICRIIE) (Nakashiki et coll., 1991) et sur l'utilisation d'un coefficient de diffusion qui tenait compte des effets de sillage et de la turbulence ambiante dans la colonne d'eau (Auerbach et coll., 1996). À l'issue d'une chute libre de 3000 mètres, un bloc de 3 mètres avait perdu environ la moitié de sa masse initiale (Ormerod, communication personnelle).

L'évacuation d'une proportion importante du CO₂ provenant de la combustion de combustibles fossiles par des centrales électriques directement sur le fond marin sous la forme de glace carbonique, en supposant que cette méthode soit réalisable, susciterait des préoccupations quelque peu différentes. La première a trait à la formation et à la longévité d'hydrates de CO₂ solide. Il est évident que leur formation ralentit la vitesse de dissolution du CO₂ liquide. Persisteraient-ils, par exemple, assez longtemps pour couvrir des portions du sol marin et provoquer, de ce fait, la mort de l'épifaune et de l'endofaune ? La réponse à cette question dépendrait dans une large mesure des quantités de CO₂ évacuées par site et des

vitesse de dissolution du CO₂ liquide prévues, compte tenu de la formation d'hydrate de CO₂ solide interfacial. Les questions connexes comprennent : Quels seraient les effets de la dissolution localisée de carbonate de calcium et quels seraient les effets sur l'activité bactériologique dans les sédiments touchés ? Ces questions ainsi que d'autres questions d'ordre chimique et biologique demeurent, à ce jour, sans réponse.

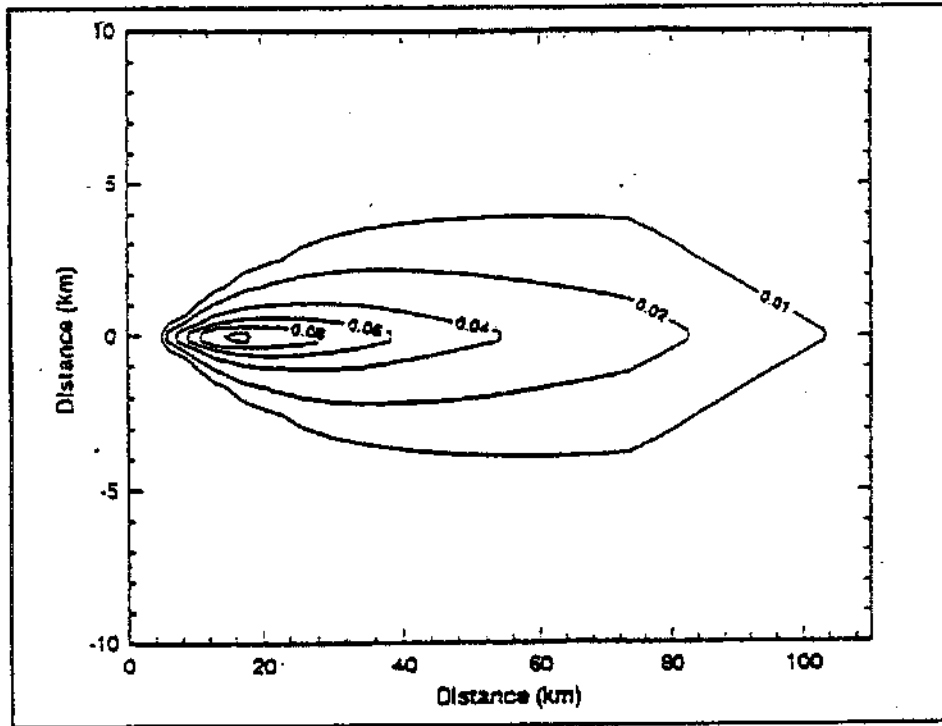


Figure 9
Déficit en zooplancton dû à la mortalité provoquée par le panache de gouttelettes
représentatif du rejet de CO₂ d'une seule centrale
(d'après Auerbach et coll., 1996)

État actuel des études de faisabilité et lacunes à combler

Il est trop tôt dans le processus qui consiste recueillir des renseignements pertinents en ce qui concerne les incidences de toutes les méthodes d'injection de CO₂ dans le milieu marin ou, encore, dans la formulation de propositions fermes en ce qui concerne l'injection de CO₂ dans le milieu marin en tant que mesure visant à remédier au changement climatique mondial, pour considérer à l'heure actuelle les limites des connaissances contemporaines, d'une part, ou la nature incomplète des évaluations de cette pratique, d'autre part, comme des sujets de vive préoccupation devant être examinés avec célérité. Les pays membres de l'OCDE souhaitant envisager la faisabilité de cette option œuvrent de concert en participant au Programme de recherche et de développement sur les gaz à effet de serre de l'AIE. Ceci semble entièrement en conformité avec la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) qui est entrée en vigueur en 1994 et qui a été, à ce jour, ratifiée par 157 pays. Elle a pour objet de parvenir à stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui évite toute perturbation dangereuse du système climatique. Elle contient des directives et des affirmations générales liées à la mise en place d'un cadre pour les mesures à prendre en vue d'atténuer le réchauffement planétaire et autorise les Parties à prendre en considération les océans lorsqu'elles examinent des moyens devant permettre d'atténuer le réchauffement planétaire. Les Parties à la Convention s'engagent à

promouvoir la gestion rationnelle des écosystèmes terrestres et marins en tant que puits et réservoirs pour les gaz à effet de serre (sauf les chlorofluorocarbones). Dans ce contexte, le terme "puits" désigne un processus qui élimine un gaz à effet de serre de l'atmosphère, et le terme "réservoir" implique le stockage d'un gaz à effet de serre. Il s'agit d'une prise de position radicalement différente de celles prises dans les conventions antérieures portant sur la protection de secteurs de l'environnement considérés isolément, tels que les océans.

En conséquence, il n'y a pas que des questions d'ordre scientifique à aborder mais aussi des problèmes d'ordre social et juridique. L'option des mesures correctrices n'est pas encore une question urgente dans le contexte des disponibilités escomptées en combustible fossile, mais elle mérite tout de même de faire l'objet d'une évaluation. À cet égard, les questions ayant trait à l'impact sur le milieu marin peuvent et devraient être considérées dans un contexte plus large, à savoir l'environnement mondial et l'avantage net que cette pratique confère à la société. Toute évaluation de l'avantage net devra prendre en considération l'ensemble des conséquences de toute pratique éventuelle de ce type en mettant en balance les avantages et les effets préjudiciables dans les domaines écologique, économique, technique, juridique et social.

À ce stade, il ne semble pas y avoir de raison pressante pour que le GESAMP, dont le mandat est limité aux questions intéressant uniquement le milieu marin, s'engage plus avant dans ce domaine. Le GESAMP devrait, cependant, grâce à ses membres, se tenir au courant des éléments nouveaux et des progrès réalisés au sein du Programme de recherche et de développement sur les gaz à effet de serre et être prêt à fournir des avis sur le sujet à la demande des institutions participantes des Nations Unies.

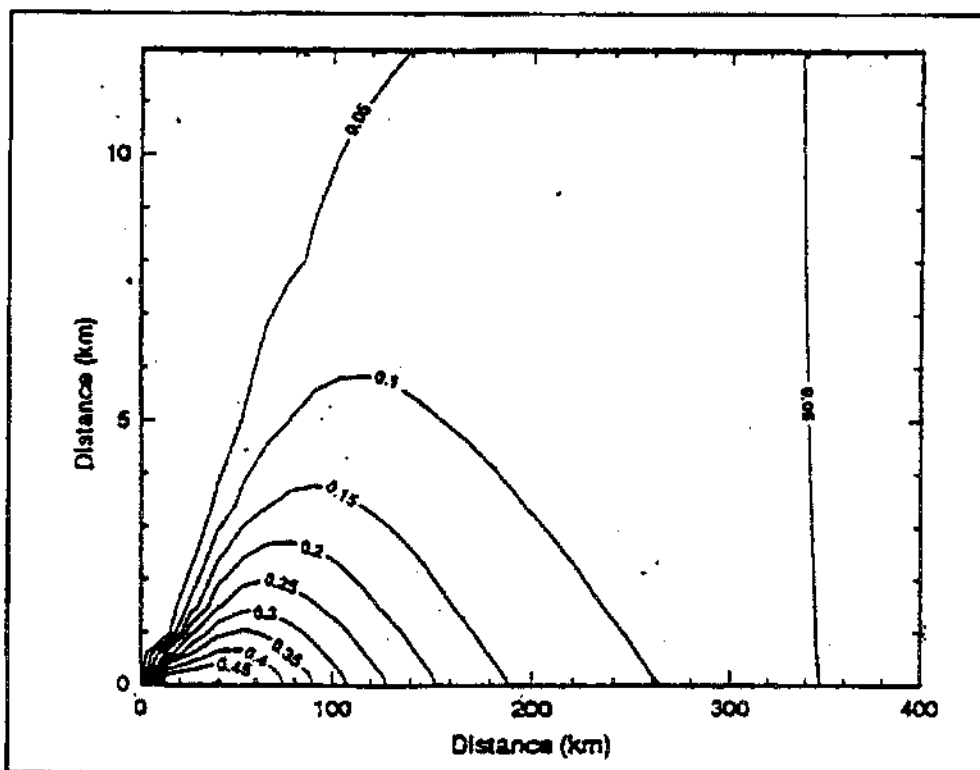


Figure 10

Déficit en zooplancton dû à la mortalité provoquée par le panache dense représentatif du rejet de CO₂ d'une seule centrale (d'après Auerbach et coll., 1996)

Remerciements

Le GESAMP remercie l'auteur de la version préliminaire du présent document, M. J. Michael Bewers, ainsi que M. John Campbell et M. Bill Ormerod qui ont eu tous les deux l'amabilité de revoir le projet de document avant sa présentation au GESAMP.

Références

Adams, E.E., D. Golomb, X.Y. Zhang and H.J. Herzog, 1995. Confined release of CO₂ into shallow seawater.

In: Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide (N. Handa and T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japan, 153-164.

Auerbach, D., J. Caulfield, H. Herzog and E. Adams, 1996. Environmental impacts of ocean disposal of CO₂.

In: Ocean Storage of Carbon Dioxide: Workshop 2 - Environmental Impact (W. Ormerod and M. Angel, Eds.), Greenhouse Gas R&D Programme, International Energy Agency, June 1996, 41-55.

Bacastow, R.B. and R.K. Dewey, 1996. Effectiveness of CO₂ sequestration in the post-industrial ocean,

In: Ocean Storage of Carbon Dioxide: Workshop 1 - Ocean Circulation (W. Ormerod, Ed.), Greenhouse Gas R&D Programme, International Energy Agency, Cheltenham, U.K., 25-34.

Broecker, W.S. and T. Takahashi, 1977. Neutralization of fossil fuel CO₂ by marine calcium carbonate.

In: The Fate of fossil Fuel CO₂ in the Oceans (N.R. Andersen and A. Malahoff, Eds.), Plenum Press, New York, 213-241.

Cole, K.H., G.R. Stegen and D. Spencer, 1995. The capacity of the deep oceans to absorb carbon dioxide.

In: Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide (N. Handa and T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japan, 143-152

Handa, N., K. Yamada, H. Sakai, M. Takahashi and T. Ohsumi, 1995. Summary of discussion on the direct ocean disposal of CO₂

In: Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide (N. Handa and T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japan, 265-266

Haugan, P.M. and H. Drange, 1995. Disposal options in view of ocean circulation.

In: Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide (N. Handa and T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japan, 123-141.

Herzog, H., H. Golomb and S. Zemba, 1991. Feasibility, modeling and economics of sequestrating power plant CO₂ emissions in the deep ocean. *Environmental Progress*, 10, 64-74.

Herzog, H., E. Adams, D. Auerbach and J. Caulfield, 1995. Technology assessment of CO₂ ocean disposal. Report MIT-EL 95-001, Energy Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, February 28, 1995.

Honda, M., J. Hashimoto, J. Naka and H. Hotta, 1995. CO₂ hydrate formation and inversion of density between liquid CO₂ and H₂O in deep sea: Experimental study using submersible Shinkai 6500.

In: Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide (N. Handa and T. Ohsumi, Eds.) Terrapub, Tokyo, Japan, 35-43.

- Nakashiki, N., T. Ohsumi and K. Shitashima, 1991. Sequestering of CO₂ in the Deep Ocean: Fall velocity and dissolution rate of solid CO₂ in the ocean. Technical Report EU91003, Central Research Institute of Electric Power Industry, Abiko, Japan. (Cited in Auerbach et coll., 1996)
- Nakashiki, N., T. Ohsumi and N. Katano, 1995. Technical view on CO₂ transportation onto the deep ocean floor and dispersion at intermediate depths.
In: Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide (N. Handa and T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japan, 183-193.
- Nihous, G.C. and S.M. Masutani, 1996. Globally-averaged atmospheric and oceanic models for the prediction of carbon dioxide concentrations.
In: Ocean Storage of Carbon Dioxide: Workshop 1 - Ocean Circulation (W. Ormerod, Ed.), Greenhouse Gas R&D Programme, International Energy Agency, Cheltenham, U.K., 35-52.
- Ooori, M., C.P. Norman, M. Maeda, B. Kimura and M. Takahashi, 1996. Some considerations of the environmental impact of oceanic disposal of CO₂ with special reference to midwater organisms.
In: Ocean Storage of Carbon Dioxide: Workshop 2 - Environmental Impact (W. Ormerod and M. Angel, Eds.), Greenhouse Gas R&D Programme, International Energy Agency, June 1996, 83-98.
- Ormerod, W., 1995 (Ed). Transport & Environmental aspects of carbon dioxide sequestration. Greenhouse Gas R&D Programme, International Energy Agency, Cheltenham, U.K., Report No. IEAGHG/SR5, February, 1995, 122 pp.
- Ormerod, W. and M. Angel (Eds.), 1996. Ocean Storage of Carbon Dioxide: Workshop 2 – Environmental Impact. Greenhouse Gas R&D Programme, International Energy Agency, June 1996, 131 pp.
- Pörtner, H.-O. and A. Reipschläger, 1996. Ocean disposal of anthropogenic CO₂ : Physiological effects on tolerant and intolerant animals.
In: Ocean Storage of Carbon Dioxide: Workshop 2 - Environmental Impact (W. Ormerod and M. Angel, Eds.), Greenhouse Gas R&D Programme, International Energy Agency, June 1996, 57-81.
- Riemer, P. (Ed.), 1994. The utilization of carbon dioxide from fossil fuel fired power stations. Report No. IEAGHG/SR4, Greenhouse Gas R&D Programme, International Energy Agency, September 1994, 368 pp.
- Shindo, Y., Y. Fujioka, Y. Yanagisawa, T. Hakuta and H. Komiyama, 1995. Formation and stability of CO₂ hydrate.
In: Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide (N. Handa and T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japan, 217-231.
- Uchida, T., T. Hondoh, S. Mae and J. Kawabata, 1995. Physical data of CO₂ hydrate.
In: Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide (N. Handa and T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japan, 45-61.
- Wadsley, M.W., 1995. Thermodynamics of multi-phase equilibria in the CO₂ - seawater system.
In: Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide (N. Handa and T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japan, 195-216
- Wong, C.S. and R. Matear, 1995. Fate and effects of disposed CO₂ for scenarios in the North Pacific Ocean.
In: Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide (N. Handa and T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japan, 103-122.

Annexe VII

POLLUTION D'ORIGINE TELLURIQUE ET ACTIVITÉS CONNEXES PRÉJUDICIALES À LA QUALITÉ DU MILIEU MARIN ET CÔTIER ET DES EAUX DOUCES VOISINES ET À LEURS UTILISATIONS (esquisse/contenu de l'examen mondial)

1. RÉSUMÉ

2. **CONTEXTE** : renseignements sur les raisons qui ont conduit à la préparation de l'examen et sur les procédures qui ont été suivies pour son élaboration.

3. **INTRODUCTION** : Description concise mettant en exergue :

- (i) les conditions et processus naturels principaux régissant la " santé " écologique et l'interdépendance des océans, des zones côtières et des eaux douces voisines;
- (ii) les principales répercussions des activités humaines sur ces conditions et processus, en faisant particulièrement mention des principales activités terrestres pertinentes ; et
- (iii) les principales incidences socio-économiques des altérations des conditions et processus naturels dues aux activités humaines. L'accent sera mis tout particulièrement sur les polluants transportés par l'air et par les cours d'eau, et sur les modifications des régimes hydrologiques dues à l'homme (par exemple, surexploitation des aquifères côtiers et enlèvement des eaux de surface).

4. **IDENTIFICATION ET ÉVALUATION DES PROBLÈMES⁴** : cette section centrale du rapport devrait identifier et quantifier, lorsque cela est possible, la nature, l'étendue et la gravité des problèmes (effets et incidences, y compris les répercussions économiques, sociales et culturelles) que posent les activités terrestres. Les tendances relatives aux effets et incidences devraient être analysées. L'évaluation mondiale sera fondée dans une large mesure sur des examens régionaux ainsi que sur les données et renseignements existants. Par conséquent, l'harmonisation des examens régionaux est de la plus haute importance. Le cadre pressions-état/impact-réponses serait appliqué afin de faire au mieux pour s'assurer que des renseignements pertinents en matière de politiques pourront être obtenus à partir de l'examen.

4.1 **Nature et gravité des problèmes** : la nature et la gravité des problèmes posés par des activités terrestres devraient être déterminées et évaluées par rapport :

- (i) à la sécurité alimentaire et la lutte contre la pauvreté;
- (ii) à la santé publique;

⁴ La structure et les annotations des sections 4 et 7 sont en conformité avec l'approche recommandée dans le Programme d'action mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres (GPA) pour " l'identification et l'évaluation des problèmes " et pour " l'établissement des priorités " pour décider des mesures à prendre au niveau national (UNEP(OCA)/LBA/IG.2/7, paragraphes 21 et 22). Une autre façon de traiter la section 4 consisterait à aborder l'identification et l'évaluation des problèmes dans des sous-sections organisées en fonction des sources principales de problèmes (p. ex., agriculture, industrie, commerce, urbanisation du littoral, tourisme, aquaculture, altérations dans les régimes hydrologiques, etc.)

- (iii) aux ressources marines et côtières et à la santé des écosystèmes, y compris la diversité biologique; et
- (iv) aux avantages économiques et sociaux, y compris les valeurs culturelles.

4.2 Sources de dégradation : trois sources principales de dégradation devraient être prises en considération :

- (i) **sources ponctuelles côtières et en amont**, telles que des usines de traitement des eaux usées, ménagements industriels, centrales électriques, installations militaires, équipements de loisirs, aménagements touristiques, travaux (par exemple, construction de barrages, de structures côtières, aménagements des ports et expansion urbaine), industries extractives côtières par exemple, sable et gravier), centres de recherches, aquiculture, modification des habitats (par exemple, activités de dragage, assèchement de terrains marécageux ou défrichement de zones de mangrove) et introduction d'espèces colonisatrices;
- (ii) **sources diffuses côtières et en amont**, telles que les écoulements urbains, ruissellements à partir de terres agricoles et horticoles, écoulements forestiers, écoulements de déchets provenant d'activités extractives, écoulements de sites en construction, décharges et sites de déchets dangereux et l'érosion résultant de modifications matérielles des éléments côtiers; et
- (iii) **dépôt d'origine atmosphérique provoqué par les transports** (par ex., émissions de véhicules), centrales électriques et installations industrielles, incinérateurs et exploitations agricoles.

4.3 Contaminants : les questions relatives aux principaux contaminants ou groupe de contaminants (sources, quantités, niveaux, voies de transfert, effets, etc.) devraient être analysées. Les contaminants particulièrement préoccupants sont les eaux usées, polluants organiques rémanents, substances radioactives, métaux lourds, huiles (hydrocarbures), nutriments, sédiments mis en mouvement et détrit.

4.4 Modifications physiques : cette sous-section devrait aussi prendre en considération la modification et la destruction des habitats dans les zones critiques.

4.5 Zones critiques : examen des problèmes de zones particulièrement atteintes ou vulnérables, telles que :

- (i) habitats critiques, y compris les récifs de corail, les terres humides, les prairies sous-marines, les lagunes et les forêts de mangrove;
- (ii) habitats d'espèces menacées;
- (iii) éléments des écosystèmes, y compris les zones de frai, zones de reproduction, zones d'alimentation et zones d'espèces adultes;
- (iv) lignes de rivage;
- (v) bassins côtiers;
- (vi) estuaires et leurs bassins versants;
- (vii) zones marines côtières spécialement protégées; et
- (viii) petites îles.

5 PROBLÈMES NOUVEAUX ET ENVISAGEABLES : identification des problèmes nouveaux et envisageables portant atteinte aux activités terrestres ou étant provoqués par ces dernières, y compris ceux ayant trait au changement climatique mondial prévu et leur éventuel impact sur le milieu marin et côtier.

6 STRATÉGIES ET MESURES⁵ : identification des options en matière de stratégies et mesures, y compris les moyens, mesures, politiques et pratiques scientifiques, techniques, technologiques, politiques, juridiques, économiques et de gestion des ressources auxquelles on pourrait avoir recours pour faire face aux situations identifiées comme nécessitant la prise de mesures en priorité. Il peut s'agir notamment :

- (i) de mesures visant à promouvoir l'utilisation durable des ressources côtières et marines et à prévenir ou à atténuer la dégradation du milieu marin;
- (ii) de mesures visant à modifier les contaminants ou autres formes de dégradation;
- (iii) de mesures visant à prévenir ou à réduire la dégradation des zones atteintes ou encore à les régénérer;
- (iv) de prescriptions et d'incitations pour favoriser les efforts visant à appliquer des mesures;
- (v) de l'identification des dispositions institutionnelles requises pour appuyer la mise en œuvre des stratégies et mesures recommandées;
- (vi) de déterminer les impératifs ayant trait à la recherche et aux données à recueillir à court terme et à long terme;
- (vii) de la mise en place d'un système de surveillance et d'un système de notification relatifs à la qualité de l'environnement.

Les résultats, le succès et l'efficacité des stratégies, activités et mesures réalisées par le passé devraient être analysés. Les options pouvant apporter une éventuelle solution aux problèmes identifiés devraient être envisagées en tenant présent à l'esprit les différentes conditions socio-économiques dans lesquelles elles devraient être appliquées, c'est-à-dire qu'elles ne devraient pas peser trop lourd sur les moyens économiques du pays, ou du groupe de pays, qui serait tenu de les appliquer, et elles devraient être acceptables tant sur le plan social que sur le plan politique. Il conviendrait de mettre en exergue les contraintes économiques, financières, juridiques, techniques, technologiques, scientifiques, institutionnelles et sociales entravant l'atténuation et la résolution des problèmes identifiés.

7. MESURES À PRENDRE EN PRIORITÉ : les mesures à prendre en priorité devraient être identifiées en fonction de l'évaluation prévue aux sections 4 et 5 de l'examen. Elles devraient tenir spécifiquement compte :

⁵ Les annotations de cette section sont dans une large mesure en conformité avec l'approche recommandée dans le Programme d'action mondial (GPA) pour " l'identification, l'évaluation et le choix des stratégies et mesures " relatives à l'établissement des mesures à prendre au niveau national (UNEP(OCA)/LBA/IG.2/7, paragraphe 26).

- (i) des préoccupations exprimées à la sous-section 4.1 relatives aux catégories de sources (contaminants, modifications physiques et autres formes de dégradation, ainsi que la source ou la pratique qui en est la cause) et la zone qui est concernée (y compris ses utilisations et l'importance de ses caractéristiques écologiques) ; et
- (ii) des coûts, des avantages et de la faisabilité des options en matière de mesures à prendre, ainsi que du coût à long terme du statu quo.

8. PRINCIPALES CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

9. RÉFÉRENCES : l'examen sera élaboré à partir d'un dépouillement et d'une utilisation éclectique d'une quantité importante de renseignements et de données (souvent contradictoires). Par conséquent, il serait opportun de faire mention des sources de renseignements et de données qui auront servi à la réalisation de l'examen.

Annexe VIII

RAPPORT SUR L'ÉTAT DU MILIEU MARIN : UNE STRUCTURE/APPROCHE POSSIBLE

RÉSUMÉ

1. INTRODUCTION

- antécédents/historique
- raison d'être
- mandat

2. PORTÉE ET STRUCTURE DU RAPPORT

3. ZONES CÔTIÈRES ET MERS BORDIÈRES

3.1 etc. *Subdivisions comprenant des écosystèmes (régionaux et/ou fonctionnels) bien définis et adéquatement caractérisés.*

3.1.1 etc. *Pour chaque écosystème, décrire :*

- (a) habitats/communautés, ressources et utilisations humaines principaux ;
- (b) modifications qui ont lieu (nature, étendue, gravité, tendances) ;
- (c) causes des modifications (naturelles, dues aux activités humaines) ;
- (d) portée des modifications en termes de :
 - productivité
 - pérennité
 - biodiversité
 - effets socio-économiques
 - dynamique des écosystèmes
 - dimensions locales, régionales et mondiales
 - [le Groupe de travail devra déterminer s'il y a d'autres critères pertinents]

4. LA HAUTE MER

[Subdiviser et évaluer comme à la section 3]

5. LES PRINCIPALES QUESTIONS

[Faisant une place privilégiée aux régions et aux écosystèmes les plus atteints - se rapporter aux sections 3 et 4. Il convient de noter que cette section est destinée à mettre en relief les questions les plus graves ayant des dimensions mondiales ; le choix des titres est crucial et devrait refléter une manière novatrice de concevoir quels sont les problèmes fondamentaux et la meilleure façon de communiquer ces conceptions aux décideurs et autres intéressés ; il s'agit d'une occasion permettant de montrer, et de souligner, les interdépendances : tendances, prévisions et incidences socio-économiques seront les

facteurs intrinsèques dans le processus de sélection des questions (c'est-à-dire non pas les questions en elles-mêmes). Les exemples suivants sont des plus provisoires et visent à stimuler la réflexion et la discussion au sein du Groupe de travail.]

Exemples :

5.1 Réduction des réserves en richesses naturelles

- perte d'habitats et appauvrissement de la biodiversité
- perte d'agrément et de structures récréatives et touristiques de première qualité
- surexploitation des stocks de poissons

5.2 Dangers pour la santé de l'homme

- agents pathogènes
- présence de contaminants dans les aliments d'origine marine
- sécurité alimentaire
- toxines algales

5.3 Pressions pesant sur les zones côtières

- humaines
- économiques
- lacunes en matière de gestion des eaux usées
- mariculture
- utilisations conflictuelles

5.4 Pollution constante due à des pratiques industrielles, agricoles et d'utilisation des sols

- apports des cours d'eau
- apports atmosphériques
- réactions biologiques

5.5 Incidences des activités en mer

- dangers imputables aux transports maritimes
- introduction d'espèces exogènes
- aménagement des ports
- mécanismes d'intervention en cas d'accidents de mer

5.6 Effets potentiels du changement climatique

- physiques, biologiques, hydrologiques
- défenses côtières

5.7 Menaces pesant sur les fonctions des écosystèmes

5.8 Lacunes importantes en matière d'information

6. ÉVALUATION DES PERFORMANCES

- progrès réalisés depuis le dernier Rapport sur l'état du milieu marin
- mise en œuvre des politiques
- planification écologique et gestion de l'environnement
- recherche et surveillance

7. ÉVALUATION GLOBALE (y compris les tendances et les prévisions)

8. RECOMMANDATIONS

9. CONCLUSIONS

Rapports et études du GESAMP

Les rapports et études énumérés ci-dessous peuvent être obtenus auprès de l'une quelconque des institutions participantes du GESAMP

Rapport et études n°	Titre	Année
1	Rapport de la septième session	1975
2	Review of Harmful Substances	1976
3	Critères scientifiques applicables à la sélection des sites pour l'immersion des déchets en mer	1975
4	Rapport de la huitième session	1976
5	Principles for Developing Coastal Water Quality Criteria	1976
6	Impact of Oil on the Marine Environment	1977
7	Scientific Aspects of Pollution Arising from the Exploration and Exploitations of the Sea-bed	1977
8	Rapport de la neuvième session	1977
9	Rapport de la dixième session	1978
10	Rapport de la onzième session	1980
11	Marine Pollution Implications of Coastal Area Development	1980
12	Monitoring Biological Variables Related to Marine Pollution	1980
13	Interchange of Pollutants between the Atmosphere and the Oceans	1980
14	Rapport de la douzième session	1981
15	The Review of the Health of the Oceans	1982
16	Scientific Criteria for the Selection of Waste Disposal Sites at Sea	1982
17	The Evaluation of the Hazards of Harmful Substances Carried by Ships	1982
18	Rapport de la treizième session	1983
19	An Oceanographic Model for the Dispersion of Wastes Disposed of in the Deep Sea	1983

Rapport et études n°	Titre	Année
61	The contributions of science to integrated coastal management	1996
62	Marine Biodiversity: patterns, threats and conservation needs	1997
63	Rapport de la vingt-septième session	1997

