



CONVENTION SUR LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE

Distr.
GENERALE

UNEP/CBD/SBSTTA/8/9/Add.2
27 novembre 2002

FRANÇAIS
ORIGINAL: ANGLAIS

ORGANE SUBSIDIAIRE CHARGÉ DE FOURNIR
DES AVIS SCIENTIFIQUES, TECHNIQUES ET
TECHNOLOGIQUES

Huitième réunion

Montréal, 10-14 mars 2003

Point 5.2 de l'ordre du jour provisoire*

DIVERSITÉ BIOLOGIQUE MARINE ET CÔTIÈRE: EXAMEN, ELABORATION ET AFFINEMENT DU PROGRAMME DE TRAVAIL

Rapport analytique du groupe spécial d'experts techniques sur la mariculture

Note du Secrétaire exécutif

RESUMÉ ANALYTIQUE

Le groupe spécial d'experts techniques sur la mariculture a été établi par la Conférence des Parties à l'occasion de l'adoption du programme de travail sur la diversité biologique marine et côtière lors de sa quatrième session (décision IV/5, annexe). Ce groupe d'experts a été créé pour aider l'Organe subsidiaire chargé de fournir des avis scientifiques, techniques et technologiques (SBSTTA) dans ses travaux sur le thème de la mariculture. Le mandat instruisait le groupe d'experts de prendre les mesures suivantes :

- (a) évaluer l'état actuel des connaissances scientifiques et technologiques des impacts de la mariculture sur la diversité biologique du milieu marin et des zones côtières.
- (b) fournir des conseils pour l'élaboration de critères, méthodes, techniques et meilleures pratiques permettant d'éviter les effets néfastes de la mariculture et du renforcement des stocks sur la diversité biologique du milieu marin et des zones côtières, tout en renforçant les effets positifs de la mariculture sur la productivité marine et côtière.

Lors de l'évaluation de l'état actuel des connaissances des impacts de la mariculture sur la diversité biologique du milieu marin et des zones côtières, le groupe a identifié les principales espèces et méthodes de mariculture et les impacts de ces méthodes sur la diversité biologique (section II). Le groupe

* UNEP/CBD/SBSTTA/8/1.

/...

a convenu que toutes les formes de mariculture ont un impact sur la diversité biologique aux niveaux des gènes, de l'espèce et de l'écosystème, mais que dans certaines conditions, la mariculture peut également améliorer la diversité biologique au niveau local (section IV). Les principaux impacts sont, notamment, la dégradation des habitats, la perturbation des systèmes trophiques, l'appauvrissement des stocks de départ naturels, la transmission des maladies et la réduction de la variabilité génétique. L'impact des polluants, comme les produits chimiques et les médicaments, sur la diversité biologique, n'a pas fait l'objet d'études très approfondies mais on suppose généralement qu'il est négatif.

Il existe plusieurs méthodes et techniques permettent d'éviter les effets néfastes de la mariculture sur la diversité biologique. Elles sont résumées dans la section III du présent document. Les plus importantes sont la sélection correcte des sites, ainsi qu'une gestion optimale, notamment une alimentation adaptée. Parmi les autres mesures d'atténuation on peut citer la culture simultanée de différentes espèces (polyculture) et le recours à des systèmes fermés, particulièrement ceux qui font appel à la recirculation. Plusieurs autres impacts peuvent être évités en adoptant de meilleures pratiques de gestion et grâce à d'autres améliorations technologiques. Il existe un certain nombre de principes, normes et processus de certification internationaux et régionaux spécifiques à l'aquaculture. Ils sont décrits dans la section V du présent document.

RECOMMANDATIONS SUGGÉRÉES

L'Organe subsidiaire chargé de fournir des avis scientifiques, techniques et technologiques pourrait envisager les actions suivantes :

- (a) *Accueillir favorablement* le rapport analytique du groupe spécial d'experts techniques sur la mariculture et le rapport détaillé du groupe présenté comme document d'information;
- (b) *Exprimer sa gratitude* à l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) pour le soutien technique et les salles de réunion qu'elle a fournis au groupe spécial d'experts techniques sur la mariculture, ce qui lui a permis de se réunir;
- (c) *Prendre note* des impacts négatifs de la mariculture sur la diversité biologique, tels qu'ils sont décrits dans la section II du présent document, ainsi que des méthodes et techniques décrites dans la section III ci-dessous permettant de les atténuer;
- (d) *Noter également* que la mariculture pourrait avoir quelques effets positifs sur la diversité biologique, comme indiqué dans la section IV ci-dessous;
- (e) *Exhorter les Parties* et les autres gouvernements à adopter des méthodes et techniques pertinentes afin d'éviter les effets néfastes de la mariculture sur la diversité biologique du milieu marin et des zones côtières, et à les incorporer dans leurs stratégies et plans d'action nationaux en faveur de la diversité biologique;
- (f) *Prendre note* de la complexité des activités liées à la mariculture du fait que les différentes zones géographiques sont soumises à des conditions extrêmement variables, des pratiques en matière de mariculture et des espèces sélectionnées, ainsi que des conditions sociales, culturelles et économiques qui influenceront les options d'atténuation et, en conséquence, *recommander* que les Parties et les autres gouvernements adoptent les méthodes, techniques ou pratiques spécifiques décrites ci-dessous afin d'éviter les effets néfastes liés à la mariculture sur la diversité biologique:

- (i) L'application obligatoire des études d'impact sur l'environnement ou de procédures similaires d'évaluation et de suivi, pour l'évolution de la mariculture, en accordant l'attention requise à l'envergure et à la nature de l'opération, ainsi qu'aux capacités biogéniques de l'écosystème, compte tenu des lignes directrices pour l'intégration des considérations relatives à la diversité biologique dans la législation ou les processus concernant les études d'impact sur l'environnement et dans l'évaluation des impacts à des fins stratégiques, approuvées par la Conférence des Parties dans sa décision VI/7 A. Il convient de faire face aux impacts immédiats, intermédiaires et à long terme dont risque de souffrir la diversité biologique à tous les niveaux;
- (ii) La mise au point immédiate de méthodes efficaces de sélection des sites dans le cadre d'une gestion intégrée du milieu marin et des zones côtières;
- (iii) La mise au point de méthodes efficaces de lutte contre les effluents;
- (iv) La mise au point de plans de gestion appropriés des ressources génétiques au niveau des écloseries et dans les zones de frai, y compris de techniques de cryopréservation axées sur la conservation de la diversité biologique;
- (v) La création d'écloseries contrôlées de faible coût et la mise au point de méthodes de reproduction génétiquement rationnelles, mises à disposition pour une large utilisation, de façon à éviter le captage dans la nature;
- (vi) L'utilisation d'engins de pêche sélectifs afin d'éviter/de minimiser les prises accessoires en cas de captage dans la nature;
- (vii) L'utilisation d'espèces locales en mariculture;
- (viii) La mise en œuvre de mesures efficaces pour éviter la libération involontaire d'espèces utilisées en mariculture et de polyploïdes fertiles;
- (ix) Les moyens d'éviter le recours aux antibiotiques grâce à de meilleures techniques d'élevage;

(g) *Exhorter les Parties contractantes et les autres gouvernements à adopter de meilleures pratiques de gestion et à prendre des dispositions juridiques et institutionnelles pour une mariculture viable, en particulier grâce à l'application de l'Article 9 du Code de conduite pour une pêche responsable, ainsi que des autres dispositions relatives à l'aquaculture figurant dans le Code, reconnaissant qu'il fournit l'orientation nécessaire à l'élaboration de cadres législatifs et politiques aux niveaux national, régional et international;*

(h) *Prier le Secrétaire exécutif d'entreprendre une étude exhaustive des documents pertinents sur les meilleures pratiques en matière de mariculture et d'en faire connaître les résultats, ainsi que les études de cas pertinentes, par l'intermédiaire du mécanisme central d'échange d'informations, avant la septième session de la Conférence des Parties;*

(i) *Approuver les priorités, en matière de recherche et de suivi, identifiées par le groupe spécial d'experts techniques sur la mariculture comme précisé dans l'annexe I ci-dessous, et recommander leur mise en œuvre dans le cadre du programme de travail sur la diversité biologique du milieu marin et des zones côtières;*

(j) *Recommander que le Secrétaire exécutif, en collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et les autres organisations pertinentes, explore les moyens et les méthodes permettant de poursuivre les priorités établies en matière de recherche et de suivi,*

/...

y compris une évaluation des moyens permettant d'utiliser la mariculture pour restaurer ou conserver la diversité biologique;

(k) *Recommander* que le Secrétaire exécutif, en collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et les autres organisations pertinentes, harmonise l'utilisation de la terminologie relative à la mariculture en complétant et en adoptant le glossaire de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture;

(l) *Exprimer son soutien* à la collaboration régionale et internationale afin de lutter contre les impacts transfrontières de la mariculture sur la diversité biologique, comme la propagation des maladies et des espèces exotiques envahissantes;

(m) *Décider de promouvoir* les programmes d'échanges et de formation techniques et le transfert d'outils et de technologies;

(n) *Recommander* que la Conférence des Parties examine le soutien à accorder aux pays en développement, par l'intermédiaire du mécanisme financier, pour des activités entreprises sous l'impulsion des pays afin de renforcer les capacités d'atténuation des effets néfastes de la mariculture sur la diversité biologique.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
RÉSUMÉ ANALYTIQUE	1
RECOMMANDATIONS SUGGÉRÉES	2
I. GÉNÉRALITÉS	7
II. ÉVALUATION DE L'ÉTAT ACTUEL DES CONNAISSANCES DES IMPACTS DE LA MARICULTURE SUR LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE DU MILIEU MARIN ET DES ZONES CÔTIÈRES	7
A. VOLUME ET ESPÈCES PRINCIPALES	7
B. MÉTHODES	8
C. EFFETS SUR LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE DES PRINCIPAUX TYPES DE MARICULTURE	9
III. MOYENS D'ÉVITER LES EFFETS NÉFASTES DE LA MARICULTURE SUR LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE DU MILIEU MARIN ET DES ZONES CÔTIÈRE	12
A. CHOIX DU MEILLEUR SITE ET MEILLEURE GESTION POUR RÉDUIRE LES EFFETS DES APPORTS EN NUTRIMENTS	13
B. RÉDUCTION DES DÉCHETS GRÂCE À UNE MEILLEURE GESTION	13
C. UTILISATION DE SYSTÈMES FERMÉS ET DE RECIRCULATION (TANT POUR LA PISCICULTURE QUE POUR L'ÉLEVAGE DE CREVETTES)	15
D. MARICULTURE INTÉGRÉE (POLYCULTURE)	15
E. PRODUCTION DE LARVES DANS DES ÉTABLISSEMENTS D'AQUACULTURE PLUTÔT QUE DANS LA NATURE	16
F. ATTÉNUATION DES EFFETS DES ANTIBIOTIQUES	16
G. ATTÉNUATION DES EFFETS DES PESTICIDES, PISCICIDES ET DES PARASITICIDES	17
H. RÉDUCTION DE L'UTILISATION D'HORMONES	17
I. PRÉVENTION DE LA TRANSMISSION DES MALADIES	17
J. PRÉVENTION DES ÉCHAPPÉES	18
IV. RENFORCEMENT DES EFFETS POSITIFS DE LA MARICULTURE SUR LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE ET LA PRODUCTIVITÉ DES MILIEUX MARINS ET DES ZONES CÔTIÈRES	18
V. LIGNES DIRECTRICES POUR UNE MARICULTURE RESPECTUEUSE DE LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE	19
A. PRINCIPES ET NORMES	19
B. CERTIFICATION	20

Annexes

/...

I.	RECOMMANDATIONS POUR LES FUTURS PROJET DE RECHERCHE ET DE SUIVI.....	22
II.	RÉFÉRENCES	24

I. GÉNÉRALITÉS

1. Le groupe spécial d'experts techniques sur la mariculture a été établi par la Conférence des Parties à l'occasion de l'adoption du programme de travail sur la diversité biologique marine et côtière lors de sa quatrième session (décision IV/5, annexe). Ce groupe d'experts doit aider l'Organe subsidiaire chargé de fournir des avis scientifiques, techniques et technologiques (SBSTTA) dans ses travaux sur le thème de la mariculture. La Conférence des Parties a approuvé le mandat du groupe lors de sa cinquième session (décision V/3). Le groupe est chargé de contribuer à la mise en œuvre de l'élément (Mariculture) de programme no. 4 du programme de travail sur la diversité biologique marine et côtière. Cet élément de programme poursuit l'objectif opérationnel suivant :

« Évaluer les conséquences de la mariculture sur la diversité biologique marine et côtière et favoriser l'adoption de techniques permettant d'en réduire au minimum les effets néfastes. »

2. Aux termes de son mandat, le groupe était chargé de:

(a) Évaluer l'état actuel des connaissances scientifiques et technologiques des impacts de la mariculture sur la diversité biologique du milieu marin et des zones côtières;

(b) Fournir des conseils pour l'élaboration de critères, méthodes et techniques permettant d'éviter les effets néfastes de la mariculture et du renforcement des stocks sur la diversité biologique du milieu marin et des zones côtières, tout en renforçant les effets positifs de la mariculture sur la productivité marine et côtière.

3. Dans la décision V/3 paragraphe 15, le groupe a également été chargé d'identifier les meilleures pratiques pour la mariculture.

4. Le groupe d'experts s'est réuni du 1^{er} au 5 juillet 2002 au siège de la FAO à Rome. La liste complète des membres du groupe figure dans son rapport détaillé, qui est un document d'information distribué à l'occasion de la huitième réunion du SBSTTA. Le personnel de la Division des ressources halieutiques de la FAO a fourni un soutien logistique et technique à cette réunion.

5. La section II de la présente note donne une évaluation de l'état actuel des connaissances scientifiques et technologiques des impacts de la mariculture sur la diversité biologique du milieu marin et des zones côtières. Cette section correspond à la partie (a) du mandat et examine les principales espèces de mariculture, les méthodes et leurs impacts. La section III présente les critères, méthodes, meilleures pratiques et la technologie permettant d'éviter les effets néfastes de la mariculture sur la diversité biologique du milieu marin et des zones côtières, tandis que la section IV examine comment favoriser ses effets positifs. Ces sections correspondent à la partie (b) du mandat. Par ailleurs, la section V du rapport contient un résumé des lignes directrices internationale et régionale relatives à la mariculture.

II. ÉVALUATION DE L'ÉTAT ACTUEL DES CONNAISSANCES DES IMPACTS DE LA MARICULTURE SUR LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE DU MILIEU MARIN ET DES ZONES CÔTIÈRES

A. *Volume et espèces principales*

6. Par mariculture on entend la culture et l'élevage de plantes et d'animaux marins dans de l'eau saumâtre ou dans des milieux marins. Bien que la productivité de la mariculture semble toujours dérisoire

/...

par rapport au tonnage des organismes élevés en eau douce, elle progresse partout dans le monde. Selon les statistiques de la FAO, la mariculture est passée d'environ 9 millions de tonnes en 1990 à plus de 23 millions de tonnes en 1999. Toutefois, l'augmentation de la production de quelques espèces seulement explique ce résultat. Le rapport détaillé du groupe d'experts donne la liste des principales espèces produites dans le cadre de la mariculture sur la base des statistiques établies par la FAO en 2000.

B. Méthodes

7. En dépit de l'immense variété d'organismes marins en mariculture, les méthodes utilisées se limitent à quelques stratégies de base. S'il existe de nombreux systèmes permettant de regrouper les différents types d'aquaculture (par ex. autotrophe par rapport à hétérotrophe), les méthodes de mariculture présentées ici sont regroupées d'une manière rationnelle qui permet d'identifier et de visualiser facilement leurs effets sur la diversité biologique. Le rapport détaillé du groupe d'experts contient des informations détaillées sur chacune de ces méthodes. Les différentes catégories de mariculture sont les suivantes :

- (a) Pour les *mollusques*:
 - (i) Culture verticale ou culture sur table;
 - (ii) Culture suspendue;
 - (iii) Culture à plat;
 - (iv) Culture en vivier sur terre;
 - (v) Pacage marin;
- (b) Pour les *échinodermes*:
 - (i) Culture en vivier;
 - (ii) Culture en cage;
 - (iii) Pacage marin;
- (c) Pour les *crustacés*:
 - (i) Culture en étang;
 - (ii) Culture en bassin allongé;
 - (iii) Culture en cage;
 - (iv) Pacage marin;
- (d) Pour les *plantes aquatiques marines*:
 - (i) Culture suspendue (palangre, radeau, filet) ;
 - (ii) Culture à plat;
 - (iii) Culture en bassin;
- (e) Pour les *poissons*:
 - (i) Culture en cage (sur le littoral et en mer);
 - (ii) Culture en enclos;
 - (iii) Culture en étang et en bassin allongé(systèmes de transit et de recirculation);

/...

(iv) Pacage marin.

8. La polyculture, soit l'élevage de deux espèces ou davantage appartenant à différents niveaux trophiques dans le même système, a une longue histoire dans l'aquaculture d'eau douce, surtout en Chine. Au nombre des exemples marins figurent le mérrou et le crabe de vase en étangs; le chanos et le siganid en cages constituées de filets, en mer; les pétoncles géants suspendus à des enclos à saumons constitués de filets; les crevettes et les pétoncles; les pétoncles « ezo » (*Patinopecten yessoensis*), le kelp japonais et le concombre de mer, dont la culture est combinée à des structures de mariculture en eau libre comme les cages pour poissons constituées de filets.

C. Effets sur la diversité biologique des principaux types de mariculture

9. Toutes les formes de mariculture, indépendamment de la structure physique ou de la motivation économique, ont un impact sur la diversité biologique aux niveaux des gènes, de l'espèce et de l'écosystème. La mariculture peut modifier, dégrader ou détruire l'habitat, perturber les systèmes trophiques, appauvrir les stocks de départ naturels, transmettre des maladies et réduire la variabilité génétique. Par exemple, des mangroves côtières ont été converties en bassins de production de crevettes, des eaux fermées ou semi-fermées ont souffert de charges en nutriments (ou désorption), et les habitats benthiques ont subi l'impact des pratiques de culture à plat de bivalves ainsi que de la sédimentation. Cette section présente un résumé de principaux effets de la mariculture sur la diversité biologique. Dans son rapport détaillé, le groupe d'experts examine ce sujet en profondeur.

10. La mariculture pourrait aussi améliorer la diversité biologique dans certains cas. Par exemple, elle pourrait attirer des oiseaux sur ses sites et les récifs artificiels pourraient jouer le rôle de dispositifs de concentration des espèces, favorisant ainsi la diversité biologique. Il a également été démontré que les programmes de reconstitution *in situ* du corail ont un effet positif sur la diversité biologique des récifs. ^{1/}

11. Selon les sources d'énergie utilisées pour produire de la biomasse, la mariculture peut être divisée en

(a) systèmes autochtones à base organique ou systèmes trophiques «naturels», comme la culture du kelp et la culture sur claie des moules ou des huîtres. Ces pratiques tirent leur énergie de la radiation solaire ou de sources de nutriments déjà disponibles dans les écosystèmes naturels et leurs effets néfastes sur la diversité biologique sont généralement plus limités. Dans certains cas, leur impact sur la diversité biologique pourrait même être positif;

(b) systèmes allochtones à base organique, ou systèmes trophiques «artificiels», comme l'élevage en filet et en étang de poissons et de crevettes. Ils tirent essentiellement leur énergie des aliments fournis par les éleveurs et risquent davantage de perturber les écosystèmes naturels.

12. Tous les effets sur l'environnement dépendent en grande partie de la sensibilité d'un écosystème particulier ou de son type. Par conséquent, certains habitats et écosystèmes de zones humides sont particulièrement vulnérables, notamment ceux qui ont été identifiés comme étant menacés ou sensibles, en raison de leur rareté ou de leur sensibilité au changement. Au nombre de ces écosystèmes figurent les mangroves, les estuaires, les herbiers marins, les récifs coralliens ainsi que certaines communautés benthiques spécifiques. Les impacts spécifiques dépendront des exigences différentes, en termes de capacité biogénique, des différentes pratiques de culture dans un écosystème donné dont on sait d'ailleurs peu de choses.

^{1/} Ekaratne, communication personnelle.

13. Considérant le sort des produits dérivés des cultures, les particules comportant des formes organiques d'azote et de phosphore, ainsi que les sulfates, descendent d'ordinaire dans le benthos, tandis que le dioxyde de carbone, le carbone organique dissout et divers autres nutriments (par ex. ammoniacque et phosphate) pénètrent fréquemment dans la colonne d'eau. Les communautés benthiques (par ex. microbes et suspensivores) modulent leurs voies de transport, comme le fait la structure des communautés pélagiques. La structure et la fonction de ces communautés sont modifiées à leur tour par ces processus.

14. Les dangers potentiels pour la diversité biologique dans des zones soumises à des rejets de polluants (produits chimiques, médicaments et autres additifs utilisés en mariculture) n'ont pas été suffisamment étudiés. Ces rejets sont le résultat d'un usage excessif de ces polluants. En raison du manque d'accès à l'information sur une utilisation appropriée, certains aquaculteurs n'appliquent pas correctement certains produits chimiques (par ex. les antibiotiques). Les agents commerciaux ou les compagnies pharmaceutiques préconisent aussi parfois des applications erronées. Au nombre des produits chimiques utilisés couramment on peut citer les antibiotiques, les pesticides, les désinfectants, les agents antisalissures et les hormones.

15. Plusieurs pesticides utilisés pour lutter contre les parasites et les champignons sont biologiquement efficaces même en quantités inférieures aux limites de détection chimique. Les impacts sur le milieu marin n'ont pas été étudiés en détails, mais on suppose généralement qu'ils sont négatifs.

16. Des produits chimiques sont aussi utilisés comme agents antisalissures et comme désinfectants. L'utilisation d'antisalissures comme le TBT est interdite en aquaculture dans les pays développés mais ces produits sont encore utilisés dans d'autres pays où ils continuent à avoir un impact sur la diversité biologique.

17. Les hormones sont utilisées pour induire ou prévenir la maturation reproductive, pour renverser le sexe et pour promouvoir la croissance. Les bains et les applications d'hormones incorporées aux aliments sont évidemment plus préoccupants que les injections contrôlées administrées à des animaux géniteurs individuels car ils sont facilement rejetés dans les eaux environnantes où ils peuvent persister dans l'environnement ou dans les produits de l'aquaculture. L'utilisation d'hormones n'est pas bien documentée et les quantités nécessaires ne sont pas toujours bien connues.

18. Les parasites dans les stocks d'élevage posent des problèmes non seulement aux aquaculteurs mais ils portent aussi atteinte à d'autres organismes dans l'environnement. En Colombie britannique, par exemple, une théorie veut que l'augmentation des infections par *Parvicapsula* chez le saumon migrateur du Pacifique provienne d'une entreprise de pisciculture. On soupçonne que le parasite est lié à des changements profonds du comportement migrateur du saumon, lesquels entraîneraient une mortalité pré-génésique massive qui pourrait être responsable du recul de la diversité au niveau des effectifs. ^{2/}

19. Les éleveurs d'espèces carnivores marines de grande valeur utilisent des aliments contenant des protéines de sources animales. L'effet le plus évident de l'élevage d'espèces carnivores comme le saumon, la truite et les sparidés est que ces poissons consomment davantage de protéines que l'on en prélève par la suite pour la consommation humaine. Ces aliments proviennent essentiellement de sources marines sous forme de farines et d'huiles de poisson et le pourcentage de farines de poisson incorporé dans les aliments pour poissons a augmenté, passant de 10% en 1988, à 17% en 1994 et à 33% en 1997. ^{3/} Bien que l'on mette au point des protéines végétales pour les enrichir les aliments pour poissons, il sera

^{2/} C.Wood, communication personnelle 2002.

^{3/} Davenport *et al*, sous presse.

peut-être impossible de remplacer totalement les huiles de poisson car elles aident les poissons à mieux résister aux maladies.

20. Le prélèvement de petits poissons pour les transformer en farine de poisson appauvrit le réseau trophique pour d'autres poissons prédateurs de grande valeur commerciale comme la morue et pour d'autres prédateurs marins, comme les oiseaux de mer et les phoques. Pauly *et al.* (1998) ont identifié une tendance sérieuse en aquaculture à « cultiver en amont de la chaîne alimentaire », tendance qu'ils abordent dans le contexte du problème mondial qui consiste à « pêcher en aval de la chaîne alimentaire ». Toutefois, cette thèse est contestée. L'intensification de l'aquaculture, surtout en Asie, et sa concentration sur les espèces carnivores de grande valeur accroissent inexorablement la dépendance envers la pêche de capture en raison de l'augmentation de la production d'aliments pour poissons. La compétition que font peser la pêche de capture et la pisciculture sur la pêche marine mérite de faire l'objet d'une étude plus approfondie.

21. La culture des bivalves élimine des nutriments du réseau trophique marin. Toutefois, elle n'a d'impacts négatifs sur la diversité biologique que si l'élimination du carbone et de l'azote de la colonne d'eau est excessive, limitant ainsi la quantité disponible pour d'autres herbivores et le phytoplancton, ce qui entrave la croissance et la reproduction du zooplancton et des autres animaux marins herbivores. Les bivalves absorbent les particules en suspension dans l'eau et les transforment en particules plus denses qui tombent au fond de l'eau. Une culture permanente extensive des bivalves peut entraîner des changements dans le réseau trophique côtier, altérant le processus d'eutrophisation.

22. La perte ou l'altération de l'habitat a un impact sur la diversité biologique quand elle modifie les conditions de vie d'autres espèces. Le captage dans les habitats, comme ceux qui se trouvent au fond des lagunes, en utilisant des engins destructeurs, entraîne une destruction ou/et une altération de l'habitat. La mariculture occupe de l'espace, souvent même de très grands espaces, non seulement dans les baies et les océans, mais aussi sur les estrans voisins. La conversion de zones humides littorales en bassins de production de crevettes et la construction de routes, de digues et de canaux menacent la diversité de l'habitat dans les tropiques, en particulier en Amérique latine et en Asie. Les marais et les mangroves littorales, qui servent de nurseries aux populations de crevettes et de poissons sauvages, disparaissent et moins de détritus de mangroves et de calamagrostis pénètrent dans les réseaux trophiques côtiers. Le drainage des bassins lors du prélèvement libère des agents infectieux, des antibiotiques et des nutriments dans les eaux côtières et estuariennes. Malgré des implications possibles à grande échelle, les effets de ces actions sur les zones côtières n'ont pas été étudiés en détails.

23. Les effets locaux ou plus étendus sur les espèces non ciblées comme les prises accessoires lors du captage dans la nature n'ont pas fait l'objet d'études approfondies. Dans les systèmes où il n'existe pas de méthode de contrôle artificiel de la reproduction, ou dans lesquels ces méthodes existent mais sont trop onéreuses pour les éleveurs locaux, le prélèvement manuel d'alevins pour le grossissement peut retirer une quantité non négligeable de biomasse et de diversité biologique. Par exemple, le prélèvement d'une seule larve de crevette tigrée entraîne l'élimination de 1400 autres individus de macrozooplancton.

24. Dans les parcs constitués de filets, des conditions de surpeuplement et de stress provoquent fréquemment des poussées infectieuses. Les infections sont parfois le résultat d'organismes présents naturellement chez les poissons sauvages; dans d'autres cas, l'organisme infectieux est exotique.

25. Les impacts de la mariculture sur les gènes varient et revêtent une très grande importance pour la diversité biologique. À la différence de plusieurs conséquences évoquées ci-dessus, la compréhension des effets sur les gènes exige une bonne connaissance de la structure génétique des populations tant d'élevage que sauvages, qui manque pour toutes les espèces. La génétique moléculaire des poissons n'en est qu'à

ses balbutiements mais elle progresse rapidement à mesure que de nouvelles techniques analytiques deviennent disponibles. Les effets sur les gènes des élevages d'animaux marins sont soit involontaires (échappée d'animaux d'élevage) soit délibérés (mise en valeur ou pacage marin), et peuvent entraîner une perte de la diversité génétique. Une telle variation interpopulation si elle est réduite n'est pas nécessairement préjudiciable aux populations d'élevage, mais elle peut avoir un impact à long terme sur la survie des espèces si les stocks d'élevage se mélangent à leurs voisins sauvages.

26. La production de poissons stériles est souvent présentée comme technique d'atténuation. Cependant, bien que les poissons stériles ne puissent pas constituer de populations sauvages ou se croiser avec des poissons sauvages, ils peuvent entrer en concurrence avec eux pour la nourriture, propager des maladies et perturber les sites de nidification sauvages. Les tétraploïdes qui se sont échappés ou qui ont été relâchés peuvent tenter de se reproduire avec des poissons sauvages et entraver le succès global du frai. Le transfert de gènes (qui n'est pas encore utilisé en mariculture commerciale) pourrait avoir des conséquences écologiques si l'ADN introduit apporte des modifications importantes au rôle écologique des poissons transgéniques (par exemple, en augmentant leur taille ou leur capacité d'utiliser de nouvelles sources alimentaires). Les poissons transgéniques dotés d'un gène destiné à accélérer leur croissance, par exemple, pourraient disputer la nourriture et les sites de frai aux poissons sauvages, tandis que les poissons modifiés pour tolérer le froid pourraient pénétrer dans les aires de répartition d'espèces plus nordiques. Des effets pleiotropiques (multiples) inattendus pourraient également apparaître.

27. Comme une grande partie de l'aquaculture mondiale s'appuie sur des espèces vivant en dehors de leur aire de répartition naturelle, les échappées sont une préoccupation constante pour la diversité biologique. Plusieurs espèces marines exotiques résultant de stocks d'élevage qui se sont échappés sont bien ancrées loin de leur aire de répartition naturelle. Lorsque que des populations autonomes constituées d'individus qui se sont échappés s'établissent, elles peuvent avoir diverses interactions avec des communautés locales, notamment la prédation, la concurrence et même l'élimination des espèces indigènes. Le risque est probablement plus grand lorsque les espèces qui s'échappent occupent des niches écologiques similaires à celles des espèces locales car elles sont alors plus susceptibles d'avoir des interactions avec les populations locales et de menacer leur survie. La capacité des populations naturelles de se reconstituer après une introgression de gènes d'élevage a fait l'objet d'un nombre très limité d'études.

III. MOYENS D'ÉVITER LES EFFETS NÉGATIFS DE LA MARICULTURE SUR LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE DU MILIEU MARIN ET DES ZONES CÔTIÈRES

28. Bien que la mariculture ait tout un éventail d'effets négatifs sur la diversité biologique, plusieurs de ces effets peuvent être atténués ou éliminés. Dans certains cas, il est même possible de produire certains effets positifs pour la diversité biologique. Il est important de mentionner que la mariculture basée sur une alimentation allochtone (la majorité des poissons et des crustacés) pourrait avoir des effets négatifs plus importants et plus marqués que la mariculture basée sur une alimentation autochtone (poissons filtreurs, macroalgues, dépositivores). Les secteurs les plus prometteurs pour éviter les effets néfastes de la mariculture sur la diversité biologique sont, notamment, la réduction des déchets en appliquant une meilleure gestion, les changements apportés à la nutrition (nouvelle formulation des aliments, réduction de l'utilisation de protéines animales, amélioration de l'utilisation) et les améliorations technologiques comme les « systèmes fermés ». Dans les réservoirs et les étangs fermés, il est possible de traiter les effluents de façon à éviter le rejet de produits chimiques, d'antibiotiques, les maladies, ainsi que l'excès de nutriments. Le rapport détaillé du groupe d'expert contient une description des problèmes, impacts, principaux outils d'atténuation et des résultats des mesures d'atténuation.

A. *Choix du meilleur site et meilleure gestion pour réduire les effets des apports en nutriments*

29. Une sélection correcte du site est généralement le meilleur outil de gestion et d'atténuation des apports en nutriments dans l'environnement. Dans certains cas, ces apports peuvent avoir des effets positifs sur la productivité locale et la diversité biologique. Le problème principal est de ne pas permettre aux nutriments d'être perdus pour la dégradation bactérienne mais de pénétrer dans les réseaux trophiques naturels ou les réseaux trophiques artificiels dans le cas des polycultures.

30. Les modèles mathématiques peuvent aider à faire une estimation des impacts relatifs des opérations de mariculture. Cependant, pour établir de tels modèles, les informations de base, comme les estimations sur les autres apports en nutriments pénétrant dans les étendues d'eau, sont souvent difficiles à obtenir. La coopération avec d'autres secteurs est nécessaire. Les types de modèles mathématiques comprennent : modèles de bilan pondéral et modèles hydrologiques pour le choix des sites, ainsi qu'utilisation des outils des systèmes d'information géographique (SIG). Par ailleurs, l'application d'une gestion intégrée des zones marines et côtières peut contribuer à optimiser la répartition spatiale et à atténuer les effets de la mariculture.

B. *Réduction des déchets grâce à une meilleure gestion*

31. L'impact des déchets provenant des effluents dépend des paramètres d'élevage, y compris les espèces, la méthode d'élevage et le type d'aliments, ainsi que de la nature du milieu récepteur en termes de caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. ^{4/} Les déchets provenant de la pisciculture marine peuvent contenir des concentrations élevées de nutriments organiques et inorganiques. Il est clair que dans le cas des méthodes de culture impliquant l'utilisation d'aliments à base de farines de poisson, il y aura un transfert de nutriments dans les eaux d'arrivée (ainsi que des indices originaux de nutriments) qui pourrait éventuellement faire augmenter les concentrations de nutriments et entraîner une eutrophisation. Par eutrophisation on entend « l'augmentation du taux de matière organique apporté à un écosystème ». L'eutrophisation interviendra à la suite d'un ajout de nutriments selon l'état de l'environnement récepteur, lequel pourrait varier dans l'espace, sur de courtes périodes ou de manière saisonnière, compte tenu des facteurs qui limiteront la production primaire. ^{5/}

Amélioration de l'efficacité du processus alimentaire

32. Il est possible de minimiser l'apport en nutriments en renforçant l'efficacité de la conversion alimentaire. On peut le faire en améliorant les formulations alimentaires, ce qui entraînerait une meilleure appétibilité et absorption, et en réduisant les déchets alimentaires. On peut encore réduire les impacts en utilisant des variétés efficaces de poissons, de coquillages etc.

33. Diverses méthodes permettent de réduire l'apport de déchets alimentaires : utilisation de détecteurs acoustiques dans les cages marines afin de réduire la déperdition de granulés, utilisation de senseurs pour détecter la diminution de l'activité alimentaire des poissons, liés à des contrôleurs d'apport, et utilisation de systèmes de collecte et de récupération des déchets.

34. Lorsque des systèmes d'alimentation automatisés et contrôlés ne sont pas disponibles, la sensibilisation des pisciculteurs aux effets préjudiciable du gaspillage, tant pour l'environnement que pour l'économie, et

^{4/} Wu, 1995.

^{5/} Black, 2001.

une formation à une alimentation à la main efficace peuvent contribuer à réduire la quantité d'aliments nécessaire.

Réduction de l'azote et du phosphore dans l'alimentation

35. On prend généralement pour hypothèse que l'azote est le nutriment qui limite la croissance du phytoplancton dans les eaux marines. Réduire l'apport direct de déchets azotés provenant des entreprises de pisciculture dans l'environnement permet donc limiter les effets potentiels de l'eutrophisation. La quantité d'azote dans les aliments a diminué car leur formulation a été peu à peu alignée sur les besoins alimentaires des poissons. En particulier, les régimes alimentaires modernes ont tendance à contenir davantage de lipides et moins de protéines, ce qui a contribué à une réduction générale des taux de conversion alimentaire et à une réduction des apports de déchets azotés.

36. Dans les étangs, les éleveurs de crevettes devraient envisager d'utiliser des aliments naturels dans les étangs, comme le zooplancton et des organismes benthiques, pour compléter les aliments composés. Cette pratique réduira la charge allochtone dans les étangs. Les pratiques de gestion des étangs, comme l'aération, le taux d'alimentation et le taux de chargement, devraient contribuer à renforcer l'alimentation naturelle dans les étangs.

37. Les aliments composés à faible teneur en phosphore et en azote devraient être utilisés dans les élevages de crevette pour limiter l'eutrophisation dans les étangs, ainsi que dans les étendues d'eau associées. Cependant, les choses évoluent très lentement, peut-être parce que les producteurs d'aliments pour crevettes n'ont pas été suffisamment sensibilisés à l'environnement.

Amélioration de la gestion des étangs à crevettes

38. Les éleveurs de crevettes libèrent normalement dans l'estuaire les eaux enrichies des étangs lors de l'échange d'eau ainsi que des matières organiques dissoutes dans le fond de l'étang à la fin de chaque récolte, ce qui provoque de graves problèmes d'eutrophisation. Une diminution de la fréquence des échanges d'eau devrait réduire les problèmes d'eutrophisation dans l'estuaire. Dans les zones sujettes à la maladie ou polluées, on se tourne de plus en plus fréquemment vers un système d'élevage fermé qui n'a pas besoin d'eau provenant de sources extérieures pendant la période d'élevage.

39. L'utilisation de probiotiques, de préférence locaux, devrait améliorer la qualité de l'eau dans les étangs et, partant, le taux de conversion alimentaire, la production de crevettes et la propreté des effluents. ^{6/}

40. L'élimination de boues du fond des étangs après chaque récolte de crevettes et l'extraction de nutriments des sédiments ne devrait pas seulement prévenir l'eutrophisation dans l'estuaire mais également permettre de récupérer des nutriments pour les algues de culture de masse dans les élevages de crevettes. ^{7/} Par ailleurs, la gestion des étangs devrait garantir que tous les effluents des étangs sont traités dans un réservoir contenant des macroalgues, des bivalves et des poissons pour faire reculer la turbidité et réduire la teneur en azote et en phosphore avant le rejet dans la mer ou le recyclage vers les étangs. Dans d'autres cas, il est possible de coupler efficacement les poissons filtreurs et les crevettes.

^{6/} Devarajah *et al.*, 2002.

^{7/} Yusoff *et al.* 2001.

C. Utilisation de systèmes fermés et de recirculation (tant pour la pisciculture que pour l'élevage de crevettes)

41. Les systèmes fermés peuvent contenir des espèces domestiquées et les empêcher de se mêler aux populations sauvages. On peut ainsi empêcher les nutriments en particules de se dissoudre dans l'environnement tout en réduisant dans une large mesure les rejets de nutriments dissous. ^{8/} Bien que ces systèmes de recyclage des eaux coûtent cher, ils offrent de meilleures possibilités de planifier à long terme une diminution des risques pour l'élevage et d'éviter le rejet excessif de nutriments dans les systèmes côtiers naturels. Les améliorations apportées à la conception et l'efficacité technique des usines modernes de traitement des eaux usées autorisent des densités de repeuplement plus élevées, font reculer les maladies, les panes et les coûts de fonctionnement, tout en entraînant une réduction de l'eutrophisation potentielle des eaux côtières.

42. Dans la plupart des systèmes fermés, il est possible d'incorporer des mécanismes permettant de réduire l'apport en nutriments dans les zones côtières. Les systèmes les plus simples, que l'on peut nettoyer périodiquement, sont des décanteurs de particules organiques. Ces systèmes sont largement utilisés dans la production de saumoneaux d'eau douce où les biofiltres, les décanteurs aérés, sont couramment utilisés. Cependant, la plupart de ces systèmes ne sont pas particulièrement efficaces pour l'élimination de l'azote dissout, qui pourrait provoquer une eutrophisation. Les systèmes de recirculation plus perfectionnés peuvent recycler jusqu'à 80% de l'eau dans les réservoirs.

D. Mariculture intégrée (polyculture)

43. La polyculture a une longue histoire dans l'aquaculture d'eau douce (surtout en Chine) et elle pourrait s'appliquer davantage à l'environnement marin. En polyculture marine, les bivalves, les algues et les poissons de mer sont produits ensemble. En associant des espèces complémentaires, la perte de l'une peut être convertie en protéines par les autres. Dans la production de poissons, par exemple, la nourriture qui n'est pas consommée va aux bivalves qui se nourrissent de particules en suspension, ou elle se mélange aux matières fécales et est absorbée par les producteurs primaires comme les algues (prélèvement direct), ou par le phytoplancton, qui est ensuite consommé par les bivalves.

44. Les effluents riches en matières organiques provenant de l'élevage des crevettes peuvent aussi être utilisés par les bivalves. Plusieurs espèces peuvent filtrer les petites particules, tout en utilisant les microalgues présentes dans les effluents. Il peut s'agir d'espèces commercialisables à prélever ou d'espèces sans valeur marchande à utiliser comme farine de poisson. Cette forme de culture pourrait améliorer la viabilité de plusieurs types d'aquaculture puisqu'elle maintient un équilibre au niveau de la quantité de nutriments dans l'environnement et accroît la rentabilité de la production de protéines.

45. Il faut noter que l'atténuation des impacts des apports en nutriments dus à la mariculture sur les écosystèmes marins exige des connaissances sur la capacité biogénique locale et régionale d'assimiler des nutriments, ainsi que sur les réseaux trophiques et les processus des écosystèmes. Les études de ce genre ne figurent généralement pas dans les études d'impact sur l'environnement et les autorisations de permis. Il serait aussi utile de faire coïncider et de coupler la mariculture avec la pêche artisanale et la pêche sportive pour aider les nutriments à entrer dans un cycle afin de produire d'autres impacts positifs ou de neutraliser les effets négatifs possibles.

^{8/} Ackefors 1999.

E. Production de larves dans des établissements d'aquaculture plutôt que dans la nature

46. Dans les systèmes de culture, où il n'existe pas de méthodes de contrôle artificiel de la reproduction et où ces méthodes sont trop onéreuses pour les éleveurs locaux, le prélèvement manuel des alevins pour le grossissement peut éliminer des quantités non négligeables de biomasse. Il faudrait mettre cette action en corrélation avec l'impact du prélèvement de juvéniles avant toute contribution à la reproduction. Bien qu'il soit mal documenté, le prélèvement intense de juvéniles peut perturber le recrutement naturel des populations locales, portant ainsi atteinte à la viabilité de l'espèce. Par ailleurs, on s'attend à une modification de la diversité biologique du plancton, des réseaux trophiques et à la destruction de l'habitat. Il faut souligner que ces impacts dépendent en grande partie de la stratégie reproductrice de l'espèce et de la sensibilité de l'écosystème. Le prélèvement de larves sauvages, suivi par des transferts, peut aussi entraîner une perte de la diversité biologique en raison de ses effets sur l'hétérogénéité des ressources génétiques des espèces autochtones. Bien qu'il puisse avoir un impact sur les activités sociales, un processus efficace d'atténuation consiste à produire des larves dans des établissements aquacoles de façon à soutenir la production aquacole. La mise en œuvre d'un tel plan peut contribuer à restaurer la diversité biologique.

47. Les nouvelles technologies, comme la cryopréservation, peuvent être considérées comme des processus d'atténuation visant à limiter la pression sur les populations sauvages et à optimiser la gestion des stocks de géniteurs et l'approvisionnement en larves au niveau de l'écloserie. En outre, on constate un besoin critique de bases de données génétiques permettant d'évaluer les ressources génétiques et de pronostiquer toute modification possible due aux espèces sélectionnées.

F. Atténuation des effets des antibiotiques

48. On s'inquiète beaucoup de l'apparition et de la sélection de bactéries résistantes dues à une utilisation excessive d'antibiotiques. L'opinion générale est que la résistance aux antibiotiques est associée à la fréquence de leur utilisation dans l'environnement. ^{2/}

49. Il faudrait organiser des formations sur l'utilisation et les effets nocifs des antibiotiques pour s'assurer qu'ils sont administrés de manière adéquate. Dans bien des cas, l'apparition de la maladie s'explique par de mauvaises pratiques de gestion sanitaire provoquant un stress et exposant ainsi davantage les animaux d'élevage aux maladies. Un suivi proactif et l'utilisation d'outils de diagnostic appropriés sont souvent les meilleurs moyens d'éviter une poussée épidémique.

50. Il convient d'élaborer et d'appliquer des réglementations visant à réduire l'utilisation d'antibiotiques. Il faudrait accorder davantage d'attention à la réduction des facteurs de stress en améliorant les pratiques de gestion sanitaire. Dans certains pays, l'industrie a tendance aujourd'hui à abandonner l'usage intensif de produits chimiques artificiels, à rechercher des densités de repeuplement plus faibles et à utiliser des probiotiques (pour améliorer la qualité de l'eau).

51. Cette situation, à laquelle vient s'ajouter la résistance du public à l'utilisation d'antibiotiques dans certains pays, a favorisé une recherche intensive sur les vaccins permettant d'éviter les maladies infectieuses chez les animaux marins d'élevage. La vaccination peut traiter très efficacement certaines maladies infectieuses. Les vaccins peuvent être administrés par voie orale ou par injection, ou encore par immersion ou irrigation. Les principales maladies pour lesquelles des vaccins ont été mis au point sont la furonculose, la vibriose en eau froide, la vibriose des poissons, la yersiniose et l'edwardsiellose.

^{2/} Hamilton-Miller 1990 et autres.

52. Des recherches plus approfondies devraient être encouragées dans ce domaine, avec la participation étroite des sociétés de pêche. Une assistance économique sera souvent nécessaire avec un tel développement technologique, surtout pour les pays en développement.

G. Atténuation des effets des pesticides, piscicides et parasitocides

53. Les pesticides et les piscicides sont utilisés pour éliminer les espèces parasites du milieu ambiant. Les résidus sont souvent très toxiques et peuvent persister pendant plusieurs semaines dans l'eau et les sédiments, tuant ainsi souvent des organismes non ciblés. Des densités de populations plus faibles, des distances suffisantes entre les élevages, des méthodes prophylactiques et des procédures de gestion générales (comprenant une formation appropriée) devraient largement contribuer à prévenir l'utilisation de produits chimiques pour lutter contre des parasites externes. L'autre solution consisterait à utiliser des systèmes totalement autonomes.

H. Réduction de l'utilisation d'hormones

54. Les autres solutions permettant d'éviter l'utilisation d'hormones sont les suivantes :

(a) Des programmes appropriés de sélection génétique, capables de fournir une meilleure descendance et de renforcer certaines caractéristiques que l'on pouvait atteindre grâce aux hormones;

(b) L'utilisation d'une gestion photopériodique dans la production industrielle de saumons. Il s'agit probablement d'un des outils d'atténuation les plus prometteurs pour remédier à l'utilisation d'hormones dans le domaine de la production de saumons. Des techniques similaires devraient être mises au point pour d'autres espèces;

(c) La cryopréservation devrait être envisagée comme processus d'atténuation permettant d'optimiser la gestion du stock de géniteurs et l'approvisionnement en oeufs au niveau de l'écloserie.

I. Prévention de la transmission de maladies

55. La prévention devrait être encouragée en tant que processus d'atténuation de la transmission de maladies puisqu'il n'existe pas de traitement pour plusieurs maladies qui frappent les espèces d'élevage. Il faudrait encourager l'application de programmes plus efficaces de surveillance continue pour les maladies connues et nouvelles, ainsi que l'utilisation d'outils biomoléculaires pour les diagnostics.

56. L'atténuation devrait comprendre des mesures de contingence telles que stations de quarantaine et isolement total des organismes infectés à traiter ou à transporter pour être éliminés. Les effluents de systèmes autonomes devraient être traités aux ultraviolets ou à l'ozone.

57. Il faudrait mettre en place des protocoles de quarantaine et de mouvements d'animaux pour réduire au minimum la transmission des maladies. Il conviendrait d'adopter les codes internationaux de pratiques, les accords et les directives techniques utilisés pour réduire au minimum le risque de contagion associé au mouvement d'animaux aquatiques. On peut citer en exemple le Code zoosanitaire international et le Diagnostic Manual for Aquatic Animals Diseases de l'OIE, le Code d'usages concernant les introductions et transferts d'organismes marins et d'organismes d'eau douce du Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM). Il faudrait en outre adopter des lignes directrices régionales comme celles adoptées plus récemment (2000) par la FAO/Réseau des centres d'aquaculture d'Asie et du Pacifique (NACA) : Asia Regional Technical Guidelines on Health Management for the Responsible Movement of Live Aquatic Animals and the Beijing Consensus and Implementation Strategy. La collaboration entre des organismes régionaux comme le NACA, l'OIE, le CIEM et la FAO devrait être encore renforcée et

/...

devrait comprendre une collaboration sur des questions liées au mouvement transfrontières des animaux aquatiques.

58. Il faudrait encourager la culture d'espèces locales. En outre, le renforcement des capacités sanitaires des animaux aquatiques, ainsi que l'amélioration des installations de laboratoire, des protocoles de surveillance et des stratégies thérapeutiques permettraient de minimiser les pertes dues à la contagion.

59. Par ailleurs, la création et la mise en œuvre d'un système régional harmonisé de certification, la création de laboratoires régionaux de références pour la normalisation et la validation des diagnostics, ainsi que la mise en place de programmes régionaux de formation sur des questions liées à la santé des animaux aquatiques, y compris les mouvements transfrontières, l'évaluation des risques et les plans de contingence, sont autant de mesures vitales pour prévenir la contagion.

J. Prévention des échappées

Espèces exotiques

60. Bien que les contraintes géographiques puissent être difficiles à surmonter, surtout dans les pays en développement, il faudrait encourager la mariculture d'espèces endémiques. Une analyse des risques peut être effectuée avant toute introduction de façon à connaître les impacts éventuels. Des pratiques améliorées de gestion peuvent limiter la propagation des individus qui se sont échappés, notamment, le choix de sites situés en dehors de la zone de reproduction de l'espèce pour éviter la reproduction. On peut également recommander l'utilisation d'individus stériles lorsque le risque d'interaction avec la population locale est limité. D'autres mesures de contingence devraient être obligatoires en cas d'échappées accidentelles.

Espèces locales

61. Les espèces locales d'élevage peuvent entraîner une diminution de la variabilité génétique intraspécifique lorsqu'elles sont relâchées dans l'environnement. Par ailleurs, le transfert de semences dans l'aire de répartition géographique des espèces peut porter atteinte à la variabilité génétique. Donc, un plan approprié de gestion des stocks de géniteurs est essentiel. L'autre mesure d'atténuation possible consiste à limiter la propagation de souches sélectionnées en favorisant la production d'individus stériles.

IV. RENFORCEMENT DES EFFETS POSITIFS DE LA MARICULTURE SUR LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE ET LA PRODUCTIVITÉ DU MILIEU MARIN ET DES ZONES CÔTIÈRES

62. La mariculture pourrait contribuer à préserver la diversité biologique. En tant qu'activité économique couronnée de succès, elle peut en effet réduire la pression de la prédation sur des espèces aquatiques prélevées communément. Elle peut donc fournir un soulagement au niveau local bien que, globalement et indirectement, l'aquaculture ait été rendue responsable du prélèvement excessif des ressources aquatiques pour la fabrication de farine de poisson. ^{10/}

63. Les charges en nutriments provenant de la mariculture peuvent entraîner une eutrophisation et des pertes de diversité biologique. Toutefois, les charges en nutriments dans les zones côtières oligotrophes à mésotrophes pourraient améliorer la productivité et accroître la diversité biologique, bien que l'on puisse

^{10/} Soto et Jara 1999.

alléguer qu'elles entraînent des modifications des conditions naturelles. L'un des moyens de réduire l'empreinte écologique de l'élevage des saumons consiste à éviter la perte de nutriments pour la dégradation bactérienne. On peut le faire en trouvant d'autres solutions (outre la dégradation bactérienne directe) en faisant appel aux espèces locales et aux processus d'écosystème. Le couplage de ces processus à la mariculture pose toujours problème. Selon certaines hypothèses écologiques, les apports accrus de nutriments pourraient contribuer à élargir les réseaux trophiques et éventuellement renforcer la diversité biologique, au moins dans un certain rayon.

64. La sélection du meilleur site (y compris l'évacuation et la dispersion optimale des nutriments) pourrait en fait favoriser une augmentation de la productivité locale et totale, surtout dans les systèmes oligotrophes et mésotrophes, en particulier quand l'hétérogénéité supplémentaire du substrat a été renforcée grâce, notamment, à la construction de récifs artificiels dans des fonds mous. ^{11/} Angel *et al* (2002) ont démontré que les conditions écologiques s'étaient améliorées autour des établissements de pisciculture grâce aux récifs artificiels. Les autres possibilités sont notamment le couplage avec certaines formes d'élevage de crustacés ou des parcs à crustacés naturels. Il faudrait étudier toutes ces possibilités.

65. Il faudrait également mentionner que certaines formes de mariculture, comme la production de crustacés et de macro-algues, pourraient contribuer au renforcement de la diversité biologique en fournissant une structure d'habitats et des aliments. Ces impacts pourraient renforcer la structure du réseau trophique, les flux et les interactions entre la mariculture d'une part et les poissons sauvages et les invertébrés d'autre part.

66. Bien qu'elle ne soit pas directement liée à la mariculture, la surpêche et d'autres activités ont un impact sur la diversité biologique et appauvrissent les stocks sauvages. La mariculture, s'il s'agit d'une activité reproductive contrôlée, pourrait être considérée comme un processus d'atténuation en faveur de la régénération de la diversité biologique. Toutefois, cette question doit être abordée dans le cadre d'un plan de gestion génétiquement rationnelle des stocks de géniteurs de façon à éviter de réduire la variabilité génétique.

V. LIGNES DIRECTRICES POUR UNE MARICULTURE RESPECTUEUSE DE LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE

A. Principes et normes

67. Bien qu'il n'existe pas encore de critères internationaux reconnus s'appliquant spécifiquement à la réglementation environnementale des opérations d'aquaculture, plusieurs réglementations et lois nationales et régionales, qui s'appuient largement sur des critères environnementaux adoptés par les scientifiques, ont été adoptées. Cependant, le CIEM a préparé récemment un projet de lignes directrices pour l'élaboration d'études d'impact sur l'environnement lié à la mariculture des crustacés ^{12/}. Par ailleurs, l'Union européenne a financé le projet MARAQUA, qui présente également les principes scientifiques sur lesquels repose le suivi des impacts écologiques de l'aquaculture. Un ensemble de principes et de normes sont appliqués de manière volontaire dans l'industrie dans le but de réduire son impact sur l'environnement et d'améliorer son image de marque. Par ailleurs, dans sa décision VI/7 A, la Conférence des Parties contractantes a adopté des lignes directrices visant à intégrer les questions relatives à la diversité biologique dans les études d'impact sur l'environnement.

^{11/} Jara et Cespedes 1994.

^{12/} Voir <http://www.ices.dk/reports/MCC/2002/WGEIM02.pdf>.

68. L'article 9 du Code de conduite de la FAO pour une pêche responsable fournit un ensemble de principes et de normes volontaires qui, s'ils sont appliqués, garantissent que les éventuels problèmes sociaux et environnementaux associés au développement de l'aquaculture sont dûment pris en compte et que l'aquaculture se développe de manière durable. Toutefois, la responsabilité de créer un environnement propice au développement durable de la mariculture n'incombe pas uniquement aux gouvernements et aux aquaculteurs, mais également aux scientifiques, aux médias, aux institutions financières et aux groupes d'intérêt spéciaux. Au nombre des principes et normes supplémentaires, on peut citer le Code de conduite du CIEM et le Code du NACA.

B. Certification

69. Les opérations d'aquaculture peuvent être certifiées dans les cas suivants : (i) elles produisent des espèces sélectionnées dans le respect des lignes directrices ou codes de pratique, (ii) elles produisent des espèces sélectionnées dans le respect de normes fiables et reconnues ou (iii) des audits et des évaluations opérationnels garantissent qu'elles produisent des espèces conformément à des critères définis. Les paragraphes ci-dessous examinent ces trois méthodes de certification :

(a) On délivre des certificats officiels, parfois suivis d'un éco-étiquetage du produit, aux opérations d'aquaculture qui produisent des espèces sélectionnées dans le respect des lignes directrices ou codes de pratique. Par exemple, l'Alliance mondiale pour l'aquaculture est une association commerciale internationale à but non lucratif qui encourage une aquaculture écologiquement responsable grâce à un programme d'éco-étiquetage appelé « programme d'aquaculture responsable » qui comprend les codes de conduite à respecter pour une aquaculture responsable et une certification des normes de production. Il existe d'autres programmes accordant davantage d'importance aux certificats délivrés par une tierce partie;

(b) On délivre des certificats aux opérations d'aquaculture produisant des espèces sélectionnées dans le respect de normes organiques fiables et reconnues. Par exemple, la Fédération internationale des mouvements d'agriculture biologique (IFOAM) a établi des normes de production biologique pour l'agriculture et l'aquaculture qui sont utilisées par les organes de certification et les organisations responsables de la normalisation partout dans le monde comme cadre de mise au point de critères de certification. Les critères de l'IFOAM portent sur l'élevage des poissons et l'entretien des cages; la qualité de l'eau; l'alimentation; la santé; la reconstitution des populations, l'alevinage et l'origine, la propagation des populations de poissons et l'alevinage; le transport, la mise à mort et la transformation;

(c) On délivre des certificats aux opérations d'aquaculture après avoir procédé à des audits et des évaluations opérationnels garantissant qu'elles produisent des espèces conformément à des critères définis. La délivrance du certificat est suivie d'un éco-étiquetage du produit et exige souvent la mise en œuvre d'un système de gestion de l'environnement (SGE). L'Organisation internationale de normalisation (ISO) a mis au point des séries de normes génériques et des critères généraux à suivre lors de l'élaboration d'un SGE. Diverses organisations s'appuient sur le Système ISO 14001 de Management environnemental pour délivrer des certificats.

70. Des programmes de suivi appropriés sont essentiels pour établir et conserver une industrie de la mariculture respectueuse de l'environnement. Le suivi et la réglementation du processus de production et de l'envergure de l'opération sont une condition préalable d'intégration de la mariculture dans la planification des zones côtières. Ce n'est que lorsque des données adéquates sont disponibles que les besoins environnementaux, y compris la diversité biologique et de la mariculture, peuvent être déterminés avec certitude. Il s'ensuit que l'intégration est réussie lorsque tous les participants (utilisateurs des ressources côtières) sont capables d'identifier leurs besoins et les impacts sur l'environnement, tout en

faisant preuve d'une bonne crédibilité dans leurs évaluations. Pour gagner la confiance du public, il est recommandé de mettre les résultats des programmes de suivi en cours à la disposition du public.

71. L'établissement de seuils pour les impacts sur l'environnement ou de normes de qualité de l'environnement (NQE) exige une coopération étroite entre les autorités qui peuvent déterminer quel impact est acceptable et les chercheurs qui en déterminent les implications en paramètres mesurables. Dans de nombreux pays, la tâche est déterminée par des objectifs de qualité de l'environnement (OQE) qui permettent de fixer les valeurs des (NQE). Un système NQE/OQE est approprié puisqu'il contribuera à l'établissement de systèmes réglementaires transparents fondés sur des décisions politiques et l'adhésion du public. Cette approche donne la possibilité de définir des zones ayant des impacts autorisés différents et, partant des valeurs différentes pour les NQE. ^{13/}

72. Les programmes de suivi doivent se concentrer sur les principaux impacts de la mariculture. Il a été suggéré d'utiliser les critères suivants pour définir les impacts prioritaires :

- (a) La somme des impacts doit être pertinente tant pour l'environnement que pour l'opération de mariculture;
- (b) Il faut pouvoir surveiller l'impact, par exemple des méthodes analytiques de routine doivent être disponibles et les signaux doivent se distinguer des niveaux de référence;
- (c) Des informations scientifiques doivent être disponibles pour pouvoir établir des NQE adéquates;
- (d) Le suivi doit être économique car les opérations de mariculture sont de petites entreprises.

^{13/} Henderson et Davies, 2000.

Annexe I

RECOMMANDATIONS POUR LES FUTURS PROJETS DE RECHERCHE ET DE SUIVI

Le groupe d'experts est conscient qu'à l'heure actuelle, on ne dispose pas d'informations suffisantes sur les impacts de la mariculture sur la diversité biologique et sur les moyens de les atténuer. Par conséquent, des efforts supplémentaires doivent être déployés dans les secteurs suivants :

- (a) *Besoins à satisfaire en termes de recherche générale :*
 - (i) Mise au point de programmes de recherche pour soutenir la création de programmes de suivi efficaces permettant d'étudier les impacts de la mariculture sur la diversité biologique marine et côtière;
 - (ii) Mise au point de critères permettant de juger de la gravité des impacts de la mariculture sur la diversité biologique;
 - (iii) Création ultérieure de programmes de suivi permettant de détecter les impacts de la mariculture sur la diversité biologique;
 - (iv) Amélioration (et transfert) de systèmes intégrés de mariculture y compris la polyculture;
 - (v) Recherche sur l'impact sur la diversité biologique des espèces de mariculture qui se sont échappées;
 - (vi) Mise au point de critères à appliquer lorsque des études d'impact sur l'environnement s'avèrent nécessaires et pour la mise en œuvre d'études d'impact sur l'environnement à tous les niveaux de la diversité biologique dans le contexte des lignes directrices adoptées par la Conférence des Parties dans sa décision VI/7 A (gènes, espèces, écosystèmes);
 - (vii) Notant que le glossaire de la FAO porte surtout sur la pêche de capture marine, élargir ce glossaire pour y inclure la terminologie liée à l'aquaculture;
 - (viii) Renforcement des évaluations mondiales de la diversité biologique du milieu marin et des zones côtières;
- (b) *Recherche relative aux impacts de la mariculture sur la diversité biologique :*
 - (i) Mise au point d'un plan de gestion des ressources génétiques pour le stock géniteur;
 - (ii) Recherches visant à comprendre les effets génétiques de l'évolution de la biotechnologie en aquaculture;
 - (iii) Recherches visant à comprendre la structure génétique tant des populations d'élevage que des populations sauvages, y compris :
 - (iv) Effets de la pollution génétique qu'exercent les populations d'élevage sur les populations sauvages;
 - (v) Maintien de la viabilité génétique des populations d'élevage;

/...

- (vi) Études des (caractéristiques génétiques des) populations sauvages en tant que nouvelles candidates potentielles à la mariculture;
- (c) *Recherche relative aux impacts de la mariculture sur la diversité des espèces :*
- (i) Soutien aux études taxonomiques de base à l'échelon mondial, éventuellement en conjonction avec l'Initiative mondiale sur la taxonomie;
 - (ii) Soutien à des études en faveur du développement d'une aquaculture responsable basée sur les espèces locales;
 - (iii) Mise au point de méthodes et techniques limitant les prises accessoires lors du captage;
- (d) *Recherche liée aux impacts de la mariculture sur la diversité des écosystèmes :*
- (i) Recherche sur la capacité biogénique et les modèles de capacité biogénique pour planifier l'aquaculture, en particulier les taux de peuplement;
 - (ii) Études globales visant à évaluer quantitativement et qualitativement les effets de la mariculture sur la diversité biologique de divers écosystèmes aquatiques, choisis en fonction de leur degré de sensibilité;
 - (iii) Recherche sur la concurrence que font la pêche de capture et la pisciculture à la pêche marine;
 - (iv) Études visant à améliorer la compréhension des impacts sur la diversité biologique d'apports tels que produits chimiques, hormones, antibiotiques et aliments;
 - (v) Recherche sur l'impact des maladies des espèces d'élevage et sauvages sur la diversité biologique;
- (e) *Recherche connexe sur les conditions socio-économiques, la culture, la politique et la législation :*
- (i) Études comparatives sur les mécanismes législatifs, économiques et financiers visant à réglementer l'activité de la mariculture;
 - (ii) Mise au point de critères quantitatifs et qualitatifs permettant d'évaluer les impacts de la mariculture sur l'environnement selon les pratiques de culture;
- (f) *Programmes de suivi :*
- (i) Soutien aux programmes de suivi des maladies liées à la mariculture au niveau mondial;
 - (ii) Soutien au transfert d'outils de diagnostic biotechnologique à large usage;
 - (iii) Mise à jour de la base de données taxonomiques, y compris la diversité génétique au niveau intraspécifique.

Annexe II

RÉFÉRENCES ^{14/}

- Ackefors, H. 1999. Environmental impacts of different farming technologies. Pages 145-169 *In* N. Svennevig, H. Reinertsen, et M. New (eds.). Sustainable aquaculture: food for the future? A. A. Balkema, Rotterdam. 348 pp.
- Angel, D. N. Eden, S. Breitstein, A. Yurman, T. Katz et E. Spanier. 2002. In situ biofiltration: a means to limit the dispersal of effluents from marine finfish aquaculture. *Hydrobiologia* 469: 1-10.
- Black, K.D. 2001 Sustainability of aquaculture *In* “Environmental Impacts of Aquaculture” (Black, K.D. ed.) Sheffield Academic Press, pg. 199 – 212
- Devaraja, T.N. F.M. Yusoff et M. Shariff. 2002. Changes in bacterial populations and shrimp production in ponds treated with commercial microbial products. *Aquaculture*. 206:245-256
- FAO/NACA 2000. The Asia Regional Technical Guidelines on Health Management for the Responsible Movement of Live Aquatic Animals and the Beijing Consensus and Implementation Strategy. FAO Fish. Techn. Pap. No. 402, 53 pp.
- Hall, P.O.J., Holby, O., Kollberg, S. et Samuelson, M.O. 1992 Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. 4 Nitrogen Marine Ecology Progress Series 89, 81 – 91.
- Hamilton-Miller JMI1990. The emergence of antibiotic resistance: myths and facts in clinical practice. *Interns. Cares Med.* 16 (Suppl. 13): 206-211.
- Henderson, A.R. and I.M. Davies 2000 Review of aquaculture, its regulation and monitoring in Scotland. *Journal of Applied Ichthyology* 16: 200 –208
- ICES 1995. ICES Code of Practice on the Introductions and Transfers of Marine Organisms – 1994. ICES Co-op. Res. Rep. No. 204.
- Jara, F. and R. Cespedes. 1994. An experimental evaluation of habitat enhancement on homogeneous marine bottoms in southern Chile. *Bulletin of Marine Science* 55:295-307.
- Naylor, R.L.; Goldburg, R.J.; Primavera, J.H.; Kautsby, N.; Beveridge, M.C.M.; Clay, J.; Folke, C.; Lubchenco, J.; Mooney, H.; Troell, M. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 405: 1017-1024.
- OIE 2000, International Aquatic Animal Health Code. 3rd edn. Office International des Epizooties, Paris, 153 p.

^{14/} Une liste de references plus complete est disponible dans le rapport détaillé du groupe spécial d’experts techniques sur la mariculture.

Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese, et F. Torres, Jr. 1998. Fishing down marine food webs. *Science* 279:860-863.

Sandnes, K., et A. Ervik. 1999. Industrial marine fish farming. Pages 97-107 *In* N. Svennevig, H. Reinertsen, et M. New (eds.). *Sustainable aquaculture: food for the future?* A. A. Balkema, Rotterdam. 348 pp.

Shishehchian, F., F.M. Yusoff, M.S. Kamarudin et H. Omar. 1999. Azoteous excretion of *Penaeus monodon* post larvae fed with different diets. *Marine Pollution Bulletin* 39: 224-227

Soto, D. et F. Jara. 1999. Relevance of ecosystemic services provided by species assemblages: coupling salmon farming with diversité biologique use and management. *In*: Schei, Sandlund et Stran (Eds), *Norway/Conférence des Nations Unies sur l'approche écosystémique pour une utilisation durable de la diversité biologique* pp 133-137.

Yusoff, F.M. H.B. Matias, K. Zarina et S.M. Phang. 2001. Use of interstitial water extracted from shrimp pond bottom sediments for marine algal culture. *Aquaculture*. 201 (3-4): 263-270.

Wu, R.R.S. 1995 The environmental impact of marine fish culture – towards a sustainable future. *Marine Pollution Bulletin* 31: 159 – 166
