

Pour une aquaculture durable : un changement s'impose

Thierry Chopin, University of New Brunswick, Institute of Coastal Marine Science, Centre for Environmental and Molecular Algal Research, P.O. Box 5050, Saint John, New Brunswick, E2l 4L5, Canada

Shawn Robinson, Department of Fisheries and Oceans, Biological Station, 531 Brandy Cove Road, St. Andrews, New Brunswick, E5B 2L9, Canada

Si la pêche ne suffit plus, l'aquaculture est la solution

L'industrie des produits de la mer est à une croisée des chemins bien particulière. Alors que les pêches stagnent en volume et perdent en rentabilité, elles ne répondent plus à la demande mondiale qui augmente et a, en fait, doublé durant les trois dernières décennies. L'aquaculture devient donc de plus en plus importante pour procurer la différence entre la demande et la biomasse disponible. L'aquaculture produit déjà 40% des produits de la mer consommés au niveau mondial et a eu un taux de croissance de 10% par an durant ces dernières décennies (comparé à 2.8% pour l'agriculture). C'est le secteur agricole au plus fort développement, produisant 40 millions de tonnes en 2004 et sans doute 70 millions de tonnes en 2015 [1]. La majorité de la production aquacole provient toujours de systèmes extensifs et semi-intensifs, mais la croissance rapide de la monoculture de nourrissage (par exemple des poissons carnivores et des crevettes), même si elle ne représente que 10.7% en volume, est associée à un certain nombre de problèmes environnementaux, économiques et sociaux, particulièrement dans les régions où elle est fortement concentrée géographiquement.

Développer des systèmes d'aquaculture appropriés

Pour continuer à répondre à la demande en produits de la mer, l'aquaculture doit donc croître, mais elle doit développer de nouvelles méthodes de culture innovatrices, responsables, durables et rentables qui optimiseront son efficacité, l'aideront à se diversifier et feront en sorte que les impacts de ses activités seront atténués [2]. L'une de ces pratiques est l'aquaculture intégrée multi-trophique (AIMT), qui associe la culture des espèces de nourrissage (par exemple les poissons) avec celle des espèces extrayant les substances inorganiques dissoutes (par exemple les algues) et celle des espèces extrayant la matière organique particulaire (par exemple les invertébrés) pour développer l'aquaculture dans le cadre d'une approche équilibrée de la gestion des écosystèmes [3, 4, 5, 6, 7].

Dans le monde occidental, l'aquaculture est souvent pratiquée sous la forme de monocultures

occupant des baies ou des régions différentes: par exemple, sur la côte Est canadienne, le saumon en Baie de Fundy au Sud du Nouveau Brunswick et les moules et les huîtres au Nord-Est du Nouveau Brunswick et à l'île du Prince Edouard [8]. Les deux types d'aquaculture (de nourrissage et d'extraction) ne s'équilibrent donc pas au niveau local ou régional. Ces dernières années, on a parlé de diversification de l'aquaculture en développant, après l'aquaculture du saumon, celles de la morue, de l'aiglefin ou du flétan. Mais ce sont toutes des espèces de poissons et d'un point de vue écologique, cela n'est pas vraiment une diversification: des synergies entre espèces complémentaires ne sont pas créées et, en fait, cela ne peut qu'accentuer les impacts sur l'écosystème. La vraie diversification écologique suppose de cultiver des espèces de différents niveaux trophiques en incluant la culture des algues, des invertébrés, des vers polychètes, etc. pour recréer un écosystème simplifié en équilibre.

Grâce à l'AIMT, une partie de la nourriture et de l'énergie considérée comme des déchets et perdue dans les monocultures de poissons est réutilisée et convertie pour la croissance d'autres espèces à valeur commerciale tandis que la biomitigation s'opère et que des économies substantielles sur la nourriture sont réalisées. De cette manière, tous les composants du système de culture ont un rôle dans les procédés et services de recyclage de l'écosystème. En utilisant les espèces extractives pour la biomitigation des activités des espèces de nourrissage, les externalités environnementales de l'aquaculture de nourrissage sont internalisées, augmentant ainsi la rentabilité globale d'une ferme aquacole [3]. De plus, la diversification en produits apporte une stabilité économique et réduit les risques (c'est bien connu et cela s'applique aussi à l'aquaculture: il ne faut pas mettre tous ces œufs dans le même panier!). Les avantages environnementaux et économiques de l'AIMT devraient ainsi participer à une meilleure acceptation sociétale d'une aquaculture améliorée [9].

Le concept de l'AIMT est très souple et peut être utilisé aussi bien dans les systèmes ouverts d'aquaculture en mer que dans les systèmes fermés (ou en recirculation) à terre, en eau de mer comme en eau douce (parfois appelés systèmes aquaponiques) et avec différentes combinaisons d'espèces [7]. Ce qui est important c'est de choisir les organismes appropriés, basé sur les fonctions qu'ils remplissent dans l'écosystème, leur valeur économique et leur acceptabilité par le consommateur (soit directement comme nourriture ou indirectement comme produits extraits ou bioactifs). Le terme "multi-trophique" signifie que les espèces cultivées doivent faire parti de différents niveaux trophiques ou nutritionnels, par opposition à "polyculture" qui peut signifier, par exemple, la culture de plusieurs espèces de poissons de même niveau trophique [10]. Le terme "intégrée" signifie que les espèces sont cultivées en proximité les unes des autres (mais pas forcément exactement sur le même site) et qu'elles sont reliées par le flux de nutriments et d'énergie véhiculés par l'eau.

Le développement de l'aquaculture intégrée multi-trophique au Canada

Au Canada, un projet d'AIMT est actuellement développé par une équipe interdisciplinaire de chercheurs de l'Université du Nouveau Brunswick à Saint John et du Département des Pêches et des Océans à St. Andrews, en association avec les partenaires industriels Cooke Aquaculture Inc. et Acadian Seaplants Limited et le support financier de l'Agence de Promotion Économique du Canada Atlantique (APECA). Pour l'instant le projet, qui approche la phase commerciale, cultive

le saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*), les grandes algues brunes laminaires (*Saccharina latissima* et *Alaria esculenta*) et les moules (*Mytilus edulis*); d'autres espèces (concombres de mer, oursins, vers polychètes, et d'autres espèces d'algues) avec des rôles trophiques complémentaires seront bientôt ajoutées. La croissance des algues et des moules cultivées à proximité des cages de saumons augmente de 46% et 50%, respectivement, en comparaison à des algues et des moules croissant sur des sites de références, ce qui souligne bien l'augmentation de la disponibilité en nourriture et énergie [6, 11].

La question de la contamination potentielle des espèces extractives par recyclage de la nourriture et des déchets des espèces de l'aquaculture de nourrissage a été analysée. Le système de surveillance en place depuis six ans, en coopération avec l'Agence Canadienne d'Inspection des Aliments (ACIA), a démontré qu'aucun des produits thérapeutiques utilisés par l'industrie de l'aquaculture du saumon n'est détecté dans les algues et moules récoltées sur les sites d'AIMT. Toutes les concentrations en métaux lourds, arsenic, PCBs et pesticides sont soit indétectables ou toujours très en deçà des limites réglementaires de l'ACIA, de la Food and Drug Administration des USA et des Directives de la Communauté Européenne. Les moules provenant des sites d'AIMT ont été testées: elles n'ont pas le goût de poisson et leur rendement en chair (rapport du poids en chair au poids total) est supérieur à celui des moules que l'on trouve actuellement chez les marchands. Comme partout ailleurs dans le monde, il faut aussi surveiller les taux de toxicité dus aux algues phytoplanctoniques toxiques, mais à l'aide d'un bon réseau de surveillance il suffit de respecter quelques périodes de fermeture [12].

Une étude socio-économique a démontré que le public est en faveur de l'AIMT [13]. La plupart des participants ont indiqués les faits suivants : 1- l'AIMT peut réduire les impacts environnementaux de l'aquaculture du saumon (65%), 2- l'AIMT peut être bénéfique pour l'économie et l'emploi dans les régions côtières (93%) et 3- elle peut améliorer la compétitivité de l'industrie (95%) et sa durabilité (73%). Tous les participants ont indiqué qu'ils trouvaient que les produits provenant de production d'AIMT étaient bons à manger et 50% étaient prêts à payer 10% de plus pour des produits clairement identifiés comme provenant de tels systèmes de production. Ceci permet donc d'envisager le développement d'un label pour les produits d'AIMT ou leur désignation comme produits organiques.

Un modèle bioéconomique préliminaire a été développé [8] et il montre que l'addition de la culture des algues et des moules à celle du saumon est plus lucrative et diminue les risques économiques par la diversification. Un scénario économique préliminaire pour la Baie de Fundy montre que le développement de l'AIMT pourrait ajouter 44,6 millions de dollars de revenus et 207 emplois dans un secteur valant actuellement 225 millions et employant 1683 personnes directement et 1322 indirectement [14].

Nous travaillons aussi avec le Département des Pêches et Océans à Ottawa afin de mettre en place une réglementation appropriée au niveau national pour supporter le développement de l'AIMT au Canada. Un projet d'AIMT existe également en Colombie Britannique, sur l'île de Vancouver [15]. Sur un même site d'aquaculture, l'initiative de recherche "Pacific SEA-Lab", dirigée par le Dr. Stephen Cross de l'Université de Victoria, prévoit de cultiver des moules, des huîtres, des pétoncles, des algues laminaires, des concombres de mer et des oursins avec la morue

charbonnière.

L'aquaculture intégrée multi-trophique n'est en réalité pas une idée nouvelle. Pourquoi met-elle donc tant de temps à se développer dans le monde occidental?

Le paradoxe est qu'en réalité l'AIMT n'est pas un concept nouveau. Les pays d'Asie, qui procurent plus des deux tiers de la production aquacole mondiale, pratiquent l'AIMT depuis des siècles, souvent de manière empirique et artisanale. On peut donc se demander pourquoi cette méthode d'aquaculture pleine de bon sens n'est pas plus fréquemment utilisée dans le monde occidental? D'une part les concepts de recyclage sont beaucoup plus ancrés dans la mentalité asiatique et d'autre part les sociétés ont du mal à modifier leurs habitudes, même si la logique indique qu'elles devraient le faire. Les pays occidentaux réinventent régulièrement le fil à couper le beurre! Des recherches sur l'aquaculture intégrée ont été conduites dans les années soixante dix, notamment aux États-Unis [16]. L'intérêt pour l'AIMT a refait surface au début des années quatre vingt dix, basé sur l'idée que la solution à la nutrification n'est pas la dilution mais la conversion.

La détermination à développer l'AIMT à grande échelle ne viendra que lorsque des changements politiques, sociaux et économiques seront effectués par des gens de vision au niveau des centres de recherches, des gouvernements, de l'industrie, du public et des organisations environnementales non gouvernementales. Ils devront tous unir leurs efforts et résoudre leurs différences pour développer des systèmes de production alimentaire efficaces et durables, basés sur la rentabilité à long terme et la gestion responsable des écosystèmes côtiers, afin de répondre à la demande toujours croissante en produits de la mer. Pour cela, il faudra modifier certaines réglementations actuelles basées trop souvent sur des modèles de gestion monospécifique des pêches et qui ont démontré la limite de leur fiabilité. Il faudra aussi que le consommateur modifie ses habitudes, afin de consommer des produits de la mer cultivés écologiquement et pour lesquels il accepte déjà les concepts de recyclage et de production organique, même à un prix plus élevé.

Internaliser les coûts des externalités environnementales par la biomitigation rendra l'aquaculture intégrée multi-trophique encore plus attrayante

Si l'on pouvait également calculer les coûts de traitement épargnés par la biomitigation, la démonstration des avantages environnementaux, économiques et sociaux de l'AIMT serait encore plus convaincante. Les modèles économiques actuels ne considèrent pas la valeur économique des services de biomitigation rendus par les espèces extractives car il n'y a aujourd'hui aucun coût associé au traitement des décharges et des effluents des systèmes d'aquaculture. Des mesures incitatives au niveau réglementaire et financier devront être mises en place pour clairement reconnaître les avantages d'inclure les composants extractifs dans les fermes d'aquaculture pour la santé des écosystèmes et la société en général. De même qu'un système de crédits de carbone se met progressivement en place, on peut imaginer un système de crédits pour l'azote, le phosphore et d'autres éléments pour ceux qui investiront dans le développement de l'IMTA non seulement comme une méthode profitable de production mais aussi comme une méthode responsable de biomitigation des effluents de l'aquaculture de nourrissage.

Il semble que les conditions soient enfin réunies pour que ce changement se produise au Canada et

dans d'autres pays. Cela prendra certainement encore du temps, à moins que l'on y soit poussé de manière urgente... Comme disait Jules Verne "tout ce qui est impossible reste à accomplir"!

Références

- [1] FAO. 2006. State of world aquaculture, 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Fisheries Technical Paper 500, Rome.
- [2] Neori, A., Troell, M., Chopin, T., Yarish, C., Critchley, A. et Buschmann, A.H. 2007. The need for a balanced ecosystem approach to blue revolution aquaculture. *Environment* 49: 36-43.
- [3] Chopin, T., Buschmann, A.H., Halling, C., Troell, M., Kautsky, N., Neori, A., Kraemer, G.P., Zertuche-Gonzalez, J.A., Yarish, C. et Neefus, C. 2001. Integrating seaweeds into marine aquaculture systems: a key towards sustainability. *Journal of Phycology* 37: 975-986.
- [4] Mazzola, A. et Sarà G. 2001. The effect of fish farming organic waste on food availability for bivalve molluscs (Gaeta Gulf, Central Tyrrhenian, MED): stable carbon isotopic analysis. *Aquaculture* 192: 361-379.
- [5] Troell, M., Halling, C., Neori, A., Chopin, T., Buschmann, A.H., Kautsky, N. et Yarish, C. 2003. Integrated mariculture: asking the right questions. *Aquaculture* 226: 69-90.
- [6] Lander, T.R., Barrington, K.A., Robinson, S.M.C., MacDonald, B.A. et Martin, J.D. 2004. Dynamics of the blue mussel as an extractive organism in an integrated multi-trophic aquaculture system. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 104 (3): 19-28.
- [7] Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A.H., Kraemer, G.P., Halling, C., Shpigel, M. et Yarish, C. 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture* 231: 361-391.
- [8] Chopin, T. et Robinson, S. 2004. Defining the appropriate regulatory and policy framework for the development of integrated multi-trophic aquaculture practices: introduction to the workshop and positioning of the issues. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 104 (3): 4-10.
- [9] Ridler, N., Wowchuk, M., Robinson, B., Barrington, K., Chopin, T., Robinson, S., Page, F., Reid, G., Szemerda, M., Sewuster, J. et Boyne-Travis, S. 2007. Integrated multi-trophic aquaculture (IMTA): a potential strategic choice for farmers. *Aquaculture Economics and Management* 11: 99-110.
- [10] Chopin, T. 2006. Integrated Multi-Trophic Aquaculture. What it is and why you should care... and don't confuse it with polyculture. *Northern Aquaculture* 12 (4): 4.
- [11] Chopin, T., Robinson, S., Sawhney, M., Bastarache, S., Belyea, E., Shea, R., Armstrong, W., Stewart, I. et Fitzgerald, P. 2004. The AquaNet integrated multi-trophic aquaculture project: rationale of the project and development of kelp cultivation as the inorganic extractive component of the system. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 104 (3): 11-18.

[12] Haya, K., Sephton, D.H., Martin, J.L. et Chopin, T. 2004. Monitoring of therapeutants and phycotoxins in kelps and mussels co-cultured with Atlantic salmon in an integrated multi-trophic aquaculture system. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 104 (3): 29-34.

[13] Barrington, K., Ridler, N., Chopin, T., Robinson, S., Page, F., MacDonald, B. et Haya, K. 2005. *Social Perceptions of Integrated Multi-Trophic Aquaculture*. Final report for the Atlantic Canada Opportunities Agency, Saint John, Canada. 80 p.

[14] Chopin, T. et Bastarache, S. 2004. Mariculture in Canada: finfish, shellfish and seaweed. *World Aquaculture* 35: 37-41.

[15] Cross, S.F. 2004. Finfish-shellfish integrated aquaculture: water quality interactions and the implication for integrated multi-trophic aquaculture policy development. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 104 (3): 44-55.

[16] Ryther, J.H., Goldman, J.C., Gifford, J.E., Huguenin, J.E., Wing, A.S., Clarner, J.P., Williams, L.D. et Lapointe, B.E. 1975. Physical models of integrated waste recycling – marine polyculture systems. *Aquaculture* 5: 163-177.

