



# Aquaculture et changements globaux

Marc Metian  
(IAEA-EL, Monaco)

L'aquaculture, une activité en plein essor, fournit aujourd'hui plus de la moitié des poissons et de crustacés sur les marchés mondiaux. Les changements climatiques mettront en péril certaines productions aquacoles mais leur envergure n'est pas quantifiable actuellement vue l'incertitude des modèles globaux. Une adaptation via l'action des acteurs est également potentiellement réalisable. Les impacts directs seront essentiellement liés à l'évolution des conditions de production en milieu marin comme en zones continentales. Le principal impact indirect sera sans doute lié à la dépendance d'une alimentation exogène pour nourrir les organismes élevés. Cependant, les impacts négatifs (eutrophisation des eaux intérieures, acidification des océans...) et positifs (activités aquacoles dans des zones plus froides, meilleure croissance des organismes élevés...) pourraient s'équilibrer. Les impacts seront variables selon les régions et le type de production.

L'aquaculture, activité de production animale ou végétale en milieu aquatique, est actuellement en plein essor. Cette activité ancestrale, proche de l'agriculture, connaît une croissance exponentielle depuis les années 80 et fournit aujourd'hui plus de la moitié des poissons et de crustacés sur les marchés mondiaux et ce, dans une période où les volumes de pêche stagnent.

L'aquaculture devrait, sans aucun doute, être touchée par les changements climatiques. A travers les différents documents publiés sur ce point<sup>1</sup>, il apparaît clair que les conditions environnementales globales prédites affecteront le secteur aquacole. Il est cependant important de noter que tous les impacts ne seront pas uniquement négatifs. En effet, les changements climatiques vont potentiellement créer des opportunités de développement pour des pays/régions dont la production est actuellement réduite.

À la différence des produits issus de la pêche, l'intervention humaine est présente sur l'ensemble du cycle de vie (mis à part quelques exceptions<sup>2</sup>), ce qui implique qu'une adaptation<sup>3</sup> aux effets des changements climatiques via l'action des acteurs est potentiellement réalisable. Ce sont la sévérité des conditions environnementales, les coûts et les capacités d'adaptation des acteurs de l'activité mais aussi des décideurs nationaux et supranationaux qui feront de ces adaptations une réussite.

## RISQUES DIRECTS DES CHANGEMENTS GLOBAUX SUR L'AQUACULTURE

La production mondiale de l'aquaculture a atteint

<sup>2</sup> Notamment les productions aquacoles basés sur la capture des individus depuis les milieux naturels

<sup>3</sup> Dans le cas d'une production, une adaptation désigne le fait de trouver une solution technique pour pérenniser l'activité malgré les contraintes.

<sup>1</sup> cfr Littérature conseillée



un niveau record en 2012 avec 90,4 millions de tonnes (équivalent poids frais; valeur de 144,4 milliards de US dollars), dont 66,6 millions de tonnes de produits consommables (137,7 milliards de dollars US) et 23,8 millions de tonnes de végétaux aquatiques (principalement des algues; valeur: US\$ 6,4 milliards). Les changements climatiques mettront en péril certaines productions aquacoles mais l'envergure de ces impacts n'est pas quantifiable actuellement en l'absence de modèles globaux prenant en compte l'ensemble des effets directs et indirects des changements globaux. Une chose est sûre, il y aura des effets sur la production qui eux-mêmes se répercuteront sur l'Homme. En effet, la demande du marché mondial pour les produits de la pêche et de l'aquaculture est la plus importante de tous les produits alimentaires d'origine animale (26,85-27,45 millions tonnes vs. 20,38 - 21,99 millions tonnes en 2009). De plus,

Table - Synthèse des conséquences sur les océans et les zones côtières du changement climatique qui affecteront l'aquaculture (d'après Allison *et al.*, 2011) :

- La variation de température
- La variation de la salinité, de la densité et de la stratification des océans,
- La variation des circulations océaniques et des remontées côtières (upwelling)
- L'élévation du niveau de la mer
- Les échanges Terre-Océan
- Les changements dans les variabilités classiques du climat (ENSO)
- L'augmentation de la fréquence et de la gravité des événements climatiques extrêmes
- L'acidification des océans et les changements des propriétés chimiques
- Le timing et le succès des processus physiologiques, de ponte, et de recrutement
- La production primaire
- Les changements dans la distribution des espèces sauvages
- Les changements d'abondance des espèces sauvages
- Les changements phénomenologiques (temps des étapes des cycles de vie)
- Les invasions d'espèces et les maladies
- Les changements de régime et des événements extrêmes

les produits aquacoles constituent des aliments nutritifs pour les pays développés et en développement (viz. contribution à la sécurité alimentaire), et constituent une source de revenus à dans toutes les communautés, indépendamment du niveau de vie. Parmi les conséquences du changement climatique qui affecteront l'aquaculture, les impacts directs seront essentiellement liés à l'évolution des conditions de production. La production moyenne sera ainsi impactée, non seulement en milieu marin (Table 1) mais aussi en zones continentales (eaux douces et saumâtres) où la majorité de la production mondiale est concentrée. Ces zones de production, sont plus sensibles aux changements. À titre d'exemple, il est prévu, que le réchauffement climatique et l'augmentation globale de la température des eaux de surface qui en résulte impacteront bien plus significativement l'aquaculture dans ces zones qu'en milieu marin (viz. changement de la plage de la température optimale des organismes actuellement cultivés).

Cependant, les impacts négatifs et positifs pourraient s'équilibrer. Parmi les impacts positifs des changements climatiques, les modèles scientifiques prédisent notamment une expansion des activités aquacoles vers les zones plus froides, qui devraient ainsi disposer d'une plus large période de dégel, d'une meilleure croissance des organismes élevés, et d'une amélioration de la capacité de conversion alimentaire de ces derniers. Toutefois, les effets positifs mentionnés sont indissociables des autres impacts négatifs qui surviendront également (ex. augmentation de l'eutrophisation dans les eaux intérieures, acidification des océans). Dans les deux cas (effets négatifs ou positifs), la nécessité d'adapter les modes production est à considérer.

## VULNÉRABILITÉS DIVERSES ET TYPES DE PRODUCTION TRÈS VARIÉS

L'aquaculture n'est pas pratiquée de manière uniforme à travers le monde et ce fait doit être considéré pour faire une évaluation pertinente des impacts potentiels du changement climatique. Le changement climatique est susceptible de se manifester à des degrés variables en fonction des zones géographiques avec pour conséquence des



impacts différents. Ainsi, il faut garder à l'esprit que l'aquaculture est principalement présente dans trois régimes climatiques<sup>4</sup> (tropical, subtropical et tempéré), dans trois types d'environnement (mers, eaux douces et eaux saumâtres) et concerne des taxa très variés. Pour ce dernier point, il est clair que certaines espèces seront plus tolérantes que d'autres aux changements et certaines seront plus enclines à subir des changements plus spécifiques (acidification des océans susceptibles d'affecter principalement les organismes calcifiants tels que les bivalves; production de 14 millions de tonnes en 2012).

L'Asie représente à elle seule environ 90 % de la production aquacole mondiale en volume avec la Chine pour principal pays producteur dont la production de poissons représente près des deux tiers de la production mondiale et contribue de manière significative à la nutrition du peuple chinois. La production aquacole asiatique est caractérisée par la diversité des espèces élevées et de systèmes de production utilisés. Cependant, l'aquaculture continentale (eau douce ou saumâtre) domine toujours la production de ce conti-

#### Exemple - Quels seront les impacts du changement climatique sur le secteur de l'aquaculture chinoise ?

En termes de risques, les dernières prévisions du GIEC pour l'Asie de l'Est sont les suivantes :

- Température moyenne annuelle: +3,3°C d'ici 2100
- Possible augmentation des précipitations annuelles totales;
- Augmentation de la variabilité climatique.

Et selon plusieurs auteurs les impacts négatifs liés sur la production de poissons seront les suivants: stress thermique, demande accrue d'oxygène, toxicité des polluants aggravée, incidence plus élevée de maladies pour les poissons. Mais d'une manière plus générale, les habitats de production devraient voir une diminution de la solubilité de l'oxygène de l'eau réchauffée, l'eutrophisation, la stratification, l'approvisionnement en eau incertain, intrusion d'eau salée due à l'élévation du niveau de la mer en ce qui concerne les habitats.

4 On voit que l'aquaculture est prédominante dans les régions climatiques tropicales et subtropicales et géographiquement dans la région asiatique.

ment où la mariculture de poissons reste toujours sous-exploitée alors qu'à l'inverse, d'autres pays/régions se reposent presque exclusivement sur ce type d'aquaculture (ex. Saumon en Norvège).

En Asie, les impacts liés uniquement au réchauffement climatique sont susceptibles d'être essentiellement bénéfiques, entraînant notamment de meilleurs taux de croissance des stocks d'élevage. Mais il ne faut pas occulter le fait que le changement climatique aura un impact sur la disponibilité de l'eau, les conditions météorologiques telles que les événements de pluie extrêmes l'aggravation de l'eutrophisation et la stratification des eaux statiques.

La concentration de l'aquaculture dans certaines zones (viz. Asie et zone tropicale) permet de focaliser le développement de stratégies d'adaptation pour faire face ou atténuer les impacts des changements climatiques dans ces régions, surtout si l'écart prévu entre l'offre et la demande de produits aquatiques destinés à la consommation doit être comblé par l'aquaculture.

Parmi les différents changements globaux, il y en a un qui est régulièrement mis sur le devant de la scène et dont les premiers effets se sont fait déjà ressentir sur la production conchylicole de la côte ouest des États-Unis: l'acidification des océans. Les effets néfastes associés sont, pour l'instant, bien démontrés pour 2 groupes clefs produits en aquaculture: les bivalves et les crustacés. La présence plus importante de CO<sub>2</sub> dissous dans les eaux marines peu agir plus généralement à 3 niveaux sur les organismes marins:

1. La limitation des carbonates disponibles, affectant essentiellement les organismes calcifiants
2. L'augmentation des ions H<sup>+</sup> ce qui se traduit par diminution du pH – l'acidification du milieu proprement dite.
3. L'augmentation de la pression partielle de CO<sub>2</sub> dans les organismes, ce qui se traduirait par une hyperacnie.

L'impact socio-économique sera non négligeable notamment sur la production de crustacés. En effet, en 2012, les crustacés d'élevage représentaient 9,7 % (6,4 millions de tonnes) du volume de la production de l'aquaculture destinée à la consom-



mation humaine mais 22,4 % (US \$ 30,9 milliards) en valeur. La production de mollusques (15,2 millions de tonnes), bien que plus de deux fois supérieure à celle des crustacés, ne représentait que la moitié de sa valeur. Il existe des tentatives pour faire face aux impacts des changements climatiques sur les différents systèmes de culture notamment l'utilisation de cages ou de systèmes fermés.

## RISQUES INDIRECTS DES CHANGEMENTS GLOBAUX SUR L'AQUACULTURE

Les impacts des changements climatiques ne se limitent pas à l'environnement de production. Les conditions seront propices notamment à la remobilisation de contaminants non-biodisponibles à l'heure actuelle, à l'émergence de maladies, à l'efflorescence accrue d'algues toxiques, à la disparition d'espèce-clefs (ex. phytoplancton pour les organismes filtreurs) ou à l'inverse l'apparition d'espèces néfastes dans le milieu de culture.

Néanmoins, le principal impact indirect des changements climatiques sur l'aquaculture sera sans doute lié à la dépendance d'une alimentation exogène pour nourrir les organismes élevés. En effet, 70 % de la production aquacole mondiale dépend de l'apport d'aliments externes. L'approvisionnement et la production des matières premières, issues de l'agriculture et de la pêche minière, dont les aliments aquacoles sont composés seront touchés par changements climatiques.

Les impacts négatifs sont susceptibles de se faire sentir principalement dans les régions tempérées, où la pisciculture est entièrement basée sur les espèces carnivores mais toucheront également d'autres zones car les farines de poissons constituent des intrants utilisés par la grande majorité des pays impliqués dans la production aquacole.

Les changements récents dans la distribution et la productivité d'un certain nombre d'espèces de poissons peuvent être attribués avec une grande confiance à la variabilité du climat régional, comme le El Nino-oscillation australe. Il y a de fortes interactions entre les effets de la

pêche et les effets du climat. La fréquence et l'intensité des événements climatiques extrêmes sont également susceptibles d'avoir un impact majeur sur la production de la pêche et donc indirectement sur l'aquaculture.

Les impacts indirects sur un phénomène et ou d'un secteur de la production peuvent être subtils, complexes et difficiles à identifier constituant un véritable défi dans le développement de mesures en vue de s'adapter aux changements climatiques. Il existe une relation étroite et interdépendante entre la pêche et l'aquaculture. Cette relation s'illustre au travers de l'apport de certains intrants utilisés en aquaculture par pêche et notamment des farines et huiles de poissons ou, dans une moindre mesure, des juvéniles des organismes. Les impacts des changements climatiques sur les pêcheries mondiales auront donc des effets sur les systèmes d'aquaculture.

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Des solutions pour que l'aquaculture puisse faire face aux changements climatiques existent ou existeront. La résilience de l'aquaculture *sensus lato* face aux chocs inattendus a déjà fait ses preuves. On peut citer notamment le court laps de temps qu'il a fallu à une grande partie de l'Asie pour changer d'espèce de crevettes lorsqu'une espèce était fortement atteinte par un virus (et que cette dispersion fut régionalement importante) ou la rapidité avec laquelle certains pays touchés par des événements climatiques dévastateurs se sont remis à la production à des niveaux quasi similaire très rapidement.

Mais malgré ces avantages, le secteur aquacole doit se préparer. Des avancements dans le développement de modèles de prédictions doivent être faits, surtout, en considérant les stress multiples qui résulteront des changements climatiques. Des avancements sur la sélection d'espèces qui seront les plus aptes à faire face aux conditions modélisées (aux stress multiples) doivent aussi être réalisés et des solutions d'adaptation doivent être conceptualisées sur les pratiques de culture afin de pallier aux conditions néfastes qui sont prédites. Dans le même temps, Il est important que l'évo-



lution des pratiques d'aquaculture soit le plus possible respectueuses de l'environnement, ce qui comprend l'utilisation efficace des ressources comme l'eau, la terre, l'énergie et les nutriments dans les systèmes agricoles. Des améliorations dans la formulation des aliments utilisés sont en cours et devront être effectuées, notamment, en ce qui concerne sur l'inclusion des ressources marines comme ingrédients (réduction ou alternatives comme des coproduits provenant des usines de filetage de poisson). Une aquaculture, plus respectueuse de l'environnement, peut aussi passer par la mise en place de programme de certification et même si des programmes existent, des débats sont actuellement en cours à ce sujet de la notion d'aquaculture durables. Il est à noter à ce sujet que la situation actuelle n'est pas si mauvaise que ce qui est relayé par les médias car même si elle n'est pas encore parfaite, la production aquacole est globalement plus efficace énergiquement et en termes de facteurs de conversion (aliment – produit) que les autres systèmes de productions animales terrestres et est relativement moins dégradantes pour l'environnement

que ces homologues agricoles. Ces conclusions sont presque toujours basées sur l'aquaculture des produits de grande valeur tels que les espèces de crevettes et de poissons carnivores tels que les salmonidés et ont créé des fausses perceptions chez les publics, planificateurs, promoteurs et investisseurs. La réalité est que la grande majorité de l'aquaculture est encore tributaire du poisson et de mollusques d'alimentation situés en bas de la chaîne alimentaire et des macroalgues sont aussi produites et ont le potentiel d'agir comme des puits de carbone et de l'aide dans la séquestration du carbone.

Enfin, même si beaucoup d'incertitudes demeurent sur l'amplitude des impacts des changements climatiques sur l'aquaculture et sur les capacités d'adaptation du secteur, l'aquaculture sera touchée mais il faut agir pour permettre la pérennisation de l'activité dont la population sera de plus en plus dépendante.

## RÉFÉRENCES RECOMMANDÉES

- ALLISON E. H., BADJECK M.-C. and MEINHOLD K., 2011 – *The Implications of Global Climate Change for Molluscan Aquaculture, in Shellfish Aquaculture and the Environment*. Wiley-Blackwell, Oxford.
- BRANDER K. M., 2007 – *Global Fish Production and Climate Change*. PNAS 104 (50): 19709 – 19714.
- COCHRANE K., DE YOUNG C., SOTO D. and BAHRI T., 2009 – *Climate Change Implications for Fisheries and Aquaculture: Overview of Current Scientific Knowledge*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, n° 530. Rome.
- DE SILVA S. S. and SOTO D., 2009 – *Climate Change and Aquaculture: Potential Impacts, Adaptation and Mitigation*. In *Climate Change Implications for Fisheries and Aquaculture. Overview of Current Scientific Knowledge*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 151–212.
- DONEY S. C., FABRY V. J., FEELY R. A. and KLEYPAS J. A., 2009 – *Ocean Acidification: the Other CO<sub>2</sub> Problem*. Annual Review of Marine Science 1: 169 – 192.
- FAO, 2014 – *The State of World Fisheries and Aquaculture*. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome.
- HANDISYDE N. T., ROSS L. G., BADJECK M.-C. and ALLISON E. H., 2006 – *The Effects of Climate Change on World Aquaculture: a Global Perspective. Final Technical Report*. DFID Aquaculture and Fish Genetics Research Programme, Stirling Institute of Aquaculture, Stirling, [www.aqua.stir.ac.uk/GISAP/climate/index.htm](http://www.aqua.stir.ac.uk/GISAP/climate/index.htm).
- MERINO G., BARANGE M., BLANCHARD J. L., HARLE J., HOLMES R., ALLEN I., ALLISON E. H., BADJECK M. C., DULVY N. K., HOLT J., JENNINGS S., MULLON C. and RODWELL L. D., 2012 – *Can Marine Fisheries and Aquaculture Meet Fish Demand from a Growing Human Population in a Changing Climate?* Global Environmental Change 22: 795 – 806.
- MERINO G., BARANGE M. and MULLON C., 2010 – *Climate Variability and Change Scenarios for a Marine Commodity: Modelling Small Pelagic Fish, Fisheries and Fishmeal in a Globalized Market*. Journal of Marine Systems 81: 196 – 205.
- TROELL M. et al., 2014 – *Does Aquaculture Add Resilience to the Global Food System?* Proceedings of the National Academy of Sciences 111 (37): 13257 – 13263.



- TACON A. G. J., METIAN M. and DE SILVA S. S., 2010 – *Climate Change, Food Security and Aquaculture: Policy Implications for Ensuring the Continued Green Growth & Sustainable Development of A Much Needed Food Sector*. In *Proceeding of the Workshop on Advancing the Aquaculture Agenda: Policies to Ensure a Sustainable Aquaculture Sector*. French Ministry for Food, Agriculture and Fisheries and OECD.
- TACON A. G. J. and METIAN M., 2008 – *Global Overview on the Use of Fish Meal and Fish Oil In Industrially Compounded Aquafeeds: Trends and Future Prospects*. *Aquaculture* 285 (1-4): 146-158.