



COMITÉ DES PÊCHES

SOUS-COMITÉ DE L'AQUACULTURE

Dixième session

Trondheim (Norvège), 23-27 août 2019

INNOVATIONS DANS LE SECTEUR DE L'AQUACULTURE: PASSAGE À UNE ÉCHELLE SUPÉRIEURE ET TRANSFERT DE TECHNOLOGIE AUX FINS DE L'AUGMENTATION DES RENDEMENTS, DE LA LUTTE CONTRE LA DÉGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Résumé

Les innovations intéressant le secteur de l'aquaculture sont les technologies qui contribuent à diversifier l'économie et la production alimentaire et à améliorer les rendements aux niveaux de l'écloserie et de l'exploitation tout en atténuant les incidences sur l'environnement; les technologies qui permettent de limiter les maladies animales ou les attaques de parasites ou de réduire ou éliminer l'emploi d'antibiotiques pour traiter les animaux; les avancées concernant les techniques d'élevage au large et de recirculation dans les eaux continentales; les nouveaux ingrédients d'aliments pour animaux; les réductions d'empreinte carbone liées à un meilleur rendement énergétique ou à la régénération d'énergie; et les programmes sociaux conçus pour améliorer les conditions de vie et de travail aux niveaux de l'exploitation ou de la transformation des produits. Des gains d'efficacité importants peuvent également être obtenus en réduisant les gaspillages et les pertes aux stades de la production et de l'après-récolte.

Dans le secteur de l'aquaculture, les innovations technologiques ont été adoptées pour 1) développer et réformer l'économie du secteur; 2) diversifier les moyens d'existence et la production alimentaire; 3) optimiser la gestion des ressources; 4) lutter contre la dégradation de l'environnement; et 5) contribuer à l'adaptation au changement climatique. Les innovations technologiques ont aidé les opérateurs de l'aquaculture traditionnelle à adopter de meilleures pratiques et à établir un secteur montant qui favorise la croissance économique bleue dans de nombreux pays.

Le code QR peut être utilisé pour télécharger le présent document. Cette initiative de la FAO vise à instaurer des méthodes de travail et des modes de communication plus respectueux de l'environnement. Les autres documents de la FAO peuvent être consultés à l'adresse www.fao.org.



Le présent document met en lumière les innovations technologiques en matière d'aquaculture qui contribuent à l'augmentation des rendements, à la lutte contre la dégradation de l'environnement et à l'adaptation aux changements climatiques dans le monde entier, et fait référence aux initiatives et mécanismes de transfert et de transposition à grande échelle de ces innovations, notamment: appui technique fourni par les organisations internationales, coopération régionale et partage des connaissances, initiatives pilotes dans les pays, recherche et adaptation locale dans les pays en développement

Suite que le Sous-Comité est invité à donner

Le Sous-Comité est invité à:

- approuver l'assistance technique en faveur du transfert, de l'adaptation locale et de la transposition à grande échelle des innovations technologiques au moyen de divers mécanismes, notamment la constitution de réseaux, le Programme de coopération technique, la coopération Sud-Sud, etc.
- encourager l'intensification des interventions et des recherches ayant trait aux innovations technologiques en matière d'aquaculture, pour améliorer les rendements, le respect de l'environnement et l'adaptation au changement climatique.
- mettre en commun les expériences (notamment les initiatives performantes et les leçons à en tirer) relatives aux innovations en matière d'aquaculture.

INTRODUCTION

1. L'aquaculture est une activité vieille de plusieurs siècles qui est apparue et s'est développée comme une partie intégrante des pratiques et systèmes agraires traditionnels des zones rurales. Au fil du temps, les innovations des producteurs¹ ont abouti à la mise au point de systèmes alimentaires aquatiques relativement complexes tels que la polyculture de poisson ou encore l'intégration agriculture-aquaculture.

2. Le secteur a également été le siège d'innovations majeures aux vingtième et vingt et unième siècles avec l'introduction de nouvelles espèces, de nouvelles technologies et de nouveaux systèmes dans de nouveaux environnements, ce qui lui a permis de devenir un secteur de production alimentaire essentiel à l'échelle mondiale. L'aquaculture tenant désormais une place déterminante dans l'offre alimentaire actuelle et future, le développement rural et la réduction de la pauvreté, de nouveaux défis apparaissent: optimiser l'utilisation aujourd'hui peu satisfaisante des ressources, faire face aux incidences disproportionnées du changement climatique et limiter la dégradation environnementale de la base de ressources².

3. L'innovation est indispensable si l'on veut parvenir à mettre en œuvre le Programme de développement durable à l'horizon 2030, en particulier atteindre les objectifs de développement durable (ODD) 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17³, mais aussi les instruments, approches et concepts internationaux largement reconnus tels que le Code de conduite pour une pêche responsable (CCPR)⁴, l'approche écosystémique de l'aquaculture⁵ et l'agroécologie.⁶

4. Le changement climatique pose un autre défi qui rend l'innovation indispensable dans le secteur de l'aquaculture. L'Accord de Paris sur le changement climatique de 2015 reconnaît que, face à la menace urgente que représente le changement climatique, il faut apporter des réponses efficaces et progressives au moyen de mesures d'atténuation et d'adaptation, tout en tenant compte des vulnérabilités particulières des systèmes de production alimentaire. L'évaluation mondiale de la vulnérabilité fournit des indications particulièrement précieuses concernant les lieux où les effets du changement climatique sont susceptibles d'avoir des répercussions sur l'aquaculture et où il serait utile d'approfondir les recherches aux fins de la mise au point d'innovations permettant de faire face à ces effets, mais ces recherches doivent être complétées par des études qui soient davantage en prise sur les réalités locales et puissent donner aux parties prenantes les connaissances dont elles ont besoin pour élaborer leurs propres stratégies et mettre au point leurs propres innovations⁷.

5. L'innovation et les facteurs qui lui sont favorables ont été bien étudiés. Elle peut être le fruit d'un processus de recherche ou de développement soigneusement conçu visant à traiter quelque question précise (par exemple éliminer des contraintes, tirer parti d'une possibilité, améliorer les

¹ Une innovation est définie comme un produit ou un procédé nouveau ou amélioré (ou une combinaison des deux) qui diffère sensiblement des produits ou procédés antérieurs de l'unité et qui a été mis à la disposition des utilisateurs potentiels (produit) ou mis en service par l'unité (procédé). Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE)/Eurostat (2018), Oslo Manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation, 4^e édition (en anglais seulement), Mesurer les activités scientifiques, technologiques et d'innovation, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.

² FAO. 2018. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2018 - Atteindre les objectifs de développement durable. Rome. Licence: <http://www.fao.org/3/I9540FR/i9540fr.pdf>.

³ The 2030 agenda and the sustainable development goals: the challenge for aquaculture development and management. <http://www.fao.org/cofi/38663-0a3e5c407f3fb23a0e1a3a4fa62d7420c.pdf>.

⁴ Code de conduite pour une pêche responsable. <http://www.fao.org/3/a-v9878f.pdf>.

⁵ Building an ecosystem approach to aquaculture. <http://www.fao.org/3/a-i0339e.pdf>.

⁶ Les 10 éléments de l'agroécologie. <http://www.fao.org/3/i9037fr/i9037fr.pdf>.

⁷ Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S., Poulain, F. (eds). Impacts of climate change on fisheries and aquaculture. Document technique FAO sur les pêches et l'aquaculture n° 627. Rome. FAO. ISBN 978-92-5-130607-9. <http://www.fao.org/3/I9705EN/i9705en.pdf>.

rendements ou la productivité, etc.), la conséquence d'une découverte fortuite ou le résultat de la curiosité, des besoins, de l'expérience acquise ou de la coopération des parties prenantes⁸.

6. Les innovations intéressant le secteur de l'aquaculture sont les technologies qui contribuent à améliorer les rendements aux niveaux de l'écloserie et de l'exploitation tout en atténuant les incidences sur l'environnement (par exemple, pollution réduite, évasions, accès aux aliments, gestion des prédateurs, réduction des gaspillages et des pertes, etc.); les technologies qui permettent d'éviter les maladies animales ou les attaques de parasites ou de réduire ou éliminer l'emploi d'antibiotiques ou de produits chimiques pour traiter les animaux; les avancées concernant les systèmes de production (par exemple, les techniques d'élevage en cages flottantes en pleine mer et de recirculation dans les eaux continentales); les nouveaux ingrédients d'aliments pour animaux; les réductions d'empreinte carbone liées à un meilleur rendement énergétique ou à la régénération d'énergie; et les programmes sociaux conçus pour améliorer les conditions de vie et de travail aux niveaux de l'exploitation ou de la transformation des produits⁹.

INNOVATIONS EN MATIÈRE D'AQUACULTURE: TENDANCES ET PRINCIPALES AVANCÉES

Optimisation de l'utilisation des ressources

7. En matière d'aquaculture, les activités de planification et d'aménagement sont essentielles si l'on veut optimiser l'utilisation des ressources au niveau du territoire, et l'introduction d'outils spatiaux dans ce domaine¹⁰ a constitué une avancée majeure s'agissant d'étayer le choix de l'emplacement des installations d'aquaculture sur la base des conditions naturelles et géographiques, avec une utilisation optimale des ressources en terre et en eau et un impact limité sur l'environnement. La démarche intègre les bonnes pratiques en matière de conversion de zones montagneuses et de zones humides en étangs et [retenues d'eau](#), et les pratiques améliorées de gouvernance de l'aquaculture¹¹, ainsi que des dispositions relatives au changement climatique. Les autres innovations dans ce domaine sont les suivantes: utilisation de l'eau, des terres et des ressources génétiques aquatiques, parcs aquacoles¹², aires protégées, permis d'exploitation et systèmes d'autorisation, soit autant de nouveautés qui ont contribué à optimiser la gestion des ressources, à réduire le plus possible l'impact des installations aquacoles sur les habitats naturels et à favoriser le traitement efficace des effluents.

8. L'aquaculture intégrée et les autres technologies associant fructueusement les ressources en terre et en eau constituent une autre stratégie qui favorise une utilisation optimale des ressources. Dans certaines zones côtières où l'utilisation des ressources marines et côtières par l'aquaculture ont fait naître des préoccupations, l'aquaculture intégrée avec les mangroves au Viet Nam¹³, l'élevage en cage en eau profonde dans le Golfe du Mexique, en Norvège et en Chine¹⁴, les plateformes de mariculture¹⁵

⁸ Sanginga, P. C., Waters-Bayer, A. Kaaria, S., Wettasinha, C., Njuki, J. 2009. Innovation Africa: Enriching Farmers' Livelihoods. Earthscan, 2009 – 405p.

⁹ <https://www.aquaculturealliance.org/blog/what-is-an-aquaculture-innovation/>.

¹⁰ Aguilar-Manjarrez, J. Soto, D. Brummett, R. 2017. Aquaculture zoning, site selection and area management under the ecosystem approach to aquaculture, a handbook. <http://www.fao.org/3/a-i6834e.pdf>.

¹¹ Costa-Pierce, B.A., Bartley, D.M., Hasan, M., Yusoff, F., Kaushik, S.J., Rana, K., Lemos, D., Bueno, P. et Yakupitiyage, A. 2012. Responsible use of resources for sustainable aquaculture. Dans: R.P. Subasinghe, J.R. Arthur, D.M. Bartley, S.S. De Silva, M. Halwart, N. Hishamunda, C.V. Mohan et P. Sorgeloos, eds. Farming the Waters for People and Food. Actes de la Conférence mondiale sur l'aquaculture 2010, Phuket (Thaïlande). 22-25 septembre 2010. Pages 113-147. FAO, Rome et NACA, Bangkok.

¹² <http://www.fao.org/3/i2734e/i2734e03a.pdf>.

¹³ <https://gia.org.br/portal/wp-content/uploads/2013/05/2013implementation.pdf>.

¹⁴ http://www.snv.org/public/cms/sites/default/files/explore/download/mam_091014.pdf.

¹⁴ <https://www.innovasea.com/>.

¹⁵ <https://www.mariculture-systems.com/>.

et l'aquaculture multitrophique intégrée en mer Méditerranée et dans l'océan Atlantique¹⁶ ont suscité un vif intérêt. Dans les zones continentales, la disponibilité limitée des terres et la rareté des ressources en eau douce ont contribué à encourager la pisciculture dans les rizières, l'aquaculture en eau saumâtre, l'aquaponie, l'élevage de poisson en conteneurs¹⁷, les systèmes de bassin de type raceway¹⁸, etc.

9. Le fait de promouvoir l'intégration agriculture-aquaculture dans le cadre de l'agroécologie a encouragé davantage d'agriculteurs à associer la riziculture à la pisciculture en Guinée et à pratiquer la culture d'algues marines en Tanzanie, des pays où les systèmes se sont révélés plus stables et résilients avec un impact environnemental plus faible, de sorte que cette intégration jouera un rôle important dans le développement durable de l'aquaculture à l'avenir.

Ingénierie de l'aquaculture

10. L'ingénierie de l'aquaculture est axée sur la conception des installations d'aquaculture. Les principales innovations concernent la conception de bassins de nature à optimiser la production, le bien-être des animaux et la biosécurité, les projets d'aquaculture en haute mer assortis de bonnes conditions de sécurité, la conception de systèmes d'aquaculture à recirculation d'eau pour l'aquaculture continentale, et une série de savoir-faire techniques ayant trait aux unités de fabrication d'aliments pour poissons, aux usines de transformation, etc. Les innovations en matière d'ingénierie peuvent aussi se présenter sous la forme d'un traitement non médical des parasites, comme le pou de mer qui s'attaque aux élevages de saumons (par exemple, polyculture avec donzelles, rayons laser, traitement thermique etc.)^{19,20}.

11. Les élevages de poisson deviennent plus vastes et plus sûrs et sont aménagés plus au large. Un opérateur du secteur de la salmoniculture en Norvège, par exemple, expérimente actuellement un système de cage en eau profonde conçu pour accueillir 1,5 million de saumons. L'expérimentation de l'énorme cage appelée Ocean Farm 1 est à mi-parcours de la période d'essai d'un an et les résultats montrent des taux de croissance satisfaisants et une faible mortalité²¹. En outre, à mesure que les piscicultures s'enfoncent plus profondément en haute mer, le niveau de sophistication augmente de sorte à promouvoir l'autonomie au moyen de caméras haute définition et de nourrisseurs automatiques immergés afin que les êtres humains n'aient pas à se déplacer trop souvent jusqu'aux cages. Les expérimentations de ce type conduites actuellement sont: la plateforme Deep Blue 1 en Chine, les systèmes Aquatraz de Norwegian Seafarming Systems et le système de confinement Aquapod aux États-Unis d'Amérique.

12. Les systèmes d'aquaculture à recirculation deviennent aussi plus répandus car ils permettent de recycler l'eau et d'utiliser les déchets comme engrais agricoles avec des effets limités sur l'environnement naturel, ce qui contribue à limiter les risques environnementaux pour les écosystèmes et l'apparition de maladies dans les exploitations. Ces systèmes sont également susceptibles de réduire, parfois de moitié²², l'empreinte carbone des produits de l'aquaculture et le poisson peut y être élevé dans un environnement contrôlé et traçable sans aucun recours aux hormones ou antibiotiques. Ce type de système peut être installé quasiment n'importe où, y compris près des centres urbains. Une installation expérimentale construite au Danemark en 2011 est à l'origine de la plus grande

¹⁶ <http://www.idreem.eu/cms/what-is-imta/>.

¹⁷ <http://innovatedevelopment.org/2014/06/25/fishing-for-change>.

¹⁸ <https://ussoy.org/in-pond-raceway-system-a-technology-transfer-success-story/>.

¹⁹ FAO. 2019. The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture, J. Bélanger & D. Pilling (eds.). Évaluations de la Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture de la FAO (Version française abrégée: L'état de la biodiversité pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde en bref). Rome. 572 pp. <http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>.

²⁰ <https://globalsalmoninitiative.org/en/what-is-the-gsi-working-on/biosecurity/non-medicinal-approaches-to-sea-lice-management/>.

²¹ <https://www.salmar.no/en/offshore-fish-farming-a-new-era/>.

²² <https://aquaculturemag.com/2018/08/28/technological-innovation-in-aquaculture/>.

exploitation aquacole à recirculation du monde, située à Miami, en Floride. Appelée la «Bluehouse» (maison bleue) de Miami, l'installation sera vouée à l'élevage du saumon de l'Atlantique. Dans le domaine de l'aquaculture à recirculation, une autre innovation récente relevant de l'ingénierie est la colonne d'air-lift sous dépression qui permet non seulement de réguler les gaz dissous mais aussi de faire circuler d'énormes quantités d'eau à faible coût énergétique et de séparer l'eau des matières en suspension²³.

Biologie et génétique

13. Des pratiques novatrices liées à la domestication d'espèces ou à l'introduction de nouvelles espèces ont fait leur apparition pour répondre à la demande du marché local ou pour développer le re-empoissonnement (pêche fondée sur l'élevage et pacage en mer). Aujourd'hui, la majorité des espèces élevées ont été domestiquées, bien que relativement récemment pour la plupart d'entre elles, en particulier si on les compare aux espèces exploitées dans le contexte de l'agriculture terrestre. Les caractéristiques biologiques d'une espèce peuvent déterminer sa capacité d'adaptation aux différents systèmes d'élevage et influencer certains critères, notamment la robustesse ou la résilience, la reproduction en captivité, le niveau trophique et la plasticité de l'alimentation. Les technologies génétiques peuvent être utilisées pour modifier certains caractères importants sur le plan commercial des espèces aquacoles.

14. La génétique et la génomique constituent donc un domaine dans lequel l'innovation présente un énorme potentiel, rendu plus prometteur encore par la compréhension améliorée au cours des dernières décennies des disciplines en -omique (par exemple, protéomique, transcriptomique, métabolomique), car notre connaissance plus précise du fonctionnement biologique des organismes renforce notre capacité à mieux adapter ces organismes à nos systèmes de production alimentaire. Dans le domaine de l'aquaculture, l'une des innovations liées à la génétique est la sélection²⁴ pour l'obtention de nouveaux caractères tels que la croissance rapide, la résistance à des pathogènes spécifiques, l'aptitude à se développer avec une alimentation d'origine végétale²⁵, la tolérance au froid, la résistance au stress ou l'efficacité alimentaire^{26,42}. L'adaptation à l'aquaculture des nouvelles méthodes de sélection, en particulier la sélection assistée par marqueurs, la méthode d'évaluation des reproducteurs dite du BLUP²⁷ et la sélection par marqueurs moléculaires^{28,29,30} s'est avérée être une approche rapide et fiable.

15. La cryoconservation réussie de gamètes (sperme et ovules) et d'embryons ouvre de nouvelles perspectives commerciales avec une production sans limite d'œufs et de juvéniles, des poissons potentiellement plus sains et en meilleure condition et la gestion génétique du stock de géniteurs. Elle peut aussi faciliter la conservation ex situ des génomes des espèces en danger.

²³ <http://www.coldep.com>.

²⁴ <https://doi.org/10.1111/raq.12202>.

²⁵ Le Boucher, R., Quillet, E., Vandeputte, M., Lecalvez, J. M., Goardon, L., Chatain, B., ... et Dupont-Nivet, M. (2011). Plant-based diet in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum): Are there genotype-diet interactions for main production traits when fish are fed marine vs. plant-based diets from the first meal?. *Aquaculture*, 321(1-2), 41-48.

²⁶ <https://doi.org/10.1111/raq.12202>.

²⁷ Meilleure prédiction linéaire non biaisée.

²⁸ De Verdal, H., Komen, H., Quillet, E., Chatain, B., Allal, F., Benzie, J. A., & Vandeputte, M. (2018). Improving feed efficiency in fish using selective breeding: a review. *Reviews in Aquaculture*, 10(4), 833-851. <https://doi.org/10.1111/raq.12202>.

²⁹ Beardmore, J.A.; Porter, J.S. Genetically modified organisms and aquaculture. Circulaire de la FAO sur les pêches. N° 989. Rome, FAO. 2003. 38p. <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/006/y4955e/Y4955E00.pdf>.

³⁰ L'application des technologies génétiques au développement et à la gestion de l'aquaculture. <http://www.fao.org/3/a-mc856f.pdf>.

16. La réversion sexuelle chimique ou environnementale³¹, le contrôle génétique du sexe³², la manipulation du matériel chromosomique (reproducteurs YY,³³ triploïdes³⁴, etc.) et l'hybridation intraspécifique/interspécifique/intergénérique^{35,36} ont été appliqués à plusieurs espèces produites en élevage, notamment le tilapia, le flet, la carpe, etc.

17. La modification du génome comme la transgénèse et la manipulation des gènes a aussi été appliquée à plusieurs espèces à des fins expérimentales mais, jusqu'à aujourd'hui, le seul poisson génétiquement modifié dont la consommation humaine a été approuvée est un saumon transgénique³⁷. Les nouvelles technologies en -omique sont susceptibles d'influer profondément sur la production et la gestion des ressources ichtyogénétiques. En particulier, la technique du groupement d'éléments palindromiques et d'espaceurs³⁸ avec endonucléase Cas9 peut permettre d'ajouter de nouveaux caractères comme: croissance améliorée, tolérance au froid, résistance à une maladie, etc.

Nutrition et alimentation

18. Les aliments pour animaux constituent un volet majeur de l'aquaculture, en tant que principal facteur et source de la performance, des bénéfices et de l'impact environnemental^{39,40}. L'une des innovations dans ce domaine est notamment, en remplacement de l'huile de poisson, l'huile de microalgues dont les teneurs en acide gras oméga 3 de qualité (acide docosahexaénoïque et acide eicosapentaénoïque) conviennent à la plupart des espèces de poisson. De grandes sociétés agroalimentaires mettent au point des aliments pour poissons obtenus par un procédé consistant à placer des bactéries dans des cuves de fermentation et à les nourrir de méthane. Les insectes à croissance rapide, comme la mouche soldat noire, qui se nourrissent de déchets alimentaires ou de sous-produits céréaliers constituent une autre excellente source durable de protéines destinées à l'alimentation des poissons, et ils ont déjà été homologués comme aliments aquacoles par l'Union européenne (l'approbation par l'administration des États-Unis chargée des produits alimentaires et pharmaceutiques (FDA) est en cours)⁴¹.

³¹ Baroiller, J. F., et D'Cotta, H. (2018). Sex control in tilapias. Dans: Sex Control in Aquaculture. Hanping Wang, Francesc Piferrer, Songlin Chen (eds). John Wiley et Sons, 888 p.

³² Mair, G. C., Abucay, J. S., Beardmore, J. A., & Skibinski, D. O. (1995). Growth performance trials of genetically male tilapia (GMT) derived from YY-males in *Oreochromis niloticus* L.: On station comparisons with mixed sex and sex reversed male populations. *Aquaculture*, 137(1-4), 313-323.

³³ Mair, G. C., Abucay, J. S., Beardmore, J. A., & Skibinski, D. O. (1995). Growth performance trials of genetically male tilapia (GMT) derived from YY-males in *Oreochromis niloticus* L.: On station comparisons with mixed sex and sex reversed male populations. *Aquaculture*, 137(1-4), 313-323.

³⁴ Peruzzi, S., et Chatain, B. (2000). Pressure and cold shock induction of meiotic gynogenesis and triploidy in the European sea bass, *Dicentrarchus labrax* L.: relative efficiency of methods and parental variability. *Aquaculture*, 189(1-2), 23-37.

³⁵ De Verdal, H., Rosario, W., Vandeputte, M., Muyalde, N., Morissens, P., Baroiller, J. F., et Chevassus, B. (2014). Response to selection for growth in an interspecific hybrid between *Oreochromis mossambicus* and *O. niloticus* in two distinct environments. *Aquaculture*, 430, 159-165.

³⁶ West, J. L., et Hester, F. E. (1966). Intergeneric hybridization of centrarchids. *Transactions of the American Fisheries Society*, 95(3), 280-288.

³⁷ <https://aquabounty.com/>.

³⁸ Technique des courtes répétitions palindromiques groupées et régulièrement espacées.

³⁹ Robb, D.H.F., MacLeod, M., Hasan, M.R. et Soto, D. 2017. Greenhouse gas emissions from aquaculture: a life cycle assessment of three Asian systems. Document technique FAO sur les pêches et l'aquaculture no 609. Rome, FAO. 110 pp. <http://www.fao.org/3/a-i7558e.pdf>.

⁴⁰ Hasan, M.R. et Soto, S. 2017. Improving feed conversion ratio and its impact on reducing greenhouse gas emissions in aquaculture. Publication non périodique de la FAO. Rome, FAO. 33 pp. <http://www.fao.org/3/a-i7688e.pdf>.

⁴¹ <http://www.fish20.org/images/resources/Fish2.0-FISHFEED-Investor-Insights.pdf>.

19. Les études relatives à la nutrition du poisson (formulation, composition de la chair, probiotiques et flore intestinale, etc.) débouchent sur des innovations en matière de production d'aliments pour poissons, notamment les suivantes: remplacement de la farine de poisson par des sources de protéines plus durables telles que les farines végétales, les farines de bactéries ou les farines d'insectes; emploi d'ingrédients locaux ou recyclage consistant à convertir du CO₂, du méthane ou des déchets organiques en ingrédients pour aliments aquacoles; utilisation du monoxyde de carbone et de l'hydrogène issus de la gazéification du charbon comme matières premières; aliments extrudés et aliments flottants; formulation des aliments fondée sur la modélisation mathématique et la nutriginomique; etc.

20. Les innovations en matière d'alimentation du poisson, notamment la distribution assistée par ordinateur, l'alimentation fonctionnelle, comme l'alimentation médicalisée, l'alimentation initiale et l'alimentation par stade de croissance, etc., peuvent ainsi permettre de dégager des bénéfices non négligeables et, dans le cas de la salmoniculture par exemple, De Verdal *et al.* (2018) ont calculé qu'une amélioration de 2 à 5 pour cent de l'efficacité alimentaire permettrait d'économiser de 42,9 à 107 millions d'USD par an⁴².

Biotechnologies

21. En raison de leurs applications tant basiques que dérivées, les biotechnologies aquatiques sont susceptibles de jouer un rôle central s'agissant de promouvoir la productivité, de stimuler les rendements et de garantir la durabilité dans le secteur de l'aquaculture. Les principaux aspects du cycle de production (comprenant la croissance, la nutrition, la santé et la reproduction) peuvent être optimisés au moyen d'applications biotechnologiques, notamment en ce qui concerne l'amélioration du taux de croissance et du coefficient alimentaire, la nutrition et la qualité des produits, la modulation du stress, la vaccination, la résistance aux maladies, le dépistage et le traitement des maladies par des méthodes modernes, la sélection génétique, la transgénèse, etc.

22. Les nanotechnologies ont ouvert de nouveaux horizons: analyse des biomolécules, mise au point de vecteurs non viraux dans le cadre de la thérapie génique, comme moyens de transport pour ADN, protéines ou cellules, délivrance ciblée de médicaments, diagnostic clinique, moyens thérapeutiques contre les maladies, etc. Les interventions biotechnologiques se sont révélées particulièrement prometteuses s'agissant d'appliquer les outils de la bioremédiation et des probiotiques à la gestion environnementale des effluents, des substances toxiques et des agents pathogènes. L'emploi actuel et prospectif des biotechnologies devrait aboutir au développement d'une aquaculture «intelligente» et performante.

23. Les micro-organismes présents naturellement jouent un rôle clé dans les environnements aquatiques car ils remplissent un vaste éventail de fonctions, et notamment recyclent les éléments nutritifs, dégradent la matière organique et protègent le poisson des infections. Le recours au produit Effective Microbial (EM), aux filtres biologiques et aux probiotiques dans la gestion de la qualité de l'eau donne de bons résultats sur le plan de l'environnement et assure une qualité optimale de l'habitat⁴³.

⁴² De Verdal, H., Komen, H., Quillet, E., Chatain, B., Allal, F., Benzie, J. A. et Vandeputte, M. (2018), Improving feed efficiency in fish using selective breeding: a review. *Rev Aquacult*, 10: 833-851. doi:10.1111/raq.12202.

⁴³ *Fishes* 2018, 3, 33; doi:10.3390/fishes3030033.

24. La vaccination constitue une autre innovation susceptible de produire des avantages économiques majeurs. La vaccination a été reconnue comme un moyen essentiel de réduire le recours aux antibiotiques dans le secteur aquacole au Royaume-Uni et en Norvège⁴⁴. Par exemple, une analyse économique de la vaccination contre *Streptococcus agalactiae* dans les élevages de tilapia au Brésil a montré que les poissons vaccinés bénéficieraient d'une augmentation de 60 à 80 pour cent de leur taux de survie et que, par ailleurs, leur coefficient alimentaire est supérieur de 5 à 10 pour cent, ce qui se traduit par des économies non négligeables mais aussi des ventes et des bénéfices importants⁴⁵.

Technologies numériques et technologies de l'information et de la communication

25. L'avenir des systèmes alimentaires, des systèmes agraires, de la santé et de l'environnement est numérique. Ces domaines sont de plus en plus fréquemment régis par les données et les innovations de pointe recourant aux nouvelles technologies, aux capteurs, à la robotique et à l'intelligence artificielle, lesquelles sous-tendent des développements techniques concernant certains aspects liés à l'aquaculture, notamment l'emploi de véhicules immergés autonomes pour la gestion des cages à poisson, l'alimentation individuelle adaptée, la santé du poisson personnalisée; le profilage génétique, les nouveaux produits alimentaires, et le suivi efficace des effets anticipés des changements climatiques et environnementaux.

26. Un système d'aide à la décision assisté par ordinateur dans le domaine de l'aquaculture peut permettre de choisir les cycles de production adaptés, la performance en matière de croissance selon les changements climatiques et environnementaux étant calculée sur la base des données saisies. Il existe une modélisation bioéconomique visant à améliorer la performance de l'aquaculture, et l'Outil convivial d'aide à la prise de décision sur les investissements en aquaculture (UTIDA) a permis à des producteurs d'optimiser la performance de l'aquaculture selon différentes hypothèses^{46,47}. Des applications sur téléphone portable sont mises au point pour gérer le processus de production, assurer une surveillance à distance, et faciliter la commercialisation par exemple dans le cadre du commerce et de la promotion commerciale en ligne.

27. Les innovations relatives aux infrastructures aquacoles sont essentielles car les capteurs et les services connexes dérivés des données intéressent la rentabilité de l'exploitation. Les avancées récentes des applications des technologies de l'information et de la communication sont notamment les suivantes: drones aériens ou robots aquatiques, capteurs aquatiques et vidéo-caméras permettant d'inspecter le matériel et les amarres, surveillance de la qualité de l'eau, de l'environnement et du poisson en temps réel et aide à l'optimisation des opérations conduites tant dans les exploitations continentales que dans les cages marines. L'installation du dispositif du système de gestion de l'aquaculture UmiGarden sur une voie de passage du poisson, permet d'observer en temps réel le comportement des poissons pour assurer une surveillance à distance du banc de poisson à tout moment, grâce au capteur et à la couche logicielle de gestion. Le dispositif Umitron dispose d'une fonction de calcul complémentaire grâce à laquelle il peut optimiser les coûts de l'alimentation en analysant le banc de poissons⁴⁸.

⁴⁴ Ministères norvégiens, stratégie nationale de lutte contre la résistance aux antimicrobiens, Ministère de la Santé, 2015-2020 Publication number: I-1164.

⁴⁵ Marina K.V.C. Delphino, Rafael S.C. Barone, Carlos A.G. Leal, Henrique C.P. Figueiredo, Ian A. Gardner, Vítor S.P. Gonçalves, 2019. Economic appraisal of vaccination against *Streptococcus agalactiae* in Nile tilapia farms in Brazil. Preventive Veterinary Medicine 162: 131-135. Doi:10.1016/j.prevetmed.2018.12.003.

⁴⁶ <http://www.fao.org/3/i8442en/I8442EN.pdf>.

⁴⁷ <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/utida/fr>.

⁴⁸ <https://thebridge.jp/en/2018/06/umitron-jpy920-funding>.

Normes et certification

28. Sur le plan de la production et de la commercialisation des produits aquacoles, une innovation majeure de ces dernières années a été la mise au point de mécanismes régulateurs fondés sur le marché consistant à établir des exigences normalisées que les producteurs doivent suivre et qui visent à rendre compte des attentes des consommateurs éloignés concernant le niveau de production (éloignés dans le sens à la fois géographique et culturel)⁴⁹. Des expériences sur le développement de la surveillance par les pouvoirs publics, de la certification par une tierce partie, de l'accréditation commerciale et des aquaclubs ont donné de bons résultats s'agissant d'améliorer la gestion des exploitations, le partage de l'information et l'établissement de liens avec d'autres parties prenantes de la filière^{50,51}.

29. Le CCPR, établi par la FAO il y a près de 25 ans représente probablement l'un des premiers documents consignant les principes convenus à l'échelle intergouvernementale à l'appui du développement durable de l'aquaculture. Des dispositions pertinentes ont ensuite été élaborées dans le cadre de plusieurs Directives techniques de la FAO pour une pêche responsable⁵² mais également d'un grand nombre de directives collectives ou privées décrivant les bonnes pratiques dans le secteur de l'aquaculture (GAP) et indiquant les améliorations concrètes à apporter concernant certains aspects, par exemple les espèces, le taux de charge, la gestion de la qualité de l'eau, la prévention des maladies, le transport, l'alimentation, la manipulation après récolte et les modes opératoires. Les orientations relatives aux meilleures pratiques dans le secteur de l'aquaculture décrivent des pratiques améliorées fondées sur la science et les expériences et les enseignements qui en ont été tirés mais aussi sur les objectifs de leurs promoteurs. L'analyse des risques en matière de biosécurité⁵³ et une démarche prudente⁵⁴ sont recommandées, notamment en ce qui concerne les déplacements transfrontières d'animaux aquatiques vivants^{55,56}.

30. Les certifications GlobalGAP, AquaGAP et Meilleures pratiques et la mise en place du Conseil d'intendance de l'aquaculture démontrent la volonté de mener une production de *Pangasius* respectueuse de l'environnement au Viet Nam, de contrôler les sources de farine et d'huile de poisson et de veiller à la responsabilité sociale. L'application des bonnes pratiques vise à améliorer la qualité des œufs et des juvéniles, la qualité des aliments pour poissons et les normes de production, l'accent étant placé sur la sécurité sanitaire et la traçabilité des produits, la santé animale, la protection de l'environnement et les normes sociales. Les grandes entreprises aquacoles mènent des opérations entièrement intégrées, ce qui leur permet de contrôler chaque stade du processus de production⁵⁷.

⁴⁹ Mialhe, F., Morales, E., Dubuisson-Quellier, S., Vagneron, I., Dabbadie, L., et Little, D. C. (2018). Global standardization and local complexity. A case study of an aquaculture system in Pampanga delta, Philippines. *Aquaculture*, 493, 365-375. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.09.043>.

⁵⁰ A qualitative assessment of standards and certification schemes applicable to aquaculture in the Asia-Pacific region. <http://www.fao.org/3/ai388e/AI388E00.htm>.

⁵¹ Padiyar, P.A., Phillips, M.J., Bhat, B.V., Mohan, C.V., Ravi, B.G., Mohan, A.B.C. et Sai, P. 2008. Cluster level adoption of better management practices in shrimp (*P. monodon*) farming: an experience from Andhra Pradesh, India. Dans: M.B. Reantaso, C.V. Mohan, M. Crumlish & R. Subasinghe, eds. *Diseases in Asian Aquaculture VI*. Fish Health Section, Asian Fisheries Society.

⁵² FAO. 2011. Directives techniques relatives à la certification en aquaculture. <http://www.fao.org/3/a-i2296t.pdf>

⁵³ Arthur, J.R. Et Bondad-Reantaso M.G. 2012. Introductory training course on risk analysis for movements of live aquatic animals. FAO SAP, Samoa. 167p. <http://www.fao.org/3/a-i2571e.pdf>.

⁵⁴ Bondad-Reantaso, M.G., Arthur, J.R. et Subasinghe, R.P., eds. 2012. Improving biosecurity through prudent and responsible use of veterinary medicines in aquatic food production. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. N° 547. Rome, FAO. 207 pp. <http://www.fao.org/3/ba0056e/ba0056e.pdf>.

⁵⁵ FAO. 2007. Développement de l'aquaculture. 2 Gestion sanitaire des mouvements responsables d'animaux aquatiques vivants. FAO, Directives techniques pour une pêche responsable. N° 5, Suppl. 2. Rome, FAO. 2007. 31p. <http://www.fao.org/3/a-a1108f.pdf>.

⁵⁶ Arthur, J.R.; Bondad-Reantaso, M.G.; Subasinghe, R.P. Procédures pour la mise en quarantaine d'animaux aquatiques vivants. Document technique sur les pêches et l'aquaculture. N° 502. Rome, FAO. 2008. 74p. <http://www.fao.org/3/a-i0095f.pdf>.

⁵⁷ Miriam Greenwood, *Seafood Supply Chains: Governance, Power and Regulation*, Routledge, 2019.

TRANSPOSITION À GRANDE ÉCHELLE ET TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

31. La différence entre une technologie ou un procédé prometteur et une innovation est subordonnée à la réussite de son transfert et de sa transposition à grande échelle⁵⁸. Il est maintenant reconnu que la façon dont les objectifs des différentes parties prenantes sont répercutés pendant le processus de mise au point d'une technologie influe sur l'applicabilité des nouvelles technologies et leur adoption par la suite^{59,60}. C'est pourquoi, les processus de participation des agriculteurs ont fait leur apparition et des démarches de réflexion plus inclusives ont été mises en place⁶¹. Les flux de connaissances et les interactions entre les diverses parties prenantes du système d'innovation agricole, de même que le renforcement des capacités permettant la conception de nouvelles modalités dans des contextes locaux spécifiques, revêtent une importance particulière⁶².

32. Un exemple de réussite du transfert et de la transposition à grande échelle d'une technologie est le développement de l'élevage du *Pangasius* au Viet Nam. Au milieu des années 90, la principale espèce élevée en cage flottante était *Pangasius bocourti*, «ca ba sa» en vietnamien, dont la production annuelle s'élevait à 15 000 tonnes. À la différence de *P. hypophthalmus* («ca tra»), un autre poisson-chat vietnamien élevé essentiellement en étangs qui avait été multiplié artificiellement pendant de nombreuses années, *P. bocourti* n'avait jamais fait l'objet d'une propagation artificielle répertoriée et les pisciculteurs étaient dépendants de la capture annuelle de 20 millions d'alevins dans les cours d'eau⁶³. Peu de temps après que la recherche ait permis de procéder à la première reproduction contrôlée de *P. bocourti*⁶⁴, la production nationale du Viet Nam a commencé à augmenter d'une manière exponentielle, atteignant près de 1,3 million de tonnes en 2017, mais la principale espèce élevée est passée de *P. bocourti* à *P. hypophthalmus*. Cela met en lumière la complexité du processus d'innovation et l'importance des découvertes fortuites. Il semble en effet que les recherches conduites sur *P. bocourti* n'aient pas seulement abouti à la multiplication induite de l'espèce mais aient aussi indirectement permis de lever des barrières au développement de l'élevage de *P. hypophthalmus*.

Stratégie de développement nationale

33. La création en Thaïlande dans les années 1990 d'un système national d'innovation (rassemblant un consortium d'entreprises, des universités, des administrations publiques et une association de producteurs) dans le secteur industriel de l'élevage de la crevette marine constitue un exemple de pôle d'innovation national visant à trouver des solutions à un certain nombre de problèmes.

⁵⁸ Valvåg, O.R. Technology transfer through networks: experiences from the Norwegian seafood industry. Circulaire de la FAO sur les pêches. N° 1004. Rome, FAO. 2005. 14p. <http://www.fao.org/3/a-a0012e.pdf>.

⁵⁹ Asopa, V.N., Beye, G. 1997. Management of agricultural research: A training manual. Module 8: Research-extension linkage. Alternative research and extension systems technology transfer models. Rome, FAO. <http://www.fao.org/3/W7508E/w7508e0d.htm>.

⁶⁰ FAO. 2018. Upscaling climate smart agriculture. Lessons for extension and advisory services. Occasional papers on innovation in family farming. Rome: FAO. 66 p. http://www.fao.org/uploads/media/Climate_Smart_Agriculture_draft08.pdf.

⁶¹ Impact of Research in the South. <https://impress-impact-recherche.cirad.fr/>.

⁶² Making Agricultural Innovation Systems (AIS) Work for Development in Tropical Countries. <http://www.fao.org/uploads/media/sustainability%20paper.pdf>.

⁶³ Cacot, P., Legendre, M., Dan, T. Q., Tung, L. T., Liem, P. T., Mariojouis, C., et Lazard, J. (2002). Induced ovulation of *Pangasius bocourti* (Sauvage, 1880) with a progressive hCG treatment. *Aquaculture*, 213(1-4), 199-206. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00033-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00033-9).

⁶⁴ Cacot, P. (1999). Étude du cycle sexuel et maîtrise de la reproduction de *Pangasius bocourti* (sauvage, 1880) et *Pangasius hypophthalmus* (sauvage, 1878) dans le delta du Mékong au Viêt-Nam. Dissertation doctorale. Institut national d'agronomie de Paris Grignon, Paris, France: 317 pages.

34. Les pays où l'aquaculture est une pratique traditionnelle ont élaboré leur propre stratégie nationale de développement durable de l'aquaculture. Sur la base des progrès technologiques et de fortes capacités de recherche-développement, ils ont mis en œuvre des innovations technologiques dans le secteur de l'aquaculture en vue d'atteindre les objectifs de développement durable.

35. Ces objectifs gouvernementaux peuvent être considérés comme faisant partie des principaux facteurs qui expliquent le degré de priorité plus élevé accordé aux technologies de l'aquaculture en Chine à partir de 2010. La mise au point de technologies permettant de prévenir la pollution de l'eau provoquée par les aliments employés dans le secteur aquacole a été promue aux fins de la protection de l'environnement dans le douzième Plan quinquennal de la Chine (2011–2015)⁶⁵. De plus, le Gouvernement chinois a attribué un haut degré de priorité aux technologies de l'aquaculture dans le treizième Plan quinquennal (2016–2020) en vue d'appuyer les progrès du pays. Ce plan promeut la mise au point de nouvelles technologies en matière d'aquaculture par les instituts de recherche et les universités.

36. La collaboration du secteur d'activité porte non seulement sur la nature technique du problème mais aussi sur les aspects liés aux politiques, à la réglementation, à la gestion et au renforcement des capacités. La Chine, le plus grand pays producteur aquacole, a mis en place une stratégie nationale pour l'innovation dans le secteur de l'aquaculture grâce à l'établissement d'un système d'innovation technologique agricole. Le système concerne cinq grands groupes d'espèces revêtant une importance économique particulière en Chine, à savoir: les carpes, les tilapia, les crustacés et mollusques, les crevettes et les flets. Dans son treizième plan de travail, la Chine promeut pour l'aquaculture les innovations technologiques respectueuses de l'environnement, notamment l'aquaculture écologique, le système de recirculation ouvert et l'intégration riziculture-pisciculture. Selon les rapports, la surface totale couverte par des systèmes intégrant la riziculture et la pisciculture a atteint 2 millions d'hectares en 2018. L'exemple de la Chine montre l'efficacité de la coopération entre établissements scientifiques, branche d'activité et pouvoirs publics si l'on veut mettre toutes les chances de son côté pour résoudre un problème. Il montre également qu'il est nécessaire de créer un lien institutionnalisé (par opposition aux liens créés de façon ponctuelle ou dans le cadre d'un projet) entre les principaux acteurs d'une branche d'activité pour traiter les questions, que celles-ci soient de portée générale, spécifiques, récurrentes ou d'apparition récente.

37. Reconnaissant l'importance de la planification de l'aquaculture pour le développement, les pays africains ont été de plus en plus nombreux à élaborer des stratégies nationales de développement de l'aquaculture. Le Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD), récemment transformé en Agence de développement de l'Union africaine, est un programme [de développement économique](#) de l'[Union africaine](#). De nombreux pays africains ont également établi des structures nationales du NEPAD chargées d'assurer la liaison avec les initiatives continentales liées à la réforme économique et aux programmes de développement. La FAO et certains partenaires ont fourni une assistance à un grand nombre de pays africains qui ont élaboré, ou s'emploient à élaborer, des documents de stratégie ou des plans concernant spécifiquement l'aquaculture. Ces plans sectoriels contribuent à sensibiliser à l'importance du secteur aquacole et permettent de définir les objectifs en la matière^{66,67}.

⁶⁵ China Agriculture Yearbook, 2015,

<http://english.agri.gov.cn/service/ayb/201701/W020170105346858276040.pdf>.

⁶⁶ Brugere, C., Aguilar-Manjarrez, J., Halwart, M. 2009. Formulation of a development plan for sustainable aquaculture in Cameroon. FAO Aquaculture Newsletter 43: 24-25.

⁶⁷ Moehl, J.; Halwart, M.; Brummett, R. Report of the FAO-WorldFish Center Workshop on Small-scale Aquaculture in SubSaharan Africa: Revisiting the Aquaculture Target Group Paradigm. Limbé, Cameroun, 23-26 mars 2004. Comité des pêches continentales pour l'Afrique (CPCA). Documents techniques du CPCA. N° 25. Rome, FAO. 2005. 54p.

38. La rizipisciculture à Madagascar constitue un exemple de réussite de développement de l'aquaculture à grande échelle en conséquence de la mise en œuvre d'une stratégie nationale. Après avoir tenté en vain pendant plusieurs décennies de développer la pisciculture en étang, la FAO a commencé à partir de 1985 à mettre en œuvre une série de projets⁶⁸ qui ont entièrement changé la donne. Au lieu de promouvoir la pisciculture en étang, elle s'est attachée à améliorer l'intégration traditionnelle riziculture-pisciculture. De nouvelles technologies ont été mises au point et diffusées: empoissonnement avec des carpes communes au lieu de poissons sauvages, creusement d'un canal refuge et renforcement des digues latérales, ce qui a permis de produire jusqu'à 200 à 300 kg de poisson par hectare tout en accroissant les rendements du riz de 10 à 30 pour cent. La participation du secteur privé pour l'approvisionnement en alevins a également été encouragée. Toutes ces activités ont eu un impact majeur sur la production nationale de poisson qui a été multipliée par dix voire même par 15, passant de 200 tonnes avant 1990 à plus de 2 500-3 000 tonnes/an dix ans plus tard⁶⁹.

39. Dans certains pays (République du Bénin, République du Cameroun, République de Côte d'Ivoire, République du Ghana, République du Kenya, République fédérale du Nigéria, République de l'Ouganda, République sud-africaine, République de Zambie), on observe une utilisation croissante des technologies de l'information et de la communication, notamment le téléphone portable dans le contexte de la commercialisation pour réduire l'asymétrie de l'information entre les commerçants et les producteurs, au bénéfice de ces derniers. Globalement, les professionnels et de nombreux groupes de parties prenantes recourent de plus en plus fréquemment aux nouveaux outils de communication pour accéder à l'information et améliorer les résultats de leurs opérations⁷⁰.

40. Le secteur privé a contribué d'une manière déterminante aux progrès de la recherche et à l'innovation. Les investissements effectués en faveur de la recherche-développement, notamment par le secteur privé dans les pays développés, sont motivés par la valeur économique et la rentabilité élevées d'un produit ou d'un service. Dans certains cas, les produits de la recherche-développement ont été communiqués à des pays et régions moins avancés où ils ont donné de bons résultats. Dans le domaine de la santé animale, par exemple, les progrès réalisés en matière de mise au point de vaccins, de diagnostic et de thérapie ont permis de réduire considérablement les pertes dues aux maladies touchant l'aquaculture. Le secteur privé a reconnu que les recherches menées conjointement avec les pouvoirs publics, les établissements universitaires, les organisations internationales et les organisations non gouvernementales étaient importantes si l'on voulait améliorer l'offre en œufs et alevins et en aliments pour poisson, ce qui peut ensuite contribuer à réduire la pression de la demande sur les marchés locaux et améliorer la productivité et la performance environnementale de l'aquaculture.

Appui technique fourni par les organisations internationales

41. Confronté au défi croissant posé par l'utilisation des ressources, la dégradation de l'environnement et les changements climatiques, de nombreuses autorités nationales sollicitent un appui technique auprès d'organisations internationales telles que la FAO, le Fonds international de développement agricole (FIDA) et l'Organisation du Système CGIAR, d'organisations non gouvernementales, etc.

42. Le Programme de coopération technique (PCT) a été créé pour permettre à la FAO de mettre son savoir-faire et ses connaissances techniques à la disposition des pays membres qui en font la demande, aux frais de l'Organisation. Le PCT offre une assistance dans tous les domaines relevant du mandat et des compétences de la FAO couverts par le Cadre stratégique, pour répondre aux besoins prioritaires des gouvernements. La FAO a activement accéléré le transfert et la transposition à grande

⁶⁸ MAG/76/002, MAG/82/014, MAG/86/005, MAG/88/005, MAG/92/004, MAG/058/6023.

⁶⁹ Dabbadie L., Mikolasek O. 2017. Rice-Fish Farming in the Malagasy Highlands, Twenty Years after the FAO Projects. FAO Aquaculture Newsletter (FAN) 56 (avril 2017): 33-36. <http://www.fao.org/3/a-i7171e.pdf>.

⁷⁰ FAO. 2017. Regional review on status and trends in aquaculture development in sub-Saharan Africa – 2015, par Benedict P. Satia. Circulaire FAO sur les pêches et l'aquaculture n° 1135/4. Rome (Italie). <http://www.fao.org/3/a-i6873e.pdf>.

échelle des innovations technologiques en matière d'aquaculture au profit de ses pays membres dans le cadre de projets du PCT. L'élevage de la carpe au Kirghizistan, la lutte contre la maladie des crevettes au Viet Nam, la culture d'algues marines et l'élevage de milkfish à Zanzibar ou encore les formations sur la pratique de l'aquaculture en tant qu'activité commerciale en Afrique ne sont que quelques exemples de la façon dont la FAO a aidé les autorités nationales à adopter les innovations technologiques en matière d'aquaculture, au profit des agriculteurs, des organisations paysannes et du développement économique durable de la pêche. Les projets du PCT intéressent aussi indirectement le développement de l'aquaculture, comme dans le cas de l'adoption de la planification spatiale pour l'aquaculture marine en cages flottantes en Iran, et le passage à l'aquaculture intelligente face au changement climatique au Pérou.

43. Les programmes de coopération Sud-Sud et coopération triangulaire englobent la coopération Sud-Sud et la coopération triangulaire. Ces programmes se sont avérés efficaces s'agissant de créer des emplois, de mettre en place des infrastructures et de promouvoir le commerce entre les pays partout dans l'hémisphère Sud. Ils visent à encourager la mise en place d'un vaste cadre de collaboration entre pays en développement et offrent un modèle complémentaire à la relation traditionnelle entre donateurs et bénéficiaires. Alors que la coopération Sud-Sud joue un rôle plus important que jamais dans la lutte contre l'insécurité alimentaire, la demande mondiale en solutions de développement venant du Sud qui ont été expérimentées et ont fait leurs preuves atteint un pic historique. Ce type de coopération a été établie en Namibie, en Ouganda, en Afrique du Sud, etc. et a concerné le centre de multiplication, l'unité de fabrication d'aliments pour animaux en granulés, la rizipisciculture, et certaines innovations technologiques en matière d'aquaculture, transférées depuis le Brésil, la Chine et le Viet Nam etc. dans d'autres pays en développement.

44. Les partenariats, notamment les partenariats public-privé, sont au cœur de la mission de la FAO s'agissant de contribuer à établir un consensus pour un monde libéré de la faim. L'efficacité et la crédibilité de l'Organisation en tant que forum d'élaboration de politiques et centre d'excellence, de connaissances et de compétences techniques multilingue sans équivalent dépendent dans une large mesure de son aptitude à établir et développer des partenariats stratégiques. Seules une collaboration fructueuse avec les gouvernements, la société civile, le secteur privé, les établissements universitaires, les centres de recherche et les coopératives et la valorisation des connaissances et des avantages comparatifs de chacun des partenaires peuvent permettre de vaincre l'insécurité alimentaire. Partenariat FAO-Union européenne sur le projet Mediterranean Aquaculture Integrated Development – MedAID, le projet Ecosystem Approach to making Space for Aquaculture – Aquaspace, etc.

Niveau régional

45. La constitution de réseaux est une option facilitant le partage et la diffusion des connaissances. La FAO a appuyé l'établissement de réseaux relatifs à l'aquaculture dans un grand nombre de régions, à savoir: le Réseau de centres d'aquaculture pour la région Asie et Pacifique, le Réseau aquacole régional pour l'Afrique, le Réseau de centres d'aquaculture d'Europe centrale et orientale, l'Association micronésienne pour l'aquaculture durable, et le Réseau aquacole pour les Amériques. Il existe également des réseaux interrégionaux pour la promotion des innovations en matière d'aquaculture, par exemple la Fishery and Aquaculture Innovation Platform (FAIP), la Norwegian Seafood Federation, etc. Ces réseaux ont été établis en vue d'améliorer la communication entre les organisations de recherche et la branche d'activité, et ont été développés pour jouer un rôle important dans la définition des priorités qu'il convient de fixer aux programmes de recherche et d'échange liés au secteur. Un autre effet à long terme de la collaboration au sein de réseaux a été que le secteur des produits de la mer a progressivement adopté une attitude plus positive à l'égard de la recherche-développement en général⁷¹.

⁷¹ Valvåg, O.R. Technology transfer through networks: experiences from the Norwegian seafood industry. FAO Fisheries Circular. N° 1004. Rome, FAO. 2005. 14p. <http://www.fao.org/3/a-a0012e.pdf>.

46. La création de consortiums constitue une autre approche importante de la promotion des innovations en matière d'aquaculture à l'intérieur d'une région ou dans plusieurs régions. Il existe des consortiums relatifs à l'aquaculture dans le monde entier, notamment: Green Aquaculture Intensification in Europe (GAIN), la plateforme aquaculture de l'ASEM (Dialogue Asie-Europe) et le consortium Association des nations de l'Asie du Sud-Est-Chine pour la coopération sur l'éducation et la formation technique et professionnelle (ACCTC). Les réseaux sociaux sont un cas particulier qui peut offrir aux entrepreneurs et aux travailleurs du secteur aquacole la possibilité de mettre en commun leurs connaissances et d'être en contact avec leurs familles ou des groupes sociaux, ce qui est très important lorsqu'ils sont en mer ou ont besoin de migrer pour exercer leurs activités de pêche/d'aquaculture.

47. Le transfert et la transposition à grande échelle des innovations se heurtent à une difficulté d'apparition récente: les incertitudes croissantes liées aux changements mondiaux, notamment climatiques⁷². Le renforcement des capacités fait partie des fonctions essentielles de la FAO au titre de l'«Appui technique au transfert de technologies et au renforcement des capacités» et il peut potentiellement apporter des solutions. Le renforcement des capacités a trait aux processus grâce auxquels les individus, les organisations et la collectivité dans son ensemble libèrent, créent, renforcent, adaptent et préservent les capacités au fil du temps. Il est traditionnellement associé au transfert de connaissances et à la formation des individus mais il s'agit concrètement d'un processus de changement complexe, non linéaire et de longue haleine dans lequel aucun facteur isolé (par exemple, l'information, l'éducation et la formation, l'assistance technique, les avis en matière de politiques, etc.) ne peut expliquer à lui seul le renforcement des capacités⁷³. Dans diverses zones, le transfert des innovations en matière d'aquaculture a été réalisé grâce aux écoles pratiques d'agriculture^{74,75}.

48. Il est proposé d'implanter localement des réseaux sur l'innovation relative aux aliments pour animaux dans les Amériques, en Chine et en Asie du Sud-Est. Ces réseaux locaux peuvent orienter l'évaluation des ingrédients en lien avec les espèces locales et diffuser les données sur la performance dans une base de données relatives aux ingrédients. Des réunions et des conférences régionales seront tenues périodiquement pour offrir un forum d'échange de savoirs.

Produits axés sur les connaissances et partage des connaissances

49. En sa qualité de pôle de connaissances, la FAO s'attache à synthétiser les innovations technologiques en matière d'aquaculture sous la forme de produits axés sur les connaissances, notamment des informations et des outils en ligne, des vidéos, des livres, des comptes rendus de travaux, des affiches, des guides, des manuels, des pochettes de documentation pédagogique, etc. Elle s'emploie aussi à faciliter les échanges entre ses Membres en organisant des colloques mondiaux ou régionaux sur les innovations agricoles, des concertations sur les politiques, des conférences et des ateliers pour sensibiliser aux innovations en matière d'aquaculture et favoriser la communication des bonnes pratiques et la conduite de projets pilotes à titre de démonstration. Par ailleurs, la FAO publie des produits axés sur les connaissances destinés à être facilement accessibles au public le plus large. À cet effet, les publications importantes sont mises à disposition dans toutes les langues officielles du système des Nations Unies et peuvent être traduites dans les langues locales.

⁷² Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S., Poulain, F. (eds). Impacts of climate change on fisheries and aquaculture. Document technique FAO sur les pêches et l'aquaculture n° 627. Rome. FAO. ISBN 978-92-5-130607-9. <http://www.fao.org/3/I9705EN/i9705en.pdf>.

⁷³ Stratégie de l'organisation en matière de renforcement des capacités. <http://www.fao.org/3/a-k8908f.pdf>.

⁷⁴ Halwart, M., Settle, W. 2008. Formation participative et développement de curriculum pour les champs-écoles paysans en Guyane et au Suriname. Un guide pratique pour la lutte intégrée contre les ravageurs et l'aquaculture dans les systèmes rizicoles de la Guyane et du Suriname. Rome, FAO. 122p. <http://www.fao.org/3/a-ba0031f.pdf>.

⁷⁵ Building capacity for integrated rice-fish systems through the regional rice initiative and South-South Cooperation. <http://www.fao.org/3/a-i7239e.pdf>.

50. Les organisations internationales et nationales, comme les centres de l'Organisation du Système CGIAR, les organismes publics, les établissements universitaires, les stations de démonstration technique et les écoles professionnelles publient de nombreux produits axés sur les connaissances concernant les innovations en matière d'aquaculture et visent principalement à accroître les ressources humaines dans le secteur privé et le nombre de petits aquaculteurs commerciaux dotés de connaissances améliorées et des compétences pratiques les plus récentes. L'information est souvent dispersée et éparpillée et, en particulier s'agissant des plateformes d'innovation et des pôles de connaissances transversaux, l'aquaculture pourrait être nettement mieux représentée et articulée⁷⁶. La collaboration et les partenariats sont susceptibles de faciliter l'accès aux produits axés sur les connaissances relatifs aux innovations, au profit d'un plus grand nombre de parties prenantes. La FAO encourage le développement de l'échange et du partage des connaissances relatives aux innovations en matière d'aquaculture.

INDICATIONS QUE LA COMMISSION EST INVITÉE À DONNER

51. Le Sous-Comité est invité à:

- reconnaître l'importance des innovations en matière d'aquaculture s'agissant d'améliorer les rendements, de réduire l'impact environnemental et de lutter contre les changements climatiques;
- mettre en commun les expériences (notamment les initiatives performantes et les leçons à en tirer) relatives aux innovations en matière d'aquaculture;
- formuler des avis et encourager la communauté internationale, et en particulier les réseaux existants dans le domaine de l'aquaculture, à renforcer la collaboration sur la synthèse, l'actualisation et l'échange des produits axés sur les connaissances ayant trait aux innovations en matière d'aquaculture afin d'optimiser l'utilisation des ressources et de faire face aux changements environnementaux et climatiques;
- formuler des orientations et appeler à fournir davantage de ressources financières en faveur de l'amélioration de l'assistance technique visant à appuyer la transposition à grande échelle des innovations en matière d'aquaculture au moyen de divers mécanismes, notamment le PCT, la constitution de réseaux, la coopération Sud-Sud et les partenariats public-privé.

⁷⁶ Par exemple, la Plateforme pour l'agriculture tropicale <http://www.tapipedia.org/search/tap>.