



Le rôle des produits alimentaires d'origine aquatique dans une alimentation saine et durable

Tous droits réservés. ONU-Nutrition encourage l'utilisation et la diffusion du contenu de ce produit, lequel peut être reproduit et diffusé à des fins d'enseignement ou à d'autres fins non commerciales sous réserve que ONU-Nutrition soit correctement mentionné comme source et qu'il ne soit sous-entendu en aucune manière qu'il approuverait les opinions, produits ou services des utilisateurs.

Toute demande relative aux droits de traduction et d'adaptation, ainsi qu'à la revente et autres droits d'exploitation commerciale, doit être adressée par courrier électronique au secrétariat d'ONU-Nutrition, à l'adresse: info@unnutrition.org.



Le rôle des produits alimentaires d'origine aquatique dans une alimentation saine et durable

Remerciements

Ce rapport a été rédigé par Molly Ahern,¹ Shakuntala H. Thilsted² et Stineke Oenema,³ avec la contribution de Manuel Barange,¹ Mary Kate Cartmill,⁴ Steffen Cole Brandstrup Hansen,⁵ Vincent Doumeizel,⁶ Nichola Dyer,⁷ Livar Frøyland,⁸ Esther Garrido-Gamarro,¹ Holger Kühnhold,⁹ Essam Mohammed,² Omar Penarubia,¹ Philippe Potin,¹⁰ Sonia Sharan,¹¹ Anita Utheim Iversen,⁸ Betül Uyar,¹² Stefania Vannuccini,¹ Ansen Ward¹ and Xiaowei Zhou.¹

Les auteurs remercient les personnes et les organisations suivantes des observations qu'elles ont formulées et du soutien qu'elles ont apporté tout au long du processus de révision: Richard Abila,¹³ Emelyne Akezamutima¹³, Ilaria Bianchi¹³, Marcio Castro De Souza,¹ Joyce Njoro,¹³ Johanna Schmidt¹⁴ et Bendula Wismen.²

Le rapport a été élaboré sous la direction générale de Stineke Oenema (ONU-Nutrition). Poilin Breathnach et Sile O'Broin ont révisé le document; Faustina Masini en a réalisé la conception.

La présente publication a pu voir le jour grâce au temps et aux compétences mis généreusement à disposition par la Division des pêches de la FAO et par le Programme de recherche du CGIAR sur les systèmes agroalimentaires halieutiques (FISH), dirigé par WorldFish.

Cet ouvrage contribue au programme FISH (programme de recherche du CGIAR sur les systèmes agroalimentaires aquatiques), dirigé par WorldFish. Ce programme est soutenu par les contributeurs au Fonds fiduciaire du CGIAR.

1. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Division des pêches
2. WorldFish
3. ONU-Nutrition
4. Université Washington de Saint-Louis
5. Fonds pour l'environnement mondial (FEM)
6. Pacte mondial des Nations Unies et Lloyd's Register Foundation
7. Indépendante
8. Ministère norvégien du commerce, de l'industrie et de la pêche
9. Leibniz Center for Tropical Marine Research (ZMT)
10. Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et Université de la Sorbonne
11. Oceana
12. Université de Wageningen
13. Fonds international de développement agricole (FIDA)
14. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Division de la protection sociale

Table des matières

1. Contexte	3
2. Introduction	5
3. Une alimentation saine	7
Importance des produits alimentaires d'origine aquatique pour la nutrition et la santé publique	7
Recommandations nutritionnelles fondées sur le choix des aliments	12
Habitudes alimentaires et consommation de produits alimentaires d'origine aquatique	15
Aliments du futur: un éventail de solutions pour la consommation de produits alimentaires d'origine aquatique	20
4. Offre durable de produits alimentaires d'origine aquatique	24
Pêches de capture et aquaculture	24
Politiques et instruments fiscaux	27
Réduction des pertes et du gaspillage alimentaires	28
Nourrir la population mondiale en 2030 et au-delà: projection de la contribution des pêches et de l'aquaculture	30
5. Sécurité sanitaire, risques et avantages des produits alimentaires aquatiques	33
Préoccupations quant à la sécurité sanitaire des produits alimentaires aquatiques	33
Risques et avantages des produits alimentaires aquatiques pour la santé	34
6. Covid-19 et produits alimentaires d'origine aquatique	35
7. Recommandations et conclusions	37
Annexe 1. Principaux nutriments et bienfaits pour la santé humaine	40
Annexe 2. Projection de la production de poisson à l'horizon 2050 selon trois scénarios	41
Références	42
Sigles et acronymes	58



1

Contexte

En 2017, le Comité permanent du système des Nations Unies sur la nutrition (UNSCN) a publié un rapport de portée mondiale sur la nutrition, intitulé *D'ici à 2030, mettre fin à toutes les formes de malnutrition et ne laisser personne de côté* (UNSCN, 2017a). Cette publication apportait sa contribution aux débuts de la Décennie d'action des Nations Unies pour la nutrition (2016-2025) et dressait un panorama de la nutrition, appuyé sur un ensemble complet de cibles et d'objectifs internationaux, parmi lesquels les objectifs mondiaux relatifs à la nutrition et aux maladies non transmissibles établis par l'Assemblée mondiale de la Santé, le Programme 2030 et l'engagement et le cadre d'action de la deuxième Conférence internationale sur la nutrition (CIN2).

La production des systèmes alimentaires actuels est suffisante pour nourrir la population mondiale, mais le coût d'une alimentation saine est inabordable pour de nombreuses personnes. Outre ses effets néfastes sur la santé, une mauvaise alimentation renferme également des coûts de santé «cachés» et entraîne des conséquences environnementales dommageables (FAO et al., 2020). On s'attend à ce que la pandémie de covid-19 aggrave l'insécurité alimentaire et la sous-alimentation, du fait des ruptures d'approvisionnement et des pertes de revenu qu'elle provoque. Ainsi, les estimations prévoient un nombre supplémentaire de personnes sous-alimentées compris entre 83 et 132 millions d'individus (FAO et al., 2020). Ces chiffres soulignent la fragilité des systèmes alimentaires et l'importance d'une coordination mondiale pour favoriser une alimentation qui soit à la fois socialement, économiquement et écologiquement durable (FAO et al., 2020; HLPE, 2020).

Bien qu'il soit de plus en plus reconnu qu'une alimentation saine et durable est essentielle, il manque toujours, pour promouvoir celle-ci, un énoncé argumenté et bien défini. À cet effet, la Commission EAT-Lancet a publié en 2019 des directives relatives à la «santé de la planète», c'est-à-dire à l'adoption d'un régime alimentaire bon pour la santé et pour la planète (Willett et al., 2019), tandis que l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) publiaient un ensemble de principes directeurs pour des régimes alimentaires sains et durables, tentant ainsi de produire cet énoncé (FAO & WHO, 2019a). Ces principes ont certes contribué de façon déterminante à la formulation de l'énoncé, mais les désaccords persistent et le débat se poursuit concernant les aliments d'origine animale et la définition de ce que l'on entend par une consommation «modérée».

S'il est vrai que les systèmes de production alimentaire terrestre fournissent la majorité des aliments consommés dans le monde (Duarte et al., 2009), le rôle du poisson¹ et des produits comestibles de la mer² (mais pas des aliments d'origine aquatique plus généralement³) dans la sécurité alimentaire et la nutrition est néanmoins de plus en plus reconnu, non seulement en tant que source de protéines,

1 Ce terme englobe les poissons, les crustacés, les mollusques et les autres animaux aquatiques, à l'exclusion des mammifères et des reptiles aquatiques, des algues marines et des autres plantes aquatiques (FAO, 2020a).

2 La définition de cette expression varie, mais la plus courante y rattache les espèces marines de poissons ainsi que de crustacés et mollusques (Merriam Webster pour le terme anglais). Bien que cette expression soit couramment utilisée, dans le présent rapport, nous employons plutôt l'expression «produits alimentaires d'origine aquatique» ou «produits alimentaires aquatiques», qui désigne une plus grande diversité d'aliments. Nous utilisons l'expression «produits comestibles de la mer» dans deux cas : dans le contexte des recommandations nutritionnelles fondées sur le choix des aliments, car pour le moment celles-ci ne prennent pas en compte les produits alimentaires aquatiques, plus largement; et lorsque nous faisons référence aux maladies causées par les produits comestibles de la mer. Il faut noter toutefois que la sécurité sanitaire des aliments est essentielle pour tous les produits d'origine aquatique.

3 Cela comprend les animaux, plantes et micro-organismes produits et récoltés en milieu aquatique ainsi que les aliments obtenus à partir de cellules et les aliments d'origine végétale créés à l'aide de nouvelles technologies (WorldFish, 2020).

mais aussi comme uniques pourvoyeurs d'acides gras oméga 3 et de micronutriments biodisponibles (FAO, 2020a; HLPE, 2014; 2017). En revanche, les systèmes alimentaires actuels ne prennent toujours pas en compte la diversité des aliments d'origine aquatique ni les possibilités que ceux-ci offrent de parvenir à une alimentation saine et durable et de remédier au «triple fardeau de la malnutrition» (carences en micronutriments, sous-alimentation; et surpoids et obésité) (FAO, 2020a). De plus, certains produits alimentaires aquatiques – certaines espèces de poisson par exemple – sont souvent considérés sous l'angle de leur valeur commerciale ou économique plutôt que de leur contribution à une alimentation saine. Le Réseau mondial d'action pour une alimentation durable tirée des océans et des eaux continentales au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition⁴ a été créé dans le cadre de la Décennie d'action des Nations Unies pour la nutrition, pour faire suite à l'avis du Comité de la sécurité alimentaire mondiale (CSA) (HLPE, 2014) qui conseillait de promouvoir la reconnaissance du rôle des aliments d'origine aquatique dans la sécurité alimentaire et la nutrition.

Le présent document de consultation vise à dégager un consensus sur le rôle des produits d'origine aquatique dans une alimentation saine et durable, en présentant la palette des données probantes disponibles pour éclairer et guider l'action publique, les investissements et la recherche et faire en sorte que l'on exploite pleinement les immenses possibilités qu'offrent ces produits en matière d'alimentation saine et durable et de concrétisation des objectifs de développement durable (ODD). De nombreuses références citées dans le présent document s'intéressent plus particulièrement aux poissons et fournissent des exemples d'autres animaux et de plantes aquatiques pour lesquels on dispose de données. En effet, la plupart des études et des données sur les produits alimentaires aquatiques portent sur la production ou la conservation d'un petit nombre d'espèces de poisson présentant une valeur économique élevée plutôt que sur la valeur nutritionnelle plus large des divers aliments tirés des ressources aquatiques.

Il serait salutaire et il est terriblement nécessaire de s'intéresser de plus près aux produits alimentaires aquatiques. Le présent rapport sera complété par un autre document, portant sur le rôle des aliments dérivés de l'élevage (tels que la viande, les produits laitiers et les œufs). Ces deux publications ont pour but de mettre en lumière le rôle d'une vaste gamme d'aliments d'origine animale et de plantes aquatiques, comme les algues marines, dans une alimentation saine et durable.



⁴ Pour plus d'informations sur le Réseau mondial d'action, reportez-vous à la page suivante: <https://nettsteder.regjeringen.no/foodfromtheocean/about-the-network/> (en anglais).

2

Introduction

Nos océans et nos masses d'eaux continentales constituent une source vitale d'aliments nutritifs partout dans le monde. Les produits alimentaires d'origine aquatique comprennent un ensemble divers d'animaux, de plantes et de micro-organismes, chacun présentant des qualités et offrant des nutriments uniques, comme le fer, le zinc, le calcium, l'iode, les vitamines A, B12 et D, et les acides gras oméga 3 (voir l'annexe 1 pour plus d'informations sur l'importance de ces nutriments). Les micronutriments apportés par la consommation d'animaux aquatiques présentent aussi l'avantage d'être hautement biodisponibles (WHO, 1985). De surcroît, certains micronutriments d'origine végétale – le fer et le zinc, par exemple – sont mieux assimilés lorsque les produits végétaux sont consommés en même temps que des produits animaux aquatiques (Barré et al., 2018). Enfin, la consommation de produits alimentaires aquatiques offre une plus grande durabilité, car la production de ces aliments a un impact sur l'environnement bien moindre que celle de la plupart des aliments issus d'animaux terrestres (Hilborn et al., 2018).

Nombre de ruraux pauvres pratiquent une pêche et une aquaculture artisanales (FAO, 2012b; Thompson & Subasinghe, 2011). Sur l'ensemble des personnes travaillant dans les secteurs primaire et secondaire de la pêche et de l'aquaculture, 50 pour cent sont des femmes, qui interviennent, pour une grande part, au stade après capture/collecte (FAO, 2020a). En plus de contribuer à la sécurité alimentaire et à la nutrition, à la fois directement (par la consommation) et indirectement (par les moyens de subsistance qu'ils offrent), les aliments d'origine aquatique produisent un « effet multiplicateur » en fournissant à la production alimentaire terrestre des aliments pour animaux. Si cette dernière caractéristique peut aider à améliorer les moyens d'existence de certains, elle est aussi source de préoccupations quant au droit à une nourriture adéquate, car cette pratique détourne vers l'alimentation animale des produits qui pourraient nourrir des humains.

Le rapport sur *l'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde* de 2020 met en lumière les évolutions observées ces dernières années, notamment les défis liés à la variabilité du climat, la pandémie de covid-19, le ralentissement de la croissance et le coût élevé d'une alimentation saine, dans le domaine des actions visant à éliminer la faim, l'insécurité alimentaire et la malnutrition (FAO et al., 2020).

Depuis l'introduction de la notion de sécurité alimentaire en 1974, celle-ci a évolué, délaissant ses composantes quantitatives (qui mettent en avant la production et la quantité de nourriture) au profit de composantes qualitatives (qui insistent sur la qualité nutritionnelle et la sécurité sanitaire des aliments), intégrant des questions d'équité, à l'instar de précédents travaux sur l'accès et le droit humain à une nourriture suffisante (Sen, 1981) et sur les éléments d'agencéité et de durabilité (HLPE, 2020).

«Les régimes alimentaires sains et durables sont des habitudes alimentaires qui promeuvent toutes les dimensions de la santé et du bien-être des individus. Ils présentent une faible pression et un faible impact environnementaux, sont accessibles, abordables, sûrs et équitables, et sont culturellement acceptables. Les objectifs des régimes alimentaires sains et durables sont d'atteindre la croissance et le développement optimaux de tous les individus et de soutenir le fonctionnement ainsi que le bien-être physique, mental et social à toutes les étapes de la vie, pour les générations actuelles et futures ainsi que de contribuer à la prévention de toutes les formes de malnutrition (c'est-à-dire la sous-nutrition, les carences en micronutriments, le surpoids et l'obésité), de réduire les risques de maladies non transmissibles liées au régime alimentaire et de soutenir la préservation de la biodiversité et de la santé de la planète. Les régimes alimentaires sains et durables doivent associer toutes les dimensions de la durabilité afin d'éviter toute conséquence indésirable.» (FAO & WHO, 2019a, p. 11).

Jusqu'à récemment, les recommandations nutritionnelles de consommation d'aliments d'origine aquatique insistaient principalement sur le compromis entre les bienfaits nutritionnels et les préoccupations relatives à la sécurité sanitaire des aliments et à la bioaccumulation de contaminants et de polluants. L'OMS recommandait de consommer une ou deux portions de 100 g de poisson par semaine (FAO & WHO, 2011b), tandis que l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) invitait les adultes à consommer 300 g de poisson par semaine (EFSA, 2014). Plus récemment, les recommandations ont adopté une approche plus globaliste, tenant compte des préoccupations que suscite l'impact de la production alimentaire sur l'environnement. Les directives d'EAT-Lancet relatives à la santé de la planète encouragent à adopter un régime principalement végétarien, dans lequel la consommation d'aliments d'origine animale est limitée, cette limitation étant considérée comme la clé d'une alimentation durable. Les directives préconisent spécifiquement une consommation de poisson d'environ 28 g par jour et par adulte (fourchette de 0 à 100 g par jour) (Willett et al., 2019). Contrairement à celle d'aliments issus d'animaux terrestres, la consommation de produits alimentaires d'origine aquatique a été jugée favorable dans l'optique d'un système alimentaire durable (Willett et al., 2019) et d'une réduction de l'impact sur l'environnement (Hilborn et al., 2018; Hallström et al., 2019). Le régime de référence recommandé ci-dessus a aussi été critiqué. On lui reproche notamment de ne pas tenir compte des choix alimentaires culturels et individuels et d'être inabordable, en particulier dans un grand nombre de pays à faible revenu et à revenu intermédiaire (Drewnowski, 2020; Hirvonen et al., 2019).

Dans certaines régions du monde, la consommation d'aliments aquatiques est supérieure aux 28 g par jour recommandés pour les adultes, mais elle varie selon les pays, les communautés et même les ménages. Il est fréquent que la consommation annuelle de poisson estimée par habitant pour un pays⁵ soit comparée à la moyenne mondiale (20,5 kg actuellement)⁶, en dépit du fait que les niveaux de consommation dans le monde sont extrêmement disparates, les estimations nationales actuelles variant de 0 à 100 kg par personne et par an (FAO, 2020a; 2020c). Il est donc difficile de comparer les consommations par habitant de plusieurs pays entre eux ou d'un pays par rapport à la moyenne mondiale, car ces comparaisons supposent une distribution équitable dans toute la population, ce qui n'est pas le cas. Un certain nombre de facteurs influent sur la consommation par habitant, comme des différences dans les préférences et le comportement des consommateurs ou dans les normes et représentations culturelles, ou encore des difficultés de distribution des articles périssables dans de nombreuses régions.

Pour nombre de populations rurales pauvres, le poisson – en particulier les petits poissons – peut être l'aliment d'origine animale le plus accessible ou le plus abordable ou celui que ces populations préfèrent (Kawarazuka & Béné, 2011). Des stratégies portant sur des systèmes alimentaires aquatiques peuvent aider à résoudre le problème complexe du «triple fardeau de la malnutrition» et donner accès à des aliments d'origine aquatique riches en nutriments, propres à diversifier l'alimentation et à protéger la sécurité alimentaire et la nutrition pour tous (FAO, 2020a). De plus en plus, les produits alimentaires aquatiques sont reconnus comme constituant une composante essentielle d'une alimentation saine et durable. Pourtant, ils ne sont pas encore totalement pris en compte car, pour beaucoup, les données relatives à la pêche et à l'aquaculture portent sur l'exploitation et la production. On s'intéresse peu à la chaîne de valeur de la vaste gamme de produits alimentaires aquatiques ni à la façon dont on pourrait tirer parti de ces produits pour satisfaire les besoins nutritionnels de différents groupes de population, en particulier les populations pauvres et vulnérables.

Le passage à une alimentation saine et durable intégrant différents produits aquatiques requiert une action publique cohérente et des cadres institutionnels et juridiques puissants et inclusifs. Certains instruments et politiques budgétaires peuvent toutefois saper la transition vers la durabilité, et les politiques relatives aux produits alimentaires aquatiques visent souvent principalement les questions relatives à la production, à l'efficacité économique, à la gestion des ressources, à l'environnement et au climat. Elles s'intéressent moins aux chaînes de valeur des produits alimentaires aquatiques et à la contribution de ceux-ci à la nutrition et à la santé des populations.

⁵ Ces chiffres de consommation de poisson comprennent les animaux aquatiques, mais pas les plantes aquatiques, car les algues marines et les plantes aquatiques ne sont pas prises en compte actuellement dans les bilans alimentaires élaborés par la FAO.

⁶ Fondée sur la consommation apparente de poisson par habitant, c'est-à-dire la quantité moyenne de poisson destinée à la consommation humaine d'après les bilans alimentaires de la FAO, exprimée en équivalent poids vif. Pour de nombreuses raisons (y compris le fait qu'il n'est tenu aucun compte du gaspillage à l'échelle des ménages), ce chiffre ne correspond pas à l'apport alimentaire.

3

Une alimentation saine

Importance des produits alimentaires d'origine aquatique pour la nutrition et la santé publique

Les produits alimentaires d'origine aquatique, et en particulier les animaux aquatiques, sont depuis longtemps présentés comme une source importante de protéines animales et donc considérés comme l'une des composantes essentielles d'un régime alimentaire nutritif (FAO, 2012b). Cependant, ils apportent aussi des acides gras oméga 3 et des micronutriments, qui sont importants pour améliorer la nutrition et la santé des populations touchées par le «triple fardeau de la malnutrition».

La forme de malnutrition que constituent le surpoids et l'obésité prend de plus en plus d'ampleur. À l'échelle mondiale, près de 13,1 pour cent des adultes et 6 pour cent des enfants sont obèses (FAO et al., 2020). Ce mauvais état nutritionnel est lié à la mondialisation, à l'urbanisation et à une évolution des préférences alimentaires qui favorise la consommation de matières grasses, de sucres, d'aliments transformés et d'aliments issus d'animaux terrestres, souvent désignée sous le terme «transition nutritionnelle» (voir l'encadré 1). Un récent examen des travaux publiés a montré que le remplacement de la viande par des produits alimentaires aquatiques maigres (à l'exception des crustacés et des mollusques et du poisson blanc frit) réduisait l'apport énergétique, et permettait donc de perdre du poids (Liaset et al., 2019). Par ailleurs, il a été démontré que la consommation de poisson réduisait la tension artérielle (Bernstein et al., 2019), abaissait le taux de cholestérol (Lim et al., 2012) et diminuait le risque de décès dû à une maladie cardiovasculaire en améliorant la fonction cardiovasculaire (FAO & WHO, 2011b; Mozaffarian & Rimm, 2006). Une autre étude a conclu que la consommation de poisson réduisait la mortalité, toutes causes confondues: la consommation de 60 g de poisson par jour était corrélée à une réduction de 12 pour cent du risque (Zhao et al., 2019). Le lien mis en évidence par les recherches entre la consommation de poisson et la réduction du risque de maladie cardiovasculaire – du fait de la teneur élevée en acides gras oméga 3 de certaines espèces de poissons marins – a incité certains pays à intégrer le poisson dans les recommandations nutritionnelles à l'échelle nationale.

Minéraux

Fe Fer
Essentiel au développement cérébral de l'enfant, il accroît les taux de survie maternelle.

I Iode
Essentiel au développement cérébral du fœtus et du jeune enfant, aide à prévenir la mortalité.

Zn Zinc
Indispensable à la survie de l'enfant, permet de réduire le retard de croissance et de lutter contre la diarrhée.

Acides gras essentiels

Aident à prévenir la prééclampsie, l'accouchement prématuré et l'insuffisance pondérale à la naissance, contribuent au développement cognitif et améliorent la vue chez l'enfant.

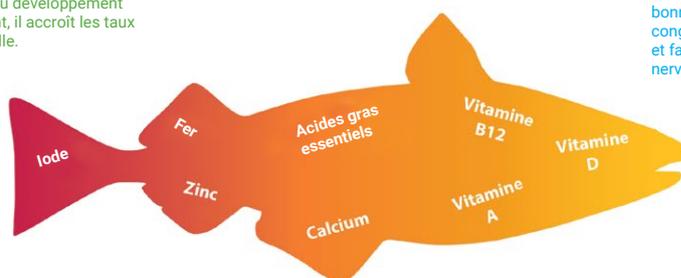
Vitamines

B12 Vitamine B12
Essentielle pour mener une grossesse en bonne santé, aide à prévenir les malformations congénitales du cerveau et de la moelle épinière et favorise le bon fonctionnement du système nerveux et du cerveau chez l'enfant.

D Vitamine D
Indispensable au bon développement osseux, dentaire et musculaire de l'enfant, permet de prévenir la prééclampsie, l'accouchement prématuré et l'insuffisance pondérale à la naissance.

A Vitamine A
Essentielle à la survie de l'enfant, prévient la cécité, aide à lutter contre les infections et favorise une croissance en bonne santé.

Ca Calcium
Aide à prévenir la prééclampsie et l'accouchement prématuré, contribue de manière essentielle à la bonne santé des os et des dents.



Encadré 1.**Le rôle des produits alimentaires d'origine aquatique dans la transition nutritionnelle**

Neuf des 10 pays présentant les taux d'obésité les plus élevés au monde sont des États insulaires du Pacifique, où les taux d'obésité chez l'adulte ont atteint 70 pour cent (Andrew, 2016). De plus, le retard de croissance chez les enfants de moins de 5 ans reste un grave problème de santé publique dans la région, les taux s'élevant à 49,5 pour cent en Papouasie-Nouvelle-Guinée et à 31,6 pour cent dans les Îles Salomon (Development Initiatives, 2018a; 2018b). Cette épidémie peut être attribuée en partie à l'abandon des modes d'alimentation traditionnels riches en poisson et en aliments d'origine végétale au profit d'aliments ultratransformés, notamment de produits à teneur élevée en amidons raffinés, d'huiles, de viande transformée et de confiseries (Charlton et al., 2016).

Le poisson est considéré comme l'une des principales sources d'aliments des habitants des îles du Pacifique, mais il est important de noter que l'accès au poisson frais et aux produits alimentaires aquatiques varie selon les saisons, la situation géographique (zone urbaine/rurale/côtière) et les facteurs socioéconomiques. Les méthodes traditionnelles de préparation du poisson frais sont également remplacées par des procédés utilisant davantage de sel et de graisses – poisson en conserve ou frit, par exemple, généralement consommé avec d'autres aliments transformés dans le cadre d'une alimentation corrélée à l'obésité (Charlton et al., 2016; Dancause et al., 2013).

Bien que les habitants des îles du Pacifique consomment de grandes quantités de produits alimentaires aquatiques provenant des pêches dans les récifs coralliens, leur tendance à se tourner vers des produits transformés suscite une inquiétude croissante. Cette situation s'explique par la diminution des prises, due à la surexploitation des ressources dans les eaux proches du littoral, au réchauffement et à l'acidification de l'océan, mais aussi par les activités des flottilles industrielles étrangères, les exportations de thon et l'urbanisation (Andrew, 2016; Charlton et al., 2016). La nécessité d'inciter les habitants des îles du Pacifique à conserver leurs modes d'alimentation traditionnels dans le contexte de l'urbanisation est un défi de plus en plus important, et plusieurs publications ont mis en évidence que la consommation de produits transformés importés était corrélée à la richesse et au statut social (Corsi et al., 2008). Il faudra s'attacher à encourager la population à diversifier son alimentation, en y intégrant des fruits, des légumes et des poissons locaux en remplacement des aliments ultratransformés importés (Charlton et al., 2016; Englberger et al., 2010).

La dénutrition infantile reste un fléau mondial: 21,3 pour cent des enfants de moins de 5 ans présentent un retard de croissance, 6,9 pour cent sont émaciés et 340 millions souffrent de carences en micronutriments (FAO et al., 2020). Outre qu'elle contribue à la diversification de l'alimentation et augmente les apports en micronutriments des femmes en âge de procréer (Yilma et al., 2020), la consommation de produits alimentaires d'origine aquatique pendant les 1 000 premiers jours de la vie – de la conception au deuxième anniversaire de l'enfant – est corrélée à un bon état de santé des nouveau-nés, une meilleure composition nutritionnelle du lait maternel (Fiorella et al., 2018), une diminution du retard de croissance (Marinda et al., 2018), une baisse de la prévalence de la malnutrition aiguë sévère (Skau et al., 2015; Sigh et al., 2018), un meilleur développement cognitif et un QI plus élevé (Hibbeln et al., 2006; 2019), ainsi qu'à de meilleurs résultats scolaires et une meilleure performance professionnelle plus tard dans la vie. Les données dont on dispose montrent également que la consommation de poisson dès le plus jeune âge peut avoir des effets favorables sur les comportements et la santé mentale et prévenir certaines allergies, telles que l'asthme, l'eczéma et la rhinite allergique (Bernstein et al., 2019).

Pour leur croissance cognitive et physique, les nourrissons et les enfants en bas âge ont, par rapport aux adultes, besoin d'une quantité plus importante de nutriments rapportée au poids corporel, mais ont un estomac et un système intestinal peu développés, et doivent donc consommer des aliments à forte teneur en nutriments. Après les six premiers mois d'allaitement au sein exclusif, il faut commencer à donner aux enfants divers aliments complémentaires (en plus du lait maternel), dont des produits alimentaires aquatiques, comme des petits poissons séchés et du poisson en poudre, afin de leur procurer les micronutriments dont ils ont besoin (voir l'encadré 2). La consommation de produits alimentaires aquatiques pendant les 1 000 premiers jours de la vie suscite des préoccupations concernant la sécurité sanitaire des aliments, mais une consultation d'experts FAO-OMS a conclu que les bienfaits de la consommation de poisson l'emportaient sur les risques liés à la teneur en mercure et en dioxine de certaines espèces, et que la consommation de poisson par la mère avant et pendant sa grossesse se traduisait par un meilleur développement neurologique du nourrisson et du jeune enfant (FAO & WHO, 2011b).

Encadré 2.

Poudre de poisson riche en nutriments pour les 1 000 premiers jours de la vie – Malawi et Zambie

Une étude menée entre 2016 et 2019 dans le nord de la Zambie et au Malawi a permis de constater que les petits poissons étaient les aliments d'origine animale les plus courants (et souvent les seuls), et qu'ils étaient disponibles en grande quantité en saison – en raison de périodes de fortes précipitations et d'une interdiction de pêche pendant trois mois de l'année. Les espèces de poissons très abondantes et bon marché en saison de production maximale étaient séchées et utilisées pour fabriquer de la poudre de poisson afin d'améliorer la nutrition des femmes et des enfants (pendant les 1 000 premiers jours de leur vie).

Les participants à l'étude se sont montrés très réceptifs à l'intégration de poisson en poudre dans les recettes locales (Ahern et al., 2020). L'utilisation de dispositifs solaires pour améliorer le séchage à petite échelle et de petites machines pour réduire le poisson en poudre (au lieu des traditionnels mortier et pilon) a permis d'alléger la charge de travail des femmes et de diminuer les pertes de poissons (Ahern et al., 2020). Ces technologies améliorées ont également allongé la durée de conservation de la poudre de poisson (Ng'ong'ola-Manani et al., 2020).



Un grand nombre de mesures de santé publique visant à améliorer la nutrition sont axées sur deux périodes cruciales – les 1 000 premiers jours de la vie et la période de procréation. Toutefois, des données montrent que ces 1 000 jours cruciaux sont suivis des 7 000 jours également essentiels de l'adolescence – particulièrement pour les filles – qui relient ces deux périodes déterminantes (UNICEF, 2019; Crookston et al., 2013; Georgiadis & Penny, 2017; Popkin, 2014). Les programmes d'alimentation scolaire offrent la possibilité de renforcer la nutrition durant cette période de développement si importante, et les données disponibles indiquent que les aliments d'origine animale améliorent la croissance, la cognition et le comportement des enfants scolarisés (Bundy et al., 2018; Neumann et al., 2003; 2007; Whaley et al., 2003). Cela étant, seul un petit nombre d'études ont été menées pour démontrer l'amélioration de la cognition et des résultats scolaires des enfants du fait de la consommation de poisson (mais pas nécessairement dans le cadre de programmes d'alimentation scolaire) (Handeland et al., 2017; 2018; Skotheim et al., 2017). Une étude menée sur 10 000 élèves suédois âgés de 15 ans, par exemple, a montré une relation directe entre les élèves qui consommaient du poisson au moins une fois par semaine et ceux qui étaient les plus avancés dans leurs études (Kim et al., 2009).

On sait que certains poissons sont riches en acides gras oméga 3, en minéraux, en vitamines et en protéines animales (HLPE, 2017; Thilsted et al., 2014), mais les données disponibles concernent souvent le tissu musculaire, ou filet, du poisson, et non le poisson entier ou les autres produits alimentaires aquatiques. On sait moins que les petites espèces de poisson peuvent apporter davantage de micronutriments, notamment lorsque le poisson est consommé en entier (tête, yeux et viscères inclus), ce qui est le cas traditionnellement dans de nombreux pays à faible revenu et à revenu intermédiaire (Thilsted et al., 2014; Thilsted, 2012a; 2012b; Roos et al., 2007). Les petits poissons consommés en entier contiennent beaucoup de micronutriments biodisponibles, comme le zinc, le fer et le calcium. Une étude a montré que l'apport de calcium provenant de la consommation de petits poissons à arêtes fondantes était comparable à celle du lait écrémé (Hansen et al., 1998). En outre, l'association de petits poissons à d'autres aliments, comme des légumes, renforce la diversité alimentaire et améliore la biodisponibilité des minéraux dans les aliments d'origine végétale (Barré et al., 2018). Ainsi, l'ajout de petits poissons à l'alimentation des populations qui dépendent principalement d'aliments d'origine végétale est

l'une des stratégies possibles pour augmenter l'apport en micronutriments. Fiedler et al. (2016) ont utilisé des années de vie corrigées du facteur incapacité (AVCI) pour modéliser l'incidence sur la nutrition et la santé d'une approche fondée sur le choix des aliments consistant à construire des bassins familiaux de polyculture afin de promouvoir la consommation d'un petit poisson (mola) courant au Bangladesh, et les résultats ont montré qu'un programme sur 20 ans combinerait des avantages supérieurs et des coûts inférieurs à ceux d'un programme national d'enrichissement de la farine en vitamine A.

Le tableau 1 présente la composition en nutriments d'un petit échantillon du vaste éventail de produits alimentaires d'origine aquatique considérés comme importants à l'échelle mondiale, régionale ou locale. La composition en nutriments est donnée pour 100 g de parties comestibles du produit brut. La consommation de ces produits aquatiques diversifiés, riches en nutriments, peut être encouragée dans les recommandations nutritionnelles nationales fondées sur le choix des aliments; on peut également stimuler la demande de produits alimentaires aquatiques innovants, que les consommateurs auront envie d'acheter. La prochaine section est consacrée aux recommandations nutritionnelles fondées sur le choix des aliments et au développement des produits alimentaires d'origine aquatique dans l'optique d'une utilisation durable de ressources aquatiques sous-exploitées.



Tableau 1.

Composition en nutriments d'un échantillon de produits alimentaires d'origine aquatique, pour 100 g de parties comestibles brutes

Nom	Protéines totales (g)	Ca (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	I (µg)	Rétinol (µg)	D3 (µg)	B12 (µg)	Acides gras polyinsaturés n-3 totaux (g)	Acide gras EPA 20:5 n-3 (g)	Acide gras DHA 22:6 n-3 (g)
Espèces de poissons marins échangées à l'échelle mondiale (filet uniquement)											
^a Morue de l'Atlantique (<i>Gadus Morhua</i>)	18,6	12	0,2	0,38	260	1	1	1,1	0,22	0,07	0,15
^a Saumon de l'Atlantique (<i>Salmo salar</i>)	20,0	13	0,4	0,40	12	12	9	4,4	2,52	0,71	1,45
^e Thon rouge (<i>Thunnus thynnus</i>)	23,3	8	1,0	0,60		655	227	9,4		0,283	0,89
^e Lieu d'Alaska (<i>Gadus chalcogrammus</i>)	17,2	12	0,3	0,4					0,261	0,075	0,16
Espèces de poissons marins courants au niveau régional ou national											
^d Chinchard du Cunène (<i>Trachurus trecae</i>)	21,0	25	0,8	0,42	27						
^d Allache (<i>Sardinella aurita</i>)	21,0	71	1,8	0,52	24						
Poissons d'eau douce											
^a Tilapia du Nil (filet uniquement) (<i>Oreochromis niloticus</i>)	18,3	15	0,8	0,44	5	1	20	1,3	0,19	0,04	0,15
^a Tilapia du Nil (filet avec arêtes) (<i>Oreochromis niloticus</i>)	16,3	883	3,0	7,00	100	1	20	1,3	0,28	0,06	0,23
^a Poisson-chat nord-africain (<i>Clarias gariepinus</i>)	18,0	23	0,5	1,07	2	9	1	3,5	0,68	0,17	0,43
Petits poissons d'eau douce indigènes											
^b Tapis mola (<i>Amblypharyngodon mola</i>)	17,3	853	5,7	3,20	17	32.3 c	2	8,0			
^b Loche échelle (<i>Botia dario</i>)	14,9	1300	2,5	4,00	25	nd	0	6,4		96	120
Autres animaux aquatiques											
^a Crevette commune (<i>Caridea spp.</i>)	18,5		1,7		25	2	0	5,0	0,37	0,22	0,15
^a Moule méditerranéenne (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)	9,6	69	2,5	2,79	140	68	0	14,2	0,38	0,20	0,15
Plantes aquatiques											
^e Wakame (<i>Undaria pinnatifida</i>)	3,0	150	2,2	0,38		216	0	0,0		0,186	0
^e Kelp (<i>Laminariales spp.</i>)	1,7	168	2,9	1,23		70	0	0,0		0,004	0
^f Raisin de mer (<i>Caulerpa lentillifera</i>)	10,4	1874,0	21,4	3,5	5,0				7,6	0,860	

a Les données sur les espèces proviennent de la base de données FAO/INFOODS sur les poissons et les crustacés et mollusques (FAO, 2017c).

b Les espèces sélectionnées sont des espèces de petits poissons indigènes du Bangladesh qui sont susceptibles de procurer plus de 25 pour cent de l'apport nutritionnel de référence journalier de trois nutriments ou plus importants au regard de la santé publique aux femmes enceintes ou allaitantes et aux nourrissons, avec des portions de 50 g ou 25 g, respectivement (Bogard et al., 2015b).c Data on vitamin A components from Bogard et al., (2015b) previously published by Roos (2001).

c Données sur les composantes de la vitamine A provenant de Bogard et al. (2015b), et précédemment publiées par Roos (2001).

d Moxness-Reksten et al. (2020), pour les espèces de poissons marins d'Angola.

e Base de données sur la composition des aliments du Département de l'agriculture des États-Unis (USDA, 2020) : <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/?query=seaweed>.

f Matanjun et al., (2009).

Recommandations nutritionnelles fondées sur le choix des aliments

Une étude a été menée récemment dans 78 pays de neuf régions à propos de l'intégration des produits alimentaires d'origine aquatique dans les recommandations nutritionnelles fondées sur le choix des aliments (Uyar, 2020). Les recommandations nutritionnelles ont été évaluées au regard de la consommation moyenne de produits alimentaires aquatiques dans la population, car la notion de «quantité modérée» n'est pas définie dans le quatrième des principes FAO-OMS pour des régimes alimentaires sains et durables. Pour que certaines populations atteignent ce qui serait considéré comme étant des niveaux «modérés» de consommation, les recommandations nutritionnelles devraient encourager à manger davantage de produits alimentaires aquatiques, tandis que pour les populations dont l'alimentation contient beaucoup de ces produits, il serait conseillé de diminuer ou de maintenir les niveaux de consommation actuels. En Argentine, la population est encouragée à manger davantage de produits alimentaires aquatiques, car la consommation habituelle de ces produits est inférieure au niveau recommandé (FAO, 2015b). Certaines recommandations nutritionnelles fondées sur le choix des aliments donnent des conseils qualitatifs: manger certaines espèces ou des parties spécifiques en raison de leur teneur en nutriments, ou consommer des produits alimentaires aquatiques sous différentes formes – frais, surgelés, séchés, fumés ou en conserve. D'autres, en revanche, donnent des indications quantitatives (fréquence de consommation, par exemple) ou des conseils relatifs à la durabilité (voir le tableau 2).

Tableau 2.

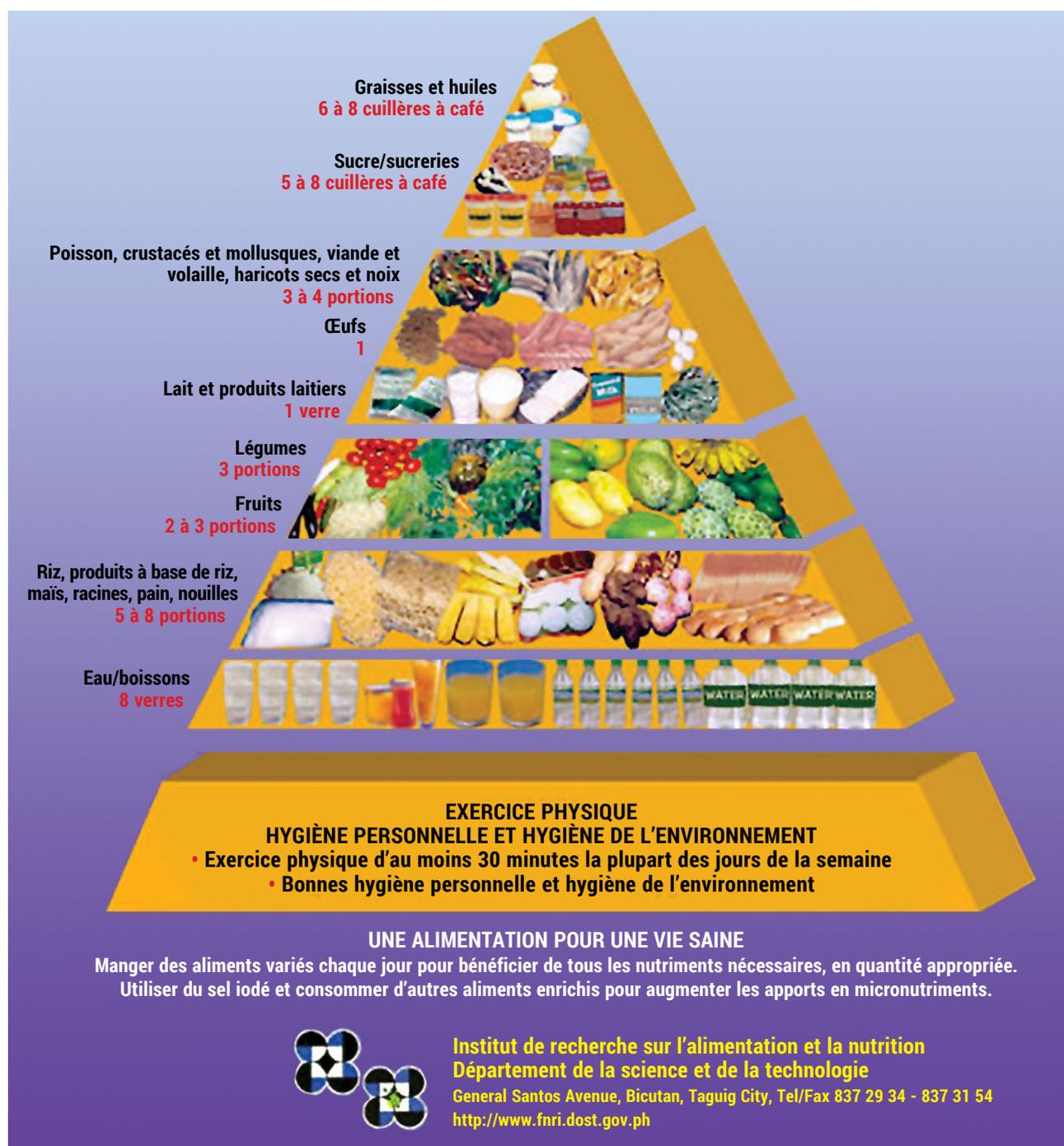
Exemples d'intégration des produits alimentaires d'origine aquatique dans les recommandations nutritionnelles fondées sur le choix des aliments

Pays	Exemples de recommandations
Argentine	<p>Manger davantage (faible consommation habituelle) de produits alimentaires aquatiques spécifiques (y compris des algues) et consommer des parties spécifiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • La consommation de poissons avec leurs arêtes – sardines ou maquereaux, par exemple – est l'une des solutions possibles pour augmenter les apports en calcium (FAO, 2015b). • Les produits comestibles de la mer figurent parmi les principales sources de zinc et sont également riches en fer.
Australie	<p>Consommer des espèces sous-utilisées ou certaines parties des produits alimentaires aquatiques, pour les nutriments spécifiques qu'elles contiennent</p> <ul style="list-style-type: none"> • «Après l'âge de 3 à 5 ans, on recommande, comme sources de calcium en cas d'intolérance au lactose, de mâcher des os et des arêtes de poisson et de consommer de petites arêtes de poisson ramollies (dans le saumon en conserve, par exemple) et des produits laitiers à faible teneur en lactose (fromage affiné et yaourt, par exemple)» (FAO, 2013c).
Bénin	<p>Consommer des produits alimentaires d'origine aquatique en conserve et certaines parties sous-utilisées, pour leur teneur en nutriments</p> <ul style="list-style-type: none"> • «Pour le calcium, consommer aussi des poissons fumés-séchés, crevettes fumées-séchées et carapaces de crabe.» (FAO, 2015a).
Danemark	<p>Recommandations quantitatives (grammes par semaine) qui tiennent compte des questions de durabilité</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantité recommandée de 350 g de poisson par semaine, dont 200 g de poisson à chair grasse, comme le saumon, la truite, le maquereau ou le hareng. Tous les types de poisson entrent dans ces 350 g – croquettes de poisson, poisson surgelé, en conserve, œufs de cabillaud, thon et maquereau, et crustacés et mollusques, comme les crevettes et les moules. • Le document de référence des recommandations danoises classe les produits alimentaires aquatiques en fonction de leur empreinte carbone, de la plus faible (moule) à la plus élevée (crevette) (FAO, 2013a).
Liban	<p>Consommer différentes espèces – lien avec la sécurité sanitaire des aliments</p> <ul style="list-style-type: none"> • «Consommer différents poissons pour bénéficier des avantages pour la santé liés aux acides gras oméga 3 et pour réduire le plus possible les effets néfastes potentiels dus aux polluants environnementaux, tels que le mercure» (FAO, 2013b).
Philippines	<p>Consommer différentes espèces, pour leurs nutriments spécifiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • «Très peu d'aliments, dans la nature, contiennent de la vitamine D. La chair des poissons gras comme le saumon, le thon et le maquereau, ainsi que l'huile de foie de poisson figurent parmi les meilleures sources.» • «Certains types de produits alimentaires d'origine aquatique, par exemple les petits poissons tels que le dili et la sardine ainsi que la petite crevette (alamang), sont des sources importantes de calcium qui peuvent être utilisées par les personnes qui présentent une intolérance au lactose ou qui ne consomment simplement pas de lait» (FAO, 2012a). Voir la figure 1.
Sri Lanka	<p>Description de divers produits alimentaires aquatiques et recommandations quantitatives</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le graphique des recommandations nutritionnelles comprend des poissons entiers, des petits poissons, des poissons en tranche, des poissons séchés et des bouquets. • Les recommandations indiquent le nombre de portions par jour (poisson, légumineuses, viande et œufs, 3 à 4 portions par jour) et la quantité par portion (30 g de poisson cuisiné ou 15 g de poisson séché) (FAO, 2011).

Les représentations graphiques des recommandations nutritionnelles fondées sur le choix des aliments comprennent généralement un poisson entier. Le plus souvent, ce sont des espèces de poissons spécifiques qui sont illustrées dans les représentations graphiques régionales – saumon en Amérique du Nord et en Europe, et espèces de petits poissons pélagiques en Afrique subsaharienne et en Asie du Sud et du Sud-Est. Les recommandations nutritionnelles de la Thaïlande et de Sri Lanka offrent la plus vaste variété de produits alimentaires aquatiques sous forme graphique, peut-être en raison de la grande diversité de ces produits dans les régimes alimentaires et les systèmes de production de ces pays. Cependant, un seul produit alimentaire aquatique figure dans les recommandations nutritionnelles du Japon, alors que le régime alimentaire japonais est connu pour la diversité de ses produits alimentaires aquatiques.

Figure 1.

Recommandations nutritionnelles fondées sur le choix des aliments aux Philippines



Habitudes alimentaires et consommation de produits alimentaires d'origine aquatique

Habitudes alimentaires

La majeure partie de la population qui n'a pas les moyens d'avoir une alimentation répondant à ses besoins nutritionnels vit en Asie et en Afrique, mais l'accessibilité économique est un problème pour des millions de personnes dans le monde entier (FAO et al., 2020). De nombreuses personnes vivant en Europe ont mentionné que le prix était un obstacle à la consommation de produits alimentaires aquatiques (EUMOFA, 2017); en Norvège, la diminution de la consommation de ces aliments est attribuée à une augmentation de 30 pour cent des prix à la consommation, contre 2 pour cent pour les produits carnés (Helsedirektorat, 2020).

Pour un grand nombre de populations rurales pauvres dans les pays à faible revenu et à déficit vivrier, le poisson – et en particulier les petites espèces – peut constituer l'aliment d'origine animale le plus accessible ou le plus abordable, ou celui qu'elles préfèrent; il contribue à la diversification d'une alimentation composée principalement d'aliments de base, et il améliore l'absorption des nutriments des aliments d'origine végétale lorsqu'il est consommé en même temps que ces derniers (FAO, 2012b; Thilsted et al., 2014; Bogard et al., 2015a; Barré et al., 2018). Les petits poissons peuvent être capturés, vendus et consommés en petites quantités et être combinés à d'autres aliments, ce qui les rend souvent plus accessibles et abordables pour les populations pauvres et vulnérables que les autres aliments d'origine animale, comme ceux issus d'animaux d'élevage terrestres. Les petits poissons séchés sont particulièrement importants pour la sécurité alimentaire et la nutrition, car ils peuvent être facilement transformés, avec une énergie et des infrastructures minimales (par des méthodes telles que le séchage au soleil ou le fumage) et sont moins onéreux que les autres aliments d'origine animale (Kawarazuka & Béné, 2011). Par ailleurs, grâce à ce traitement qui augmente la durée de conservation et limite les besoins de stockage au froid, les petits poissons peuvent être commercialisés dans des lieux situés à de grandes distances, notamment dans des communautés vivant loin des masses d'eau (Ayilu et al., 2016).

Les habitudes alimentaires diffèrent en fonction de la disponibilité et de l'accessibilité des produits alimentaires aquatiques, lesquelles peuvent dépendre de la variabilité des écosystèmes, des conditions climatiques, du pouvoir d'achat et des décisions des ménages ainsi que des politiques en matière de pêche qui restreignent les captures à certains moments de l'année (Perry & Sumaila, 2007; Thilsted et al., 2014). La période de pêche peut tomber au même moment que la saison des pluies ce qui, en l'absence d'infrastructures de chaîne du froid ou de transformation, peut déboucher sur des pertes ou une détérioration importantes et sur des variations saisonnières dans la consommation. Pour permettre une consommation sur l'année entière, il faut proposer des produits alimentaires aquatiques de longue conservation – transformés pendant la période d'abondance, puis distribués et consommés pendant la période de soudure. Il faut en outre s'attacher encore davantage à réduire les pertes et le gaspillage en améliorant les techniques de transformation et de conservation et les infrastructures, et en les rendant intelligentes face au climat.

Consommation de produits alimentaires d'origine aquatique

D'après les estimations, la consommation de poisson a plus que doublé à l'échelle mondiale depuis les années 1960, passant de 9,0 kg par habitant et par an à 20,5 kg par habitant et par an; sa croissance annuelle moyenne a été plus rapide que celle de tous les aliments issus d'animaux terrestres (FAO, 2020a). Les tendances ont également évolué à l'échelle régionale. En 1961, les États-Unis, l'Europe et le Japon représentaient 47 pour cent de la consommation mondiale totale de poisson, mais cette part est tombée à 19 pour cent en 2017, au profit de l'Asie (FAO, 2020a).

Au niveau mondial, le poisson représente 17 pour cent des protéines animales consommées. Cependant, dans 31 pays – dont 16 pays à faible revenu et à déficit vivrier et cinq petits États insulaires en développement – où le poisson et les autres produits alimentaires d'origine aquatique forment la base d'une alimentation saine, cette part passe à plus de 30 pour cent (FAO, 2020c). La consommation de poisson par habitant en Afrique correspond à la moitié environ de la moyenne mondiale (9,9 kg par habitant en 2017), mais représente plus de 50 pour cent des protéines animales dans de nombreux pays côtiers (Gambie, Ghana, Sao Tomé-et-Principe, Sierra Leone) – 30 à 40 pour cent dans les pays disposant de masses d'eaux continentales (Malawi, Ouganda et Zambie, par exemple) (FAO, 2020c).

Il est toutefois important de noter que les données officielles peuvent ne pas rendre pleinement compte de la diversité des produits alimentaires aquatiques consommés et peuvent sous-estimer la consommation, car la contribution de la pêche de subsistance, de certaines pêches à petite échelle et du commerce frontalier informel est souvent sous-comptabilisée dans les pays à faible revenu et à revenu intermédiaire (FAO, 2020a). En effet, jusqu'à 65 pour cent des captures de la pêche artisanale pourraient ne pas être prises en compte du fait des difficultés à suivre les pêches dispersées, informelles et éloignées et le commerce informel de poisson, et à communiquer des informations à ce sujet (Fluet-Chouinard et al., 2018). Par ailleurs, même si le poisson peut être l'aliment d'origine animale le plus courant dans l'alimentation des populations dans de nombreux pays à faible revenu et à revenu intermédiaire, les quantités absorbées et la fréquence de consommation restent faibles.

Les enquêtes sur la consommation sont d'une aide essentielle pour déterminer la consommation réelle, mais on manque souvent de données sur les espèces ou les parties des produits alimentaires aquatiques qui sont consommées, ainsi que de détails sur les habitudes au sein des ménages (qui mange en premier, par exemple, ou qui mange quels aliments ou quelles parties spécifiques). Ces informations permettent d'obtenir un tableau complet de la demande, des nutriments consommés par la population et du gaspillage, et sont nécessaires pour bâtir des systèmes alimentaires aquatiques capables de répondre aux demandes spécifiques et diverses des consommateurs et à leurs besoins en nutriments.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, l'apport en éléments nutritifs varie selon les espèces et les parties consommées, mais aussi en fonction de la méthode de nettoyage et de transformation. Le poisson fait couramment partie de l'alimentation au Bangladesh (parfois sous forme de poisson séché): il arrive en deuxième position (après le riz) ou en troisième position (après le riz et les légumes) dans le classement des principaux aliments (Thilsted, 2013). Au Malawi, en Zambie et dans une grande partie de l'Afrique australe, les produits alimentaires aquatiques les plus couramment consommés, en particulier par les populations pauvres, sont les petits poissons pélagiques issus des pêches intérieures, qui sont la plupart du temps séchés au soleil ou fumés (Longley et al., 2014; Marinda et al., 2018). Des différences de consommation au sein des ménages ont également été rapportées. Au Bangladesh et en Indonésie, par exemple, les enfants de moins de 5 ans ne mangent pas de poisson (Thorne-Lyman et al., 2017; Gibson et al., 2020), tandis qu'en Zambie et au Malawi, les «meilleurs morceaux» des poissons sont réservés au chef de famille ou aux anciens, seul le bouillon cuisiné avec le reste est donné aux enfants (Ahern et al., 2020). Cette tendance n'est pas seulement observée dans les sociétés traditionnelles, car on constate également une faible consommation de poisson chez les enfants dans des pays à revenu élevé comme les États-Unis, la Norvège et le Royaume-Uni (Kranz et al., 2017; Terry et al., 2018; Bernstein et al., 2019; Norwegian Seafood Council, 2020).

La consommation de poisson varie en fonction des groupes de population; de manière générale, les populations pauvres ont moins accès à une alimentation saine et durable que celles qui sont plus aisées. Certains produits alimentaires aquatiques de niveau trophique inférieur, comme les petits poissons pélagiques, peuvent être plus abordables pour les populations pauvres et permettre de combler le déficit nutritionnel de manière durable, en couvrant tous les besoins en nutriments. D'autres produits alimentaires aquatiques peuvent, en parallèle, offrir des possibilités de création de revenus aux communautés côtières.

Diversité, équité et durabilité de la consommation de produits alimentaires aquatiques

La diversité alimentaire est un indicateur simple de l'adéquation de l'apport en micronutriments de l'alimentation: la consommation d'un éventail d'aliments différents assure une grande variété nutritionnelle (FAO & FHI 360, 2016). Les animaux aquatiques, la viande et la volaille sont classés dans la catégorie des «aliments à base de chair animale», l'un des 10 groupes d'aliments qui entrent dans l'indicateur de la diversité alimentaire minimale chez les femmes. Les plantes aquatiques peuvent être classées dans la catégorie des «légumes feuilles vert foncé» ou «autres légumes», selon leur teneur en vitamine A (FAO & FHI 360, 2016). Dans leur ensemble, les produits alimentaires aquatiques peuvent donc contribuer notablement à la diversité de l'alimentation, en association avec des aliments terrestres variés. Il convient toutefois de noter que les aliments figurant dans les groupes de l'indicateur de diversité alimentaire minimale chez les femmes ont des profils nutritionnels très différents, ce qui souligne l'importance non seulement de la diversité alimentaire, mais aussi de la diversité à l'intérieur des groupes d'aliments. Outre qu'ils permettent de consommer une variété de nutriments issus de plusieurs sources d'aliments, les systèmes de production alimentaire diversifiés constituent un élément fondamental de la résilience, car ils favorisent des systèmes alimentaires durables et pouvant être facilement adaptés (Schipanski et al., 2016; Dwivedi et al., 2017). Une étude récente au Bangladesh a montré que les ménages pratiquant à la fois des activités d'aquaculture et d'horticulture familiales avaient une alimentation de meilleure qualité que ceux qui n'exerçaient que l'une de ces deux activités (Akter et al., 2020).

La FAO a recensé quelque 2 400 animaux aquatiques dans le secteur de la pêche et de l'aquaculture, sur lesquels plus de 1 700 espèces (soit 85 pour cent), sont des poissons issus des pêches de capture marines à l'échelle mondiale (FAO, 2020a). Les petits poissons pélagiques forment le groupe principal, suivi des gadiformes (morues) et des thonidés et espèces apparentées. Les principales espèces exploitées par les pêches en mer comprennent l'anchois, le lieu d'Alaska, le listao et le hareng de l'Atlantique (FAO, 2020a). Les poissons pélagiques arrivent toutefois seulement au deuxième rang des espèces les plus consommées, avec 3,1 kg par habitant et par an (contre 8,1 kg par habitant et par an pour les poissons d'eau douce et les poissons diadromes, comme le saumon de l'Atlantique), car une part importante des prises de petits poissons pélagiques est utilisée pour produire de la farine et de l'huile (FAO, 2020a).

Si les groupes de poissons évoqués ci-dessus sont les plus consommés dans le monde, un large éventail d'autres espèces sont consommées au niveau régional ou national, et même dans certaines zones des pays ou certains ménages, en fonction du lieu, de la saisonnalité, de la période et du statut socioéconomique (Thilsted et al., 2014). Aux États-Unis et dans l'Union européenne, par exemple, quatre des cinq principaux produits alimentaires aquatiques consommés sont les mêmes – thon, saumon, lieu d'Alaska et crevette – tandis que le cinquième varie – morue dans l'Union européenne et tilapia aux États-Unis (EUMOFA, 2019; Mutter, 2020).

Les Bangladais, en revanche, consomment beaucoup de carpe et de tilapia d'élevage, ainsi qu'un ensemble d'espèces de petits poissons indigènes (comme le puti [*Puntius spp.*], par exemple), qui sont capturés dans les masses d'eaux continentales par des artisans pêcheurs. Des enquêtes de consommation détaillées menées entre 1996 et 2007 ont mis en évidence que le puti, le taki et le mola (tous des petits poissons indigènes) étaient les espèces les plus consommées dans de nombreuses zones humides (Roos et al., 2007; Belton et al., 2014). Il a été démontré que ces petits poissons indigènes des eaux intérieures étaient plus riches en nutriments que les espèces d'élevage (Bogard et al., 2015b). On a constaté que dans la zone urbaine de Lusaka, la consommation de poisson dans les ménages disposant de revenus élevés était plus fréquente et diversifiée, et comprenait des poissons frais de grande taille (Genschick et al., 2018). Une consommation notablement supérieure de tilapia a été constatée dans le quartile le plus riche, tandis que le kapenta séché – un mélange de petites espèces de poissons (*Limnothrissa miodon* et *Stolothrissa miodon*) – était plus courant dans les quartiles les moins aisés. Les ménages du quartile le plus pauvre consommaient en moyenne cinq espèces de poissons, contre 11 dans le quartile le plus riche.

Même si certaines espèces peuvent être consommées couramment à l'échelle mondiale ou régionale, il est nécessaire de diversifier les types et les espèces de produits alimentaires aquatiques pour renforcer la résilience et la durabilité des systèmes alimentaires aquatiques d'aujourd'hui et de demain. On dispose déjà d'exemples positifs d'utilisation de la biodiversité aquatique au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition, ce qui permet aux systèmes alimentaires de s'adapter au changement (Freed et al., 2020a). Une étude récente sur les systèmes de rizipisciculture au Cambodge a mis en évidence plus de 100 espèces aquatiques sauvages, qui entrent presque toutes dans l'alimentation des ménages et représentent quelque 60 pour cent des produits alimentaires d'origine aquatique consommés par ces derniers tout au long de l'année. Les ménages s'adaptent aux disponibilités saisonnières en modulant l'exploitation des ressources en fonction des différents habitats du système (Freed et al., 2020b). Cette étude, ainsi que d'autres, montre que l'accès à une diversité de produits alimentaires aquatiques est une composante essentielle de la sécurité alimentaire et de la nutrition en milieu rural au Cambodge. C'est d'ailleurs ce qui ressort de la stratégie nationale de sécurité alimentaire et de nutrition du pays (Kingdom of Cambodia, 2014).

La diversité alimentaire globale et la consommation de produits alimentaires aquatiques variés sont importantes non seulement dans les systèmes de subsistance ruraux, mais aussi dans les systèmes de marchés développés. Au Royaume-Uni, par exemple, le Service national de santé préconise ce qui suit: «Si nous voulons avoir suffisamment de poisson et de crustacés et mollusques à manger, nous devons opérer nos choix parmi un éventail aussi large que possible. Si nous consommons uniquement quelques types de poissons, leurs stocks risquent de s'effondrer à cause de la surpêche» (NHS, 2018).

En d'autres termes, nous devons manger ce qui est disponible – la «pêche du jour» – et diversifier notre consommation de produits alimentaires aquatiques en y ajoutant des espèces de niveau trophique inférieur afin de réduire le risque de surpêche de certaines espèces et d'assurer la résilience des systèmes alimentaires aquatiques. Nous devons nous efforcer d'exploiter et de consommer une gamme de ressources aquatiques diversifiée, en tenant compte de la biomasse naturelle disponible tout au long de la chaîne trophique. L'exploitation actuelle des produits alimentaires d'origine aquatique est extrêmement déséquilibrée: elle privilégie les espèces des niveaux trophiques supérieurs, peu productives, au détriment des espèces situées dans les niveaux inférieurs de la chaîne, comme les petits poissons pélagiques d'eau douce en Afrique, très prolifiques, qui peuvent multiplier leur propre biomasse par cinq chaque année (Kolding et al., 2019). Au total, les systèmes aquatiques contribuent uniquement à 2 pour cent environ de la production alimentaire mondiale en volume (Duarte et al., 2009). Cela s'explique principalement par le fait que de nombreuses personnes, en particulier dans les pays à revenu élevé, préfèrent les gros poissons carnassiers aux ressources aquatiques situées à l'autre extrémité de la chaîne trophique (Duarte et al., 2009; Olsen, 2015).

La Commission EAT-Lancet a publié récemment une analyse sous l'angle des ressources aquatiques, dans laquelle elle a étudié les incidences des différents régimes piscivégétariens au regard de la santé humaine et des limites de ce que la planète peut supporter, en appelant à mieux appréhender les implications sanitaires et environnementales d'un changement des habitudes de consommation occidentales – remplacement du saumon et du thon, notamment, par des espèces des niveaux trophiques inférieurs, comme la carpe, les moules et les algues (Troell et al., 2019). Quelques études se sont penchées sur les répercussions écologiques de la production et de la consommation de différents produits alimentaires d'origine aquatique et ont conclu que les espèces de niveau trophique inférieur, comme les petits poissons et les mollusques bivalves, apportaient davantage de nutriments tout en ayant un impact environnemental moindre que les autres aliments d'origine animale ou que les régimes végétaliens (Hallström et al., 2019; Kim et al., 2019).

Toutefois, il conviendra d'encourager l'utilisation de produits alimentaires aquatiques de faible niveau trophique en priorité pour la consommation humaine directe, plutôt que pour l'alimentation des animaux (y compris l'alimentation d'espèces de poissons carnassiers). Une étude récente sur le secteur du saumon d'élevage en Écosse a mis en évidence que la diversification de la consommation de produits alimentaires d'origine aquatique apportait des avantages nutritionnels à la population. Elle recommandait en particulier de consommer une grande variété de petits poissons à chair grasse et de moules, car ceux-ci pouvaient apporter des quantités similaires d'acides gras oméga 3, parallèlement à d'autres micronutriments, et permettre ainsi de réduire la consommation de saumons d'élevage écossais, ainsi que la quantité de petits poissons nécessaire pour nourrir ces derniers (Feedback, 2020).

Hicks et al. (2019) ont montré qu'on pourrait considérablement réduire les carences en micronutriments dans de nombreux pays à faible revenu et à déficit vivrier en utilisant les captures marines pour la consommation intérieure. Le secteur de la farine et de l'huile de poisson s'est rapidement développé ces dernières années (Freon et al., 2013), en particulier dans les pays d'Afrique de l'Ouest (Mauritanie, par exemple), où les sardinelles rondes (allache) et plates (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*) et le bonga (*Ethmalosa fimbriata*) sont pêchés en vue de produire de la farine et de l'huile, et ce malgré leur importance pour la sécurité alimentaire, la nutrition et les moyens d'existence des pêcheurs locaux (Greenpeace International, 2019). Malgré la controverse autour de l'utilisation de la sardinelle en Afrique du Nord-Ouest, les questions relatives à la consommation directe de petits poissons ou à leur transformation en aliments pour poissons peuvent se poser différemment dans d'autres parties du monde. En dépit de la disponibilité d'anchois tout au long de l'année au Pérou et des efforts déployés pour encourager la consommation humaine directe, ce poisson reste principalement utilisé pour produire de la farine et de l'huile en raison des mesures qui incitent les pêcheurs à réserver leurs débarquements à ces activités (Majluf et al., 2017; Freon et al., 2013; Christensen et al., 2014). Une étude récente dans la région de la mer Baltique a fait apparaître des quantités insuffisantes de hareng baltique pour la consommation directe – malgré la prédilection de nombreux consommateurs pour les plats traditionnels à base de hareng – du fait de la pêche dirigée vers l'alimentation animale (Pihlajamaki et al., 2019). Avec le développement de l'aquaculture et de l'élevage, la demande de poisson pour l'alimentation animale est supérieure à l'offre, ce qui maintient la rentabilité de la production de farine et d'huile (OECD & FAO, 2020). En dépit d'une tendance à la baisse de l'utilisation de ces petits poissons riches en nutriments pour produire de la farine pour l'aquaculture, ces espèces continuent d'être détournées de la consommation humaine directe au profit de l'alimentation animale ou d'autres usages, ce qui soulève des questions sur le développement durable de l'aquaculture et la nécessité de mettre au point de nouveaux ingrédients (voir les projections sur le potentiel des nouveaux ingrédients utilisés pour produire des aliments pour animaux dans Global Panel [2021]).



Aliments du futur: un éventail de solutions pour la consommation de produits alimentaires d'origine aquatique

Encourager la consommation de produits alimentaires aquatiques de niveau trophique inférieur

Parallèlement aux espèces aquatiques bien connues (comme le thon, le saumon, le tilapia, le crabe et la crevette), un large éventail d'animaux et de plantes aquatiques sont souvent négligés malgré leur capacité à fournir des micronutriments, des acides gras oméga 3 et des protéines et à remplacer les gros poissons et d'autres produits alimentaires terrestres d'origine animale dans l'alimentation d'aujourd'hui. La stratégie consistant à encourager la consommation de produits alimentaires aquatiques de niveau trophique inférieur est indubitablement celle à privilégier si nous voulons utiliser nos sources aquatiques de nutriments de manière plus efficace et atténuer les répercussions écologiques de la production alimentaire.

Nous devons pour cela avoir davantage conscience du potentiel des animaux aquatiques de niveau trophique inférieur – mollusques bivalves, crustacés, algues marines, polychètes, oursins et méduses, par exemple – en tant qu'aliments et pourvoyeurs de nutriments. L'exploitation équilibrée des biomasses très productives situées à l'extrémité inférieure de la chaîne trophique aquatique fait partie des solutions qui ont été proposées pour renforcer la résilience des systèmes alimentaires mondiaux; elle consiste à utiliser différentes espèces et à tirer parti des accumulations records de biomasse dans la nature, dont on sait qu'elles ne subissent pas d'incidences anthropiques (surpêche ou changement climatique, par exemple) (Kolding & van Zweiten, 2014; Kolding et al., 2019). Cependant, d'aucuns craignent que cette approche augmente l'intensité de la pêche des poissons proies et d'autres produits alimentaires aquatiques et nuise à la protection d'espèces menacées (Zhou et al., 2019). La capture de ressources aquatiques à des niveaux trophiques inférieurs à ceux exploités actuellement pourrait augmenter la production alimentaire d'origine marine, mais elle doit être évaluée au regard des risques – épuisement des éléments nutritifs et rupture de l'équilibre des écosystèmes, par exemple, comme cela a été constaté avec la production à grande échelle d'algues marines ou de crustacés et de mollusques (van der Meer, 2020).

Un bon exemple de biomasse aquatique inexploitée pour l'alimentation à l'échelle mondiale est la méduse, pourtant consommée en Chine depuis plus de 1 700 ans et reconnue pour ses bienfaits pour la santé (Hsieh & Rudloe, 1994; Raposo et al., 2018; Gu & Lin, 1985). On dénombre quelque 200 espèces de méduses (*Scyphozoans*), mais seules celles de l'ordre des *Rhizostomeae* sont considérées comme étant sans danger pour la consommation humaine (Hsieh & Rudloe, 1994; Amaral et al., 2018). Les méduses pourraient jouer un rôle important dans le contexte de la sécurité alimentaire mondiale et de la nutrition en tant que nouveau produit alimentaire aquatique riche en nutriments, en minéraux et en protéines animales, et présentant une faible valeur calorique et une teneur négligeable en graisses (Bonaccorsi et al., 2020). Du fait du potentiel d'augmentation de la biomasse de méduses dans le monde (Youssef et al., 2019), cette espèce devrait être considérée comme une source d'aliments nutritifs pour les humains.

Les holothuries ont longtemps été utilisées comme des aliments et des ingrédients dans la médecine traditionnelle, principalement en Asie et au Moyen-Orient (Bordbar et al., 2011). La diminution des prises d'holothuries liée à la forte demande de produits comestibles de la mer séchés sur le marché asiatique a favorisé l'aquaculture de ces animaux à l'échelle mondiale (Eriksson et al., 2011). Les holothuries contiennent de nombreux micronutriments essentiels – calcium, magnésium, fer, zinc et vitamines A et B (Bordbar et al., 2011). La pêche et l'élevage d'holothuries offrent en outre des moyens d'existence et une source de revenus importants pour les communautés rurales dans différents pays, dont les Fidji, le Kenya, Kiribati, Madagascar, Maurice, le Mozambique, la République-Unie de Tanzanie et les Tonga. La consommation nationale est toutefois faible (Eriksson et al., 2011; Purcell et al., 2016).

Des espèces de faible niveau trophique plus connues, comme les mollusques bivalves et les crustacés, sont de bonnes sources d'acides gras oméga 3 et de zinc, et certaines espèces sont particulièrement riches en fer et en vitamine B12 (Nettleton & Exler, 1992; King et al., 1990). À l'échelle mondiale, cependant, la consommation de mollusques bivalves reste faible – dans certains pays, les moules, par exemple, ne font pas partie du régime alimentaire local, tandis que dans d'autres, la consommation par habitant et par an est de quelque 3 kg (Monfort, 2014). Il a été établi que la consommation de moules était plus courante aux États-Unis, en Europe et en Nouvelle Zélande, bien qu'il s'agisse encore d'un produit de niche (Government of New Zealand, 2017; NZTE, 2017; King & Lake, 2012), et qu'elle variait en fonction des caractéristiques socioéconomiques et de l'âge des consommateurs (ISMEA, 2009). Les données disponibles indiquent également que les populations autochtones consomment fréquemment des moules (Tipa et al., 2010). Une étude récente a permis de démontrer que les personnes qui consommaient des moules trois fois par semaine présentaient des taux d'acides gras oméga 3 supérieurs, lesquels sont associés à une réduction de 20 pour cent du risque de mort subite d'origine cardiaque (Carboni et al., 2019). Les huîtres et les palourdes sont également riches en acides gras oméga 3 – les huîtres en contiennent davantage que le saumon sauvage ou les anchois, par exemple (Tan et al., 2020). Les régimes alimentaires asiatiques comprennent une grande variété de produits alimentaires aquatiques, comme les algues marines et les plantes aquatiques ainsi que des animaux aquatiques de niveau trophique inférieur (holothuries et méduses, par exemple), mais la consommation de ces produits à l'échelle mondiale est actuellement négligeable.

Encourager la consommation en proposant des produits alimentaires aquatiques adaptés

Un meilleur usage de ce dont nous disposons déjà peut contribuer à une alimentation saine et durable. Il est possible d'améliorer la transformation des produits alimentaires aquatiques pendant la période d'abondance pour prolonger leur conservation et pouvoir répartir leur consommation sur toute la période de pénurie. À cette fin, des produits innovants élaborés à partir d'espèces sous-exploitées, que les consommateurs auraient envie d'acheter et qui seraient disponibles toute l'année, pourraient être commercialisés par des canaux à la fois formels et informels (supermarchés, magasins, marchés ruraux et transformation par les ménages eux-mêmes). Une attention accrue est portée à l'utilisation de produits alimentaires aquatiques sous-exploités issus de niveaux trophiques inférieurs pour élaborer des aliments semi-préparés, des collations et des assaisonnements – chips de méduse, condiments à base de poisson, et poudre, croquettes ou saucisses de poisson (FAO, 2020a).



Encadré 3.**Algues marines et plantes aquatiques**

Les algues marines regroupent quelque 11 000 espèces différentes, dont des algues, des plantes halophytes (comme la salicorne) et des lentilles d'eau (*Lemnar minor*, par exemple), qui vivent dans les milieux aquatiques salés du monde entier. Riches en glucides, en protéines, en acides gras oméga 3, en minéraux et en vitamines, et pauvres en lipides, les algues marines, ainsi que les autres algues, peuvent contribuer directement à une alimentation saine et durable, mais leur potentiel reste inexploité. En 2018, la production mondiale d'algues marines a atteint 33 millions de tonnes environ en poids frais, pour une valeur dépassant 14 milliards d'USD (FAO, 2018c). Les algues marines sont régulièrement consommées par les populations en Asie de l'Est, mais sont des aliments peu courants ailleurs dans le monde (FAO, 2020a). Les algues marines et les plantes aquatiques ne figurent pas dans les bilans alimentaires actuels de la FAO, et leur contribution à la sécurité alimentaire et à la nutrition est peut-être sous évaluée.

Les algues marines sont une source importante de micronutriments, comme l'iode, le fer, le zinc, le cuivre, le sélénium, le fluor, le manganèse, et les vitamines A et K. Elles constituent la seule source non animale de vitamine B12 (Watanabe et al., 2014; FAO, 2018c). Elles apportent beaucoup de fibres, et certaines contiennent des polysaccharides sulphatés, dont il a été démontré qu'ils favorisaient le développement de bactéries intestinales bénéfiques (Lopez-Santamarina et al., 2020). Elles peuvent remplacer le sel iodé pour apporter l'iode nécessaire à la fonction thyroïdienne, évitant ainsi la consommation de sel (Yeh et al., 2014). Des études réalisées au cours de la dernière décennie ont établi un lien entre la forte consommation d'algues marines en Asie et la diminution du risque de maladies cardiovasculaires, de cancer et de diabète, et ont montré une corrélation positive entre la consommation d'algues marines, l'apport en iode et l'espérance de vie (Brown et al., 2014). D'autres ont cependant exprimé la crainte que la consommation d'algues marines entraîne une absorption excessive d'iode et de métaux lourds (cadmium, arsenic, mercure et plomb). Le risque d'apport excessif en iode par la consommation d'algues marines peut être atténué en associant celles-ci à des légumes ou en les remplaçant en partie par des légumes (Yeh et al., 2014).

Au-delà de leurs contributions directes à la nutrition et à la sécurité alimentaire, les algues marines et les plantes aquatiques peuvent favoriser des systèmes alimentaires durables en améliorant l'habitat des poissons, la biodiversité marine et la restauration des océans, en piégeant le carbone et en accroissant la qualité de l'eau, en diminuant la nécessité de recourir à des antibiotiques dans l'aquaculture et la production d'animaux terrestres, et en fournissant des engrais organiques et des emballages biodégradables pour des aliments ou d'autres produits (Bjerregaard et al., 2016; FAO, 2018c; Kreeger et al., 2018; Morais et al., 2020; Lloyd's Register Foundation, 2020).

L'augmentation de la production de méduses qui apparaît dans les chiffres actuels et les projections soulève la question de l'utilisation optimale de la biomasse gélatineuse, et débouche sur des produits de niche (comme les chips de méduses mentionnées plus haut) et la proposition de sensations gastronomiques inédites (Bedford, 2019; Youssef et al., 2019). Certains produits alimentaires aquatiques sont déjà largement utilisés dans plusieurs régions, comme la pâte de crevette fermentée et la sauce de poisson dans les pays asiatiques. La préférence des consommateurs allant aux aliments prêts à cuisiner, des produits à base de moules, semi préparés ou congelés, sont commercialisés sous différentes formes – moules fumées en conserve, moules au curry thaï congelées ou moules précuites congelées au vin blanc, à l'ail et au beurre (NZTE, 2017).

De la même façon, les petits poissons et les algues marines peuvent être transformés en aliments semi-préparés ou en poudre simples à préparer, aisément mis à disposition et faciles à mélanger dans des plats (dans lesquels ils augmentent la biodisponibilité des nutriments contenus dans d'autres aliments), et qui présentent une longue durée de conservation. Au vu des éléments indiquant l'importance des produits alimentaires aquatiques pour le développement au cours des 1 000 premiers jours de la vie et ceux relatifs à la dynamique des comportements intrafamiliaux qui suggèrent que les enfants en bas âge ne consomment pas de poisson (Ahern et al., 2020; Thorne-Lyman et al., 2017), la recherche-développement s'intéresse de plus en plus aux produits alimentaires aquatiques abordables et disponibles localement, en ciblant leur consommation par les jeunes enfants (Bogard et al., 2015a; Sigh et al., 2007, Ahern et al., 2020).

Produits alimentaires aquatiques cultivés en laboratoire

Ces dernières années, les aliments cultivés en laboratoire, y compris les succédanés de produits comestibles de la mer, ont attiré l'attention car ils nécessitent moins de terres et d'eau que les produits traditionnels de l'aquaculture. Ces produits suscitent également moins de préoccupations en ce qui concerne la biosécurité et la bioaccumulation de mercure et de polychlorobiphényles (PCB) que les animaux aquatiques de niveau trophique supérieur. Les produits alimentaires aquatiques cultivés en laboratoire sont produits à l'aide de cellules provenant d'animaux aquatiques ou de plantes, et reproduisent le goût, la texture, l'apparence et les propriétés nutritionnelles des produits d'origine aquatique (Yi, 2019). Cependant, il demeure des problèmes relatifs au coût, à l'équité et à l'acceptation de ces produits par les consommateurs, ainsi qu'au cadre réglementaire.

La production d'aliments cultivés en laboratoire nécessite des investissements importants, que de nombreux laboratoires essaient de compenser en imitant des espèces aquatiques de grande valeur marchande, telles que le thon rouge et le homard, ce qui limitera probablement l'accès aux consommateurs à revenu élevé, sur les marchés de produits de luxe. On dispose de peu d'études sur palatabilité et l'acceptation de ces produits, sans parler des inquiétudes sur les effets inconnus sur la santé et sur la qualité des nutriments des aliments élevés en laboratoire.



4

Offre durable de produits alimentaires d'origine aquatique

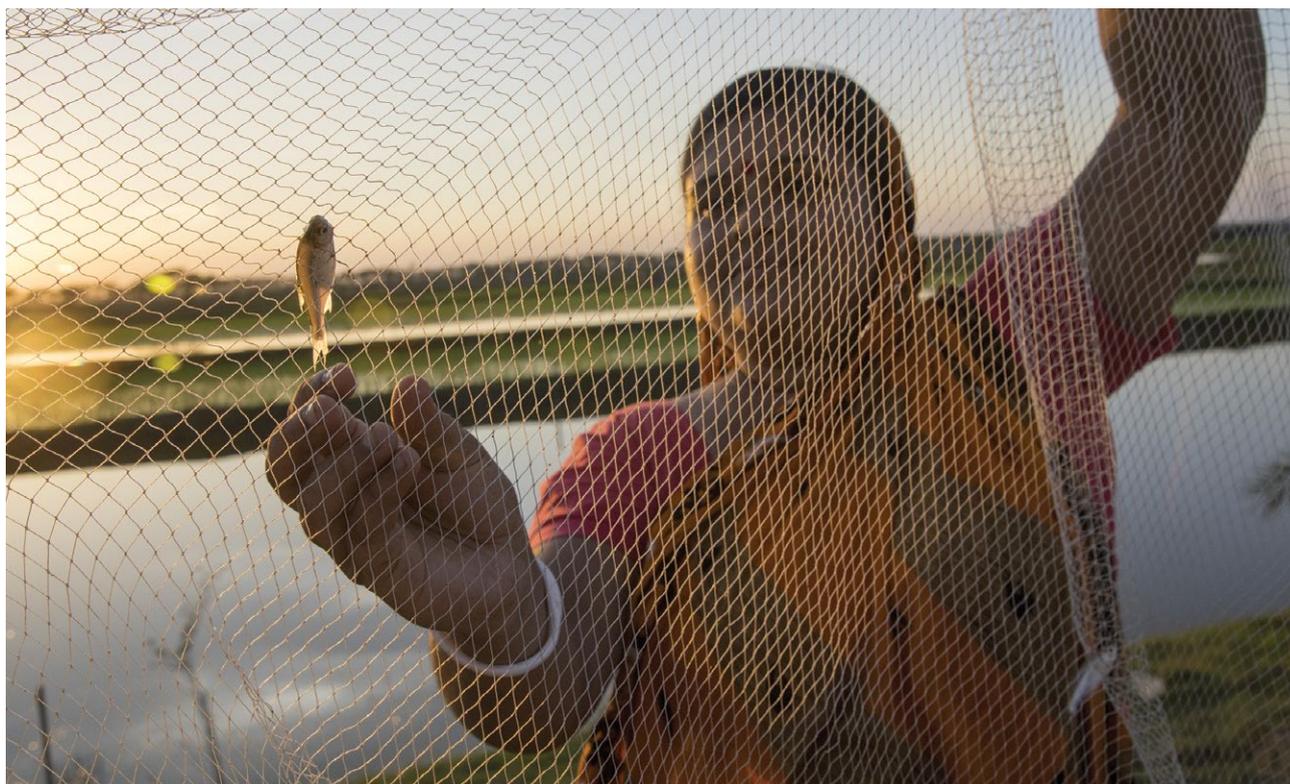
Pêches de capture et aquaculture

La production mondiale des pêches de capture, plantes aquatiques comprises, a atteint 97,4 millions de tonnes en 2018. Au total, 88 pour cent de cette production venait de la mer, et le reste des eaux intérieures (FAO, 2020c). Ces chiffres pourraient cependant sous-estimer les prises des pêches continentales (Fluet-Chouinard et al., 2018). Les pêches de capture marines comprennent les activités artisanales à petite échelle et dans les eaux côtières, ainsi que les activités commerciales à grande échelle qui s'appuient sur des navires motorisés traînant des filets de taille considérable dans des eaux toujours plus lointaines.

Les émissions de gaz à effet de serre sont le principal impact environnemental de ces activités à grande échelle; elles représentent 4 pour cent de l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre de la production alimentaire mondiale (Watson et al., 2015; Cashion, 2018). Les bateaux de pêche (marine et continentale) ont consommé 53,9 millions de tonnes de carburant en 2012 à l'échelle mondiale, et ont rejeté 172,3 millions de tonnes de CO₂, soit 0,5 pour cent des émissions totales de CO₂ cette année-là (FAO, 2018).

Les activités à grande échelle font appel à des méthodes de pêche conçues pour capturer des quantités importantes de produits alimentaires aquatiques: pêche à la senne coulissante (encerclement) et chalutage pélagique (pêche à la traîne) pour les petites espèces de poissons de pleine eau, comme la sardine, le maquereau et le hareng; palangres et filets maillants pour les poissons pélagiques de plus grande taille, comme le thon, le saumon et l'espadon; chalutage de fond pour les espèces démersales de poissons blancs et les crevettes; et casiers, pièges et dragage pour les invertébrés benthiques comme les homards, les crabes et les bouquets. Les méthodes qui génèrent un volume considérable de captures accessoires (espèces non ciblées), comme les filets maillants, les palangres, les sennes et les chaluts, ou qui détériorent gravement la structure des fonds marins, comme le chalutage de fond, ont des répercussions néfastes sur les systèmes aquatiques, lesquels sont essentiels pour constituer des écosystèmes stables et résilients, protéger la production alimentaire et appuyer des services écosystémiques vitaux (Loreau & de Mazancourt, 2013; Sciberras et al., 2018; FAO, 2020). Des mesures ont donc été prises pour réduire les captures accessoires – du simple remplacement de certains hameçons à l'interdiction de certains engins ou à des fermetures complètes de pêches (Gilman et al., 2007; Sales et al., 2010). L'exploitation trop intensive d'espèces de niveau trophique supérieur peut également avoir des répercussions négatives sur la biodiversité en modifiant la structure des communautés aquatiques (Essington et al., 2006; Pauly, 1979).

La pêche artisanale fait partie des activités de subsistance essentielles dans de nombreuses communautés côtières; elle représente plus de 90 pour cent des emplois de la pêche maritime à l'échelle mondiale (World Bank, 2012). On estime que 95 pour cent des captures des pêches continentales sont consommées localement, et qu'elles contribuent ainsi directement à la sécurité alimentaire et à la nutrition (FAO, 2020a). Dans le cadre de ces activités, les pêcheurs se servent souvent de filets et d'engins de taille peu importante afin de capturer une plus large diversité d'espèces aquatiques – les filets des bagans, par exemple, permettent de pêcher de petits poissons, des encornets et des crevettes en Indonésie, tandis que des carrelets (déployés depuis le rivage), des épuisettes, des éperviers à main, de petits filets tournants, des lances, des hameçons et des lignes sont utilisés pour les poissons pélagiques de plus grande taille. En règle générale, ces méthodes génèrent moins de captures accessoires, causent des dommages structurels minimales aux habitats marins et nécessitent moins de carburant, car les lieux de pêche sont proches du rivage.



Les produits alimentaires aquatiques issus de ces pêches étant en grande partie consommés localement, leur empreinte carbone associée au transport est également bien inférieure à celle des produits qui sont commercialisés à l'échelle mondiale (World Bank, 2012). Cependant, les ressources peuvent être surexploitées si les pêches artisanales – ou les pêches industrielles – ne sont pas correctement gérées (Gough et al., 2020; Allan et al., 2005).

On ne dispose pas encore de données adéquates sur la situation actuelle des pêches artisanales et continentales – quelque 70 pour cent des pêches continentales (principalement dans les pays à faible revenu et à revenu intermédiaire) ne font l'objet d'aucun type d'évaluation, et il est donc difficile de déterminer l'état et la santé de leurs stocks.

Par ailleurs, la pêche et l'aquaculture artisanales offrent des moyens d'existence aux femmes rurales, car elles leur permettent de pratiquer des activités à proximité immédiate de leur habitation (FAO, 2015c). Les éléments disponibles montrent que lorsque les femmes génèrent des revenus et qu'elles les contrôlent, elles ont tendance à les dépenser dans la nourriture et l'éducation. Malheureusement, on a rarement accès à des données ventilées par sexe sur les rôles dans la pêche et l'aquaculture.

Le secteur de l'aquaculture, qui a enregistré une production record de 114,5 millions de tonnes de produits alimentaires d'origine aquatique en 2018, est en expansion rapide (FAO, 2020a). Les effets sur l'environnement de l'élevage d'espèces aquatiques varient en fonction de la méthode utilisée, des espèces, de l'échelle, des pratiques, des installations et de l'intégration dans d'autres activités de production alimentaire. La croissance de l'aquaculture à l'échelle mondiale a offert certains avantages sur le plan environnemental, en réduisant la pression sur les stocks d'espèces sauvages, en permettant de reconstituer des stocks épuisés et en assurant des services écosystémiques, comme la bioremédiation, l'élimination de déchets et l'ajout de structures à l'habitat (Troell et al., 2014). Parallèlement, l'intensification des pratiques aquacoles a eu des effets préjudiciables sur l'environnement: monoculture de certaines espèces aquatiques, pollution par les effluents (rejets des poissons), eutrophisation des masses d'eau, changement d'affectation des terres et destruction des habitats, concurrence accrue autour des ressources en terres et en eau, transmission de maladies et introduction d'espèces invasives (Ahmed et al., 2019).

Cela étant, si nous voulons que l'aquaculture soit une source durable d'aliments contribuant à l'amélioration de la sécurité alimentaire et de la nutrition, il faut trouver des solutions aux problèmes liés aux ingrédients des aliments pour animaux, à la diversité des espèces produites, ainsi qu'à l'utilisation et à la répartition équitable des terres et de l'eau. L'aquaculture avec apport de nourriture représente actuellement 70 pour cent de la production aquacole mondiale (FAO, 2020a; Belghit et al., 2019). En 2018, 18 millions de tonnes de poissons (majoritairement des petits poissons pélagiques marins) provenant de pêches du monde entier ont été utilisées pour produire de la farine et de l'huile (Cashion et al., 2017). Une étude récente a mis en évidence que 90 pour cent du poisson non destiné à la consommation humaine était de qualité alimentaire ou de première qualité, et qu'il provenait majoritairement de régions enregistrant des taux d'insécurité alimentaire élevés (Cashion et al., 2017).

On examine également avec attention le remplacement par des produits végétaux des aliments destinés aux poissons marins d'élevage, du fait de leurs incidences sur l'utilisation des ressources et des terres, notamment lorsque ces produits sont issus de systèmes monocultureux à grande échelle (Fry et al., 2016). Globalement, les aliments pour poissons représentent la source la plus importante d'émissions de gaz à effet de serre et les coûts de production les plus élevés dans l'aquaculture (MacLeod et al., 2019). On constate également la prédominance de la production de poissons par rapport aux autres produits aquatiques (92 pour cent de l'ensemble des animaux aquatiques élevés dans les systèmes dulçaquatiques), les espèces de carpe composant plus de 50 pour cent de la production aquacole continentale, suivi du tilapia et du poisson-chat (FAO, 2020a).

La mariculture (aquaculture en eau marine) est un domaine intéressant pour l'expansion de l'aquaculture, étant donné la pression exercée sur les terres et les ressources limitées en eau douce. Cependant, les flux de nutriments sont un sujet de préoccupation, car ces systèmes ouverts peuvent avoir des incidences préjudiciables sur les populations aquatiques indigènes – transmission de maladies ou concurrence exercée par les poissons d'élevage échappés (Barrett et al., 2018). On a démontré l'intérêt des espèces filtreuses en matière de bioremédiation des effluents et des polluants: élevées en grand nombre à proximité des exploitations maricoles, elles constituent un système de filtration appelé système aquacole multitrophique intégré (Kerrigan, 2016).

Les avantages liés à l'expansion de la mariculture sont contestés. Il faudrait découpler l'aquaculture de la pêche d'espèces sauvages aux fins de production d'aliments pour animaux et améliorer les réglementations pour maximiser le potentiel de production; il faudrait en outre que les consommateurs accroissent leur demande de poissons d'élevage produits durablement (Costello et al., 2019). Cependant, la mariculture fait également l'objet de critiques pour son incapacité à répondre aux objectifs de sécurité alimentaire et de nutrition, car le coût de l'élevage au large des côtes nécessite de produire des espèces de grande valeur marchande, ce qui est source d'exclusions et d'inégalités sociales (Belton et al., 2020). Elle a suscité beaucoup d'intérêt pour son potentiel lié à l'espace marin disponible, mais on lui reproche de ne pas prendre en compte les flux de masse et d'énergie et de détourner l'attention des méthodes de pêche tirant parti de l'efficacité trophique des écosystèmes marins (van der Meer, 2020).

Il ne faut pas en conclure que les méthodes de production aquatiques actuelles ne parviendront pas à atteindre de manière durable les objectifs de sécurité alimentaire et de nutrition, car la combinaison d'activités aquacoles en eau marine et en eau douce et de pêches de capture marines et continentales est tout à fait susceptible d'apporter l'équité recherchée dans ces domaines. On a constaté que les approches d'aquaculture en eau douce, qui sont souvent mises en place à petite échelle, comme la polyculture et les systèmes intégrés d'agriculture aquaculture (voir l'encadré 4), augmentaient la productivité globale en utilisant de manière plus efficace les aliments pour animaux, en recourant à des intrants disponibles localement, en améliorant la qualité de l'eau et en réduisant les déchets (Edwards, 2015; Limbu et al., 2017). Elles diversifient également la production des exploitations agricoles en y intégrant une variété d'aliments et d'espèces aquatiques, ce qui a pour effet de renforcer la diversité alimentaire et les moyens d'existence.

Encadré 4.

Approche tenant compte de la nutrition fondée sur des activités de polyculture intégrées en bassin au Bangladesh

Le Bangladesh compte quelque 3,9 millions de petits bassins individuels pouvant être utilisés pour élever des poissons. En 2011, WorldFish et ses partenaires ont proposé une approche tenant compte de la nutrition fondée sur l'utilisation de ces bassins dans le cadre d'activités de polyculture. Le point d'entrée était l'élevage d'espèces de petits poissons indigènes, comme le mola (*Amblypharyngodon mola*), parallèlement à de plus gros poissons, en particulier la carpe. Cette initiative a permis d'augmenter la production totale de poisson et la productivité; la qualité nutritionnelle globale de la production cumulée a également progressé (Thilsted, 2012a).

On a intégré des cultures de légumes sur les digues des étangs et dans les jardins potagers. L'accent a été mis sur les légumes riches en micronutriments, comme les patates douces de couleur orange et les légumes feuilles vert foncé. WorldFish a assuré une campagne de communication sur la nutrition et la modification des comportements, l'objectif étant une augmentation de la consommation de petits poissons par les femmes et les enfants durant les 1 000 premiers jours de la vie. Les femmes ont été associées aux activités de polyculture dans les bassins grâce à une formation sur les exploitations et au soutien d'agents de vulgarisation.

Ces activités de polyculture intégrées tenant compte de la nutrition ont permis d'accroître la consommation de poisson et de légumes par les familles, les femmes et les enfants en bas âge et d'augmenter les revenus tirés par les ménages de la vente de ces produits; les femmes ont en outre déclaré avoir un plus grand droit de regard sur ces revenus. Une analyse coûts-avantages fondée sur les années de vie corrigées du facteur incapacité a permis de déterminer que la polyculture en bassin de poissons de petite et grande tailles était à elle seule une approche d'un bon rapport coût-efficacité pour réduire le fardeau des carences en micronutriments au Bangladesh (Fiedler et al., 2016). Cette approche est désormais appliquée dans des bassins individuels dans l'ensemble du Bangladesh et dans d'autres pays d'Asie, notamment le Cambodge, l'Inde, le Myanmar et le Népal.

S'agissant de la diversification des espèces, il convient toutefois de tenir compte du manque de semences ou de techniques d'écloserie pour certaines espèces, ainsi que de la viabilité économique et des rendements des activités aquacoles, facteurs qui incitent souvent à élever de préférence des espèces de grande valeur marchande plutôt que de favoriser la diversité des produits alimentaires aquatiques. Il a été démontré que certaines méthodes de production étaient durables, mais aussi que certaines espèces, comme les mollusques, les petits poissons pélagiques et les algues marines, pouvaient être élevées de manière plus durable que d'autres (poissons-chats, par exemple) (Rebours et al., 2014; Buschmann et al., 2017; Hilborn, 2018; Hallström et al., 2019). Le remplacement dans les recommandations et les préférences alimentaires des espèces associées à des émissions importantes de gaz à effet de serre par des produits alimentaires de ce type, qui ont un impact écologique moins élevé et qui présentent une valeur nutritionnelle supérieure, pourrait être une étape décisive dans l'adoption de régimes alimentaires plus sains et durables (Hallström et al., 2019).

Au-delà de ce débat sur la production durable de produits alimentaires aquatiques, on trouvera dans le rapport du Groupe d'experts (2021) une description plus détaillée de différentes méthodes de production aquacole (y compris la polyculture en bassin), ainsi que des effets de synergie et des compromis associés à une expansion durable de l'aquaculture visant à répondre à la demande de produits alimentaires sains.

Politiques et instruments fiscaux

La transition vers des produits alimentaires aquatiques durables nécessite de mettre en place des politiques cohérentes, associées à des cadres institutionnels et juridiques efficaces et inclusifs. Cependant, certaines politiques, comme les subventions aux pêches et les instruments fiscaux, peuvent entraver la transition vers la durabilité. Les subventions sont des contributions financières directes ou indirectes des pouvoirs publics destinées à promouvoir une activité ou une politique spécifiques et à conférer un «avantage» à un secteur

national. Elles peuvent prendre la forme d'un paiement direct, de la fourniture de biens ou de services, d'un soutien des prix ou de la renonciation à des recettes fiscales normalement exigibles (Mohammed et al., 2018). Ces politiques et instruments fiscaux peuvent avoir une incidence sur les stocks de poissons, dans les zones économiques exclusives comme dans les zones ne relevant d'aucune juridiction nationale (haute mer), et sur les communautés côtières qui dépendent de ces ressources aquatiques pour leurs moyens d'existence, leur sécurité alimentaire et leur nutrition (Popova et al., 2019). La reconnaissance des incidences socioéconomiques et nutritionnelles interdépendantes de la gouvernance de la haute mer et des droits de propriété sur les océans – s'agissant de la pêche industrielle, ainsi que de la mariculture et des activités non liées à la pêche, comme la mise en décharge de déchets industriels – fait partie intégrante de la réforme de la gouvernance des océans.

Cependant, certaines productions alimentaires doivent être subventionnées, car il s'agit d'un moyen efficace de rendre des aliments nutritifs abordables, en particulier pour les populations pauvres (FAO et al., 2020). Les initiatives actuelles de l'Assemblée générale des Nations Unies, les négociations en cours au sein de l'Organisation mondiale du commerce et la cible 14.6 des ODD appellent toutes à la conservation et à l'utilisation durable des ressources marines dans les zones ne relevant d'aucune juridiction nationale et à une réforme des incitations économiques dans la gestion des pêches en vue d'obtenir des résultats positifs sur les plans social, écologique et économique (Mohammed et al., 2018; Popova et al., 2019). L'intégration des questions de nutrition et d'équité dans les considérations relatives aux subventions doit figurer dans les priorités si l'on veut aboutir à une alimentation saine et durable pour tous. Il convient d'atténuer les répercussions sociales en redirigeant ou en affectant des fonds à des programmes sociaux et en ciblant le soutien sur certains groupes, comme les pêcheurs artisanaux, les femmes et les jeunes (Harper & Sumaila, 2019).

Réduction des pertes et du gaspillage alimentaires

Les pertes et le gaspillage alimentaires portent atteinte à l'alimentation de millions de personnes, notamment les populations pauvres, en les privant d'aliments riches en nutriments. Ils se traduisent par une diminution de la quantité d'aliments disponibles et de leur qualité, des pertes économiques liées à la réduction de la valeur marchande ainsi que des pertes à tous les stades de la chaîne de valeur. On estime que chaque année, 35 pour cent des captures des pêches et de la production aquacole sont soit perdus, soit gaspillés (FAO, 2020a).

Il y a toutefois de grands écarts dans les estimations des pertes et du gaspillage de poisson (Akande & Diei Ouadi, 2010), et on manque d'évaluations fiables, en particulier dans les pays à faible revenu et à revenu intermédiaire (Kruijssen et al., 2020). La réduction des pertes et du gaspillage dans tous les secteurs alimentaires est considérée à l'échelle mondiale comme un défi auquel il faut s'attaquer, comme indiqué dans la cible 12.3 des ODD: «D'ici à 2030, réduire de moitié à l'échelle mondiale le volume de déchets alimentaires par habitant, au niveau de la distribution comme de la consommation, et diminuer les pertes de produits alimentaires tout au long des chaînes de production et d'approvisionnement, y compris les pertes après récolte» (United Nations, s.d.). Cette réduction permettrait d'augmenter les disponibilités alimentaires sans accentuer les pressions exercées sur l'environnement. Le rapport publié en 2014 par le HLPE sur la durabilité de la pêche et de l'aquaculture au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition préconisait également de «soutenir et promouvoir les initiatives qui permettront de réduire au maximum les rejets de poisson, les pertes après capture et le gaspillage à toutes les étapes de la chaîne de valeur du poisson» (HLPE, 2014).

Les pertes de denrées alimentaires s'entendent comme une diminution de la quantité ou de la qualité – principalement durant la production, la transformation ou la commercialisation – qui aboutit à des produits impropres à la consommation humaine. Le gaspillage est généralement lié à des comportements qui conduisent à jeter des aliments encore propres à la consommation (Parfitt et al., 2010). Cependant, la surconsommation peut également être considérée comme une forme de gaspillage de nourriture, et met en lumière des questions d'équité et de répartition des denrées alimentaires (Tlusty et al., 2019). Les pays à faible revenu et à revenu intermédiaire enregistrent des pertes considérables du fait de mauvaises pratiques de manutention, de transformation, de stockage et de commercialisation, tandis que le gaspillage est plus important dans les pays à revenu élevé (au niveau du commerce de détail et des consommateurs) (Thilsted et al., 2016).

Les pertes varient également en fonction des espèces et des caractéristiques physiques des poissons, des quantités manipulées, de la saisonnalité, de l'emplacement géographique et de la valeur marchande des produits (Kruijssen et al., 2020). Les pertes quantitatives sont plus fréquemment évaluées que les pertes qualitatives. Les pertes qualitatives et quantitatives de petits poissons de faible valeur marchande sont plus importantes, en particulier dans les régions où les technologies de transformation du poisson peu sophistiquées (séchage au soleil, par exemple) dépendent de facteurs externes tels que les pluies saisonnières. Les pertes de qualité posent problème dans les chaînes de valeur du poisson dans de nombreux pays à faible revenu et à revenu intermédiaire en raison du manque d'infrastructures, de bonnes pratiques de transformation ou de technologies appropriées (Diei-Ouadi et al., 2015).

Les normes socioculturelles et sexistes, qui peuvent limiter l'accès des femmes aux ressources, aux technologies, aux actifs, à la formation et à l'éducation, et leur droit de regard sur ces différents domaines, figurent parmi les principales causes à l'origine de défauts d'efficacité dans les chaînes de valeur alimentaires, et entraînent souvent des pertes plus importantes dans les segments de la filière du poisson qui emploient en général des femmes (traitement et commercialisation, par exemple) (FAO, 2018b). Des études consacrées aux pertes nutritionnelles dans les chaînes de valeur du poisson se sont penchées sur l'incidence des méthodes de transformation, de stockage et de préparation sur la préservation des nutriments dans le produit final, et principalement sur la décomposition microbienne et l'oxydation des lipides (pertes d'acides gras oméga 3). Cependant, ces études ont rarement examiné les conséquences nutritionnelles de ces types de dégradation (Aubourg, 2001; Kruijssen et al., 2020).

Une attention accrue est portée à la réduction des pertes et du gaspillage alimentaires dans les chaînes de valeur des produits alimentaires aquatiques, probablement en vue d'obtenir un rendement économique maximum et, accessoirement, de veiller à la durabilité. Il existe des études et des données sur la composition des aliments portant sur les produits alimentaires aquatiques sous leurs différentes formes – bruts, séchés au soleil, fumés, congelés et en conserve – mais en général uniquement pour les espèces de poissons qui font l'objet d'échanges importants et pour les méthodes de transformation courantes dans les pays à revenu élevé. Peu d'études portent sur les pertes nutritionnelles tout au long des chaînes de valeur (Kruijssen et al., 2020). Quelques éléments relatifs aux autres espèces aquatiques, comme la crevette (ILO & NORAD, 2016; FAO & ILO, 2020), le crabe de vase (SmartFish, s.d.) et l'encornet, sont disponibles (FAO, 2017b).

On n'a également que peu d'évaluations des pertes et du gaspillage dans les chaînes de valeur aquacoles, peut-être en raison de l'hypothèse voulant que les contrôles relatifs à production, à la manutention et à la distribution sont plus nombreux dans ce secteur que dans celui de la pêche de capture. Le gaspillage est dû pour une large part aux préférences des consommateurs qui, dans certains pays occidentaux, par exemple, ont tendance à manger uniquement certaines parties du poisson (le filet). On trouve cependant des exemples de parties non consommées dans les pays nordiques qui sont exportées vers des pays à faible revenu et à revenu intermédiaire (têtes de morues ou d'autres poissons séchées et salées avant d'être expédiées au Nigéria, par exemple) (Salaudeen, 2013). Une solution viable consisterait à étudier la possibilité d'utiliser des parties comestibles, riches en nutriments et sans danger sur le plan sanitaire qui sont généralement perdues ou gaspillées (encadré 5).

Encadré 5.

Mise à profit d'espèces de poisson de faible valeur et de sous-produits dans les programmes d'alimentation scolaire au Ghana

Les restes de carcasses de thon provenant des usines, ainsi que trois espèces de poisson sous-utilisées («one-man thousand», anchois et grondin volant [ou *Dactylopterus voltans*]), ont été séchés et moulus pour produire de la poudre, qui a été ajoutée à des plats destinés aux élèves dans des écoles au Ghana. Quatre plats locaux ont été élaborés, et on a demandé aux enfants d'évaluer leur acceptabilité à partir d'une échelle hédonique. Les enfants ont attribué des notes particulièrement élevées au ragoût d'anchois et de gombo, au ragoût à base de poudre de carcasse de thon et au ragoût de grondin volant, tous trois accompagnés de riz. L'analyse immédiate a montré une teneur élevée en protéines pour toutes les poudres de poisson et la poudre de carcasse de thon, et une analyse ultérieure des nutriments a mis en évidence une teneur élevée en fer. L'étude a démontré que des ressources sous utilisées et des sous-produits des pêches pouvaient améliorer la valeur nutritive des plats traditionnels, tout en réduisant les pertes et le gaspillage alimentaires et en encourageant une alimentation saine et durable.

Source: Glover-Amengor et al., (2012); Abbey et al., (2016).

Nourrir la population mondiale en 2030 et au-delà : projection de la contribution des pêches et de l'aquaculture

La FAO prévoit que la part de la production de poisson destinée à la consommation humaine va continuer d'augmenter, pour atteindre 183 millions de tonnes au total d'ici à 2030. Ce chiffre correspond à une consommation annuelle apparente de poisson de 21,5 kg par habitant, contre 20,5 kg en 2018. D'après l'analyse de la FAO, la production totale de poisson (plantes aquatiques non comprises) devrait passer à 204 millions de tonnes en 2030, soit une progression de 15 pour cent en valeur absolue (FAO, 2020a) (voir l'encadré 6 et l'annexe 2).

Les pêches de capture devraient se maintenir à leurs niveaux actuels – hormis les fluctuations liées au phénomène El Niño, qui influent sur les prises en Amérique du Sud – et on prévoit une augmentation des captures dans toutes les zones, à mesure qu'elles se relèveront de la surexploitation passée, ainsi que dans les stocks sous-exploités, et une meilleure utilisation de la production (diminution des rejets par les bateaux, du gaspillage et des pertes). Il est nécessaire de gérer les stocks de poissons sauvages en tenant compte des répercussions du changement climatique (FAO, 2020a). La pollution et l'acidification des océans pourraient détériorer les récifs tropicaux et subtropicaux et réduire les disponibilités de poisson; combinés à la migration vers les pôles de nombreux stocks de poissons du fait du réchauffement des eaux, ces facteurs pourraient avoir des effets préjudiciables sur les populations vulnérables sur le plan nutritionnel dans les pays à faible revenu et à déficit vivrier, lesquelles dépendent du poisson pour leurs apports en micronutriments et en protéines animales et leurs moyens d'existence (Golden et al., 2016; Landrigan et al., 2020). Cependant, les éléments dont on dispose montrent également des incidences négatives sur les pêches commerciales et les pêches de subsistance dans certaines régions des pays à revenu élevé, comme le sud-est de l'Alaska, où les crustacés et mollusques constituent une composante importante du régime alimentaire local (Mathijs et al., 2015).



Encadré 6.**Projections relatives à la production de produits alimentaires aquatiques au-delà de 2030**

La Division des pêches de la FAO a établi des projections préliminaires jusqu'en 2050 à partir d'un certain nombre de prévisions sommaires de la croissance du secteur et a élaboré trois scénarios plausibles, pour examen et prise de décisions.

- **Scénario de maintien du statu quo** – Les pêches marines enregistrent une augmentation modeste de 0,05 pour cent par an entre 2030 et 2050, tandis que les pêches continentales progressent de 0,3 pour cent par an sur la même période, résultat dû en partie à leurs systèmes de communication d'informations plus performants. Le pourcentage de la production totale des pêches marines qui n'est pas destiné à la consommation humaine directe est de 21,3 pour cent pour 2031, puis décroît de 0,05 pour cent par an à la faveur des progrès technologiques.
- **Scénario ambitieux** – Ce scénario utilise pour ses projections un certain nombre de résultats positifs qui permettent un développement et une intensification durables de l'aquaculture et une progression constante dans les pêches marines vers le rendement maximal durable estimé pour les océans et les mers. Les taux de croissance sont modestes, mais significatifs à mesure que la production augmente, grâce à des investissements plus importants dans la mariculture. Les pêches marines et continentales enregistrent respectivement une hausse de 0,7 pour cent et de 0,55 pour cent par an jusqu'en 2030, mais leurs rendements baissent de 4,05 pour cent en 2050, conformément aux projections du scénario RCP2,6 («atténuation drastique») relatif aux répercussions du changement climatique sur les pêches de capture (FAO, 2018a). Grâce à l'amélioration des technologies et à la réduction des pertes et du gaspillage, la part de la production des pêches marines non utilisée pour la consommation humaine directe passe de 21,3 pour cent en 2020 à 19,35 pour cent en 2050.
- **Scénario dégradé** – Ce scénario tient compte dans ses projections d'un certain nombre d'échecs dans le secteur de l'aquaculture et de pratiques non durables, qui débouchent sur une dégradation des résultats enregistrés par de nombreux nouveaux projets, et se traduisent par une croissance limitée. Les pêches marines et continentales enregistrent une détérioration continue de leur base de ressources, avec des pertes de production qui sont estimées à 0,25 pour cent par an jusqu'en 2040, et qui atteignent 0,5 pour cent en 2050. Ce scénario prévoit également un recul de 9,6 pour cent du rendement en 2050, conformément aux projections du scénario RCP8,5 («maintien du statu quo») relatif aux répercussions du changement climatique (FAO, 2018a). La part de la production des pêches marines non utilisée pour la consommation humaine directe reste de 21,3 pour cent, et les innovations technologiques ne permettent pas de la faire diminuer.

Des informations complémentaires sur ces projections sont données à l'annexe 2.

L'aquaculture est considérée comme le moteur de l'augmentation des disponibilités de poisson; d'après les prévisions, sa production devrait atteindre 109 millions de tonnes en 2030, soit une augmentation de 32 pour cent par rapport à 2018, et ce malgré le ralentissement attendu de son taux d'expansion (FAO, 2020a). La part des espèces d'eau douce, comme la carpe et le poisson-chat, va augmenter dans la production de l'aquaculture à l'échelle mondiale, tandis que les espèces de plus grande valeur marchande, comme la crevette, le saumon et la truite, progresseront plus lentement du fait de leurs prix plus élevés et des disponibilités réduites de farine de poisson. L'aquaculture est vue comme la voie à suivre pour combler le déficit entre la demande et l'offre à l'échelle mondiale, et pourrait en outre permettre de réduire la pression exercée par l'homme sur les populations aquatiques sauvages (World Bank, 2013; Béné et al., 2015). Cependant, les investissements nécessaires pour certaines méthodes aquacoles (comme la mariculture) favorisent la production d'espèces de grande valeur marchande, auxquelles les populations pauvres et en situation d'insécurité alimentaire ont peu de chances d'avoir accès (Belton et al., 2020).

La capacité des secteurs de la pêche et de l'aquaculture à répondre à la demande dépendra en partie de leur capacité à augmenter ou maintenir la production tout en ayant une incidence minimale sur les écosystèmes marins et dulcicoles, et en réduisant le plus possible les pertes et le gaspillage. Malgré l'augmentation de la consommation de poisson par habitant anticipée dans les projections, il faut tenir compte des dimensions d'équité, de diversité, d'accessibilité économique et de durabilité pour faire en sorte que les produits alimentaires aquatiques aient l'impact le plus grand possible en matière de sécurité alimentaire, de nutrition et d'alimentation saine et durable.

Les projections montrent une progression de la consommation de poisson par habitant dans toutes les régions excepté l'Afrique, où la population s'accroît plus rapidement que l'offre, même si on tient compte de l'augmentation prévue des importations de poisson. Les taux de croissance de la consommation les plus élevés sont attendus en Asie (9 pour cent), suivie de l'Europe (7 pour cent), de l'Amérique latine et de l'Océanie (6 pour cent). En Afrique, en revanche, et en particulier en Afrique subsaharienne, la consommation de poisson par habitant devrait chuter de 3 pour cent, pour s'établir à 9,8 kg par habitant et par an en 2030 (FAO, 2020a). Cette projection est préoccupante car la consommation de poisson sur le continent est déjà inférieure à la moyenne mondiale, alors que le poisson est le produit alimentaire d'origine animale le plus courant.

En outre, le report des habitudes de consommation sur les gros poissons carnassiers d'élevage au détriment des petits poissons sauvages traditionnels a entraîné une réduction de l'apport en micronutriments au Bangladesh (Bogard et al., 2015b). Pour répondre à la demande de produits alimentaires aquatiques sans écarter les populations plus vulnérables sur le plan nutritionnel, l'aquaculture devra tenir compte des questions de préférences des consommateurs, d'accessibilité économique, de répartition équitable et d'approvisionnement durable – et renforcer les capacités des aquaculteurs, notamment en Afrique.



5

Sécurité sanitaire, risques et avantages des produits alimentaires aquatiques

Préoccupations quant à la sécurité sanitaire des produits alimentaires aquatiques

Les produits alimentaires aquatiques sont extrêmement périssables, aussi des défaillances en différents points de la chaîne de valeur – stockage et distribution, par exemple – peuvent-elles conduire à une contamination des aliments et avoir des effets préjudiciables sur l'alimentation et la santé. La majorité (80 pour cent) des foyers de maladies causées par des produits comestibles de la mer sont dus à des biotoxines (ciguatoxines), à des scombrottoxines ou à la consommation de mollusques crus (Huss et al., 2000). Les problèmes de sécurité sanitaire des aliments peuvent être d'ordre biologique (bactéries, virus ou parasites) ou chimique (biotoxines) et peuvent provenir de sources environnementales ou anthropogéniques, suscitant des craintes quant à la sécurité d'une consommation de produits alimentaires aquatiques (Jennings et al., 2016).

Des produits chimiques dangereux – notamment les composés persistants, bioaccumulables et toxiques tels que les dioxines, les PCB et les métaux lourds (mercure, plomb ou cadmium, par exemple) – peuvent s'accumuler dans le poisson et les bivalves, quoiqu'ils se retrouvent généralement en quantité plus importante dans les eaux polluées ou chez les espèces de grands prédateurs marins du fait, justement, de la bioaccumulation tout au long de la chaîne trophique aquatique (Hanna et al., 2015; FAO, 2017a). Les virus, bactéries et parasites transmis par les aliments ont surtout de quoi inquiéter lorsque les produits aquatiques sont consommés crus ou peu cuits, comme dans le cas des huîtres, des palourdes, des moules, des produits fumés à froid, des produits marinés, des sushis et du ceviche.

Outre les contaminants biologiques et chimiques, les biotoxines marines et les proliférations d'algues nuisibles sont de plus en plus préoccupantes. Le problème que posent les biotoxines marines est d'autant plus inquiétant que la plupart des pays à faible revenu et à revenu intermédiaire n'ont pas les ressources nécessaires pour mettre en place des programmes de surveillance. La prolifération d'algues nuisibles est un phénomène naturel, survenu à maintes reprises par le passé. Les espèces d'algues concernées ne sont pas toxiques pour les humains, mais produisent des exsudats susceptibles d'endommager les tissus délicats des branchies des poissons, provoquant une mortalité de masse chez ceux-ci et entraînant des pertes économiques et des effets préjudiciables sur la sécurité alimentaire et la nutrition. Le changement climatique peut créer un environnement favorable à ces proliférations, dont la fréquence, l'intensité et l'ampleur ont paru augmenter au cours des dernières décennies. De plus, les proliférations d'algues nuisibles benthiques, qui se produisent principalement sous les tropiques, sont responsables de la formation de ciguatoxines, à l'origine de la ciguatera, à laquelle les petits États insulaires en développement (PEID) des régions tropicales sont particulièrement exposés (FAO & WHO, 2020).

Autre sujet de préoccupation, l'accumulation de microplastiques dans le poisson pourrait présenter un risque pour la santé humaine. Les déchets plastiques représentent un problème majeur pour les milieux aquatiques, et des microplastiques (débris inférieurs à 5 mm de diamètre) ont été retrouvés dans le tube digestif d'un grand nombre d'espèces commerciales de poisson et de crustacés et coquillages (les viscères sont souvent retirés avant consommation par des humains) (Garrido-Gamarro et al., 2020). Les petits poissons et les bivalves, qui sont couramment consommés entiers, sont la principale source de microplastiques dans les aliments aquatiques; les premières évaluations du risque pour la sécurité sanitaire de ces aliments semblent toutefois indiquer que la contribution des produits chimiques dangereux

provenant des microplastiques ingérés par ceux qui consomment de grandes quantités de bivalves est faible. D'après les connaissances actuelles sur la présence de microplastiques dans les produits alimentaires aquatiques, rien ne permet d'affirmer que la sécurité sanitaire de ces produits soit compromise. La meilleure solution pour répondre aux préoccupations croissantes que suscite le sujet est d'améliorer la collecte et la gestion des déchets plastiques.

Pour dissiper les inquiétudes quant à la sécurité sanitaire des aliments, la FAO et l'OMS ont créé le Codex Alimentarius (FAO & WHO, 2009), code international réunissant des lignes directrices, des normes et des règlements relatifs aux dangers potentiels pour la sécurité sanitaire des aliments. Ce code comprend des règlements particuliers en matière d'hygiène alimentaire, d'échantillonnage et d'analyse, d'inspection, de certification et d'étiquetage des produits alimentaires d'origine aquatique. Cela étant, le Codex est généralement appliqué aux produits alimentaires aquatiques destinés au commerce international, plus rarement à ceux commercialisés sur le territoire national, ce qui crée des normes différentes de sécurité sanitaire des aliments aux niveaux local et international.

La pandémie de covid-19 a attiré l'attention sur les problèmes de salubrité alimentaire liés aux interactions entre les humains, les animaux et notre environnement en transformation. Le risque de contracter la covid-19 en mangeant ou en manipulant des aliments demeure toutefois faible. On fait de plus en plus attention aux pratiques de manipulation et de préparation des aliments, afin d'atténuer le risque de dissémination de bactéries et de contaminants (CDC, 2020b; FAO, 2020b). Le chapitre 6 examine les effets à long terme observés et attendus de la pandémie de covid-19 sur la sécurité alimentaire et la nutrition, et le rôle des produits alimentaires d'origine aquatique dans une période de choc systémique.

Risques et avantages des produits alimentaires aquatiques pour la santé

Les recommandations nutritionnelles relatives à la consommation d'aliments d'origine aquatique mettent généralement en balance les risques en matière de sécurité sanitaire et les avantages sur le plan de la nutrition et de la santé, en intégrant les analyses bénéfices-risques bien connues réalisées par la FAO et l'OMS (FAO & WHO, 2011a; 2011b), par le Comité scientifique de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) (2015) et par la Food and Drug Administration aux États-Unis (US FDA, 2014). Ces consultations et ces rapports concluent que les avantages d'une consommation de poisson – parmi lesquels un risque réduit de décès par cardiopathie coronarienne chez les adultes – l'emportent sur les risques associés au méthylmercure, mais recommandent en parallèle de limiter l'apport alimentaire provenant d'espèces placées en haut de la chaîne trophique en raison de la bioaccumulation de ce contaminant.

Pour certains groupes de population, comme les femmes en âge de procréer et les femmes enceintes ou allaitantes, une consommation modérée de produits d'origine aquatique – à l'exception d'un petit nombre d'espèces – abaisse le risque d'un mauvais développement neurologique du nourrisson et de l'enfant (FAO & WHO, 2011; Mozzaffarian & Rimm, 2006). L'EFSA conclut toutefois qu'il n'est pas possible de formuler des recommandations générales sur la consommation de poisson pour l'Europe et qu'il appartient à chaque pays d'examiner les habitudes de consommation de produits aquatiques sur son territoire et de réaliser sa propre analyse bénéfices-risques sur cette base (EFSA Scientific Committee, 2015).

Ces analyses sont peu nombreuses pour les produits alimentaires aquatiques, car les données de bonne qualité sont rares concernant les modes de consommation alimentaire des populations, la quantité consommée de chaque produit et la teneur en nutriments et en contaminants des aliments. Nombre de pays n'ont aucune vue d'ensemble des données de composition des aliments consommés et très peu disposent d'études épidémiologiques représentatives sur la consommation de produits alimentaires aquatiques. Les types et les quantités d'aliments d'origine aquatiques consommés varient considérablement dans le monde, et les évaluations bénéfices-risques notables réalisées jusqu'ici portent principalement sur des poissons d'élevage et des poissons sauvages (VKM, 2006; 2014). En outre, la plupart des analyses bénéfices-risques d'une consommation de produits alimentaires aquatiques concernent les adultes (en particulier les femmes durant les périodes prénatale et post-natale). Il est donc nécessaire d'étudier d'autres groupes de population. Bernstein et al. (2019), par exemple, soulignent la nécessité de mener d'autres travaux de recherche afin d'apporter la preuve des bienfaits d'une consommation de produits alimentaires aquatiques pour la santé des enfants (passé la petite enfance).

6

Covid-19 et produits alimentaires d'origine aquatique

La pandémie de covid-19 a désorganisé les chaînes d'approvisionnement alimentaire, entraîné la fermeture des entreprises et des établissements d'enseignement et fait progresser le chômage partout dans le monde, gênant l'accès à une alimentation saine, soit directement (arrêt des programmes d'alimentation scolaire, par exemple), soit indirectement (perte de revenus). Les indices des prix des produits alimentaires ont augmenté pendant cinq mois consécutifs (jusqu'en octobre 2020), réduisant encore l'accessibilité financière d'une alimentation saine (FAO et al., 2020; HLPE, 2020; FAO, 2020d).

Le secteur des produits alimentaires aquatiques joue un rôle essentiel dans la nutrition et constitue une source d'emplois importante. Il est aussi fortement mondialisé, ce qui permet aux crises de proliférer au niveau international, même si quelques chaînes d'approvisionnement, des acteurs opérant à petite échelle et des organisations de la société civile ont montré davantage de résilience que d'autres (Love et al., 2020). Les bouleversements de la demande, de la distribution, de la main d'œuvre et de la production le long des filières d'approvisionnement en produits alimentaires aquatiques ont touché le monde entier (FAO, 2020a; 2020e), mais, dans certaines régions, ils ont été aggravés par les facteurs de perturbation existants, comme le changement climatique et les risques naturels (les feux incontrôlés aux États-Unis, par exemple), la gestion des ressources et l'instabilité politique ou économique (Love et al., 2020). L'effondrement des marchés d'exportation a ouvert un espace aux producteurs locaux, leur permettant de répondre à la demande de produits alimentaires aquatiques, mais la capacité limitée des marchés locaux et des flottilles de pêche locales à satisfaire cette demande a révélé un grand nombre de problèmes de gestion (FAO, 2020e).

Le caractère périssable des produits alimentaires aquatiques est le principal problème de cette chaîne d'approvisionnement qui nécessite, à l'appui de la distribution, une chaîne du froid requérant d'importants investissements, ou des méthodes de transformation répondant aux normes de sécurité sanitaire des aliments (Johnson et al., 2020). La commercialisation et la distribution des produits alimentaires aquatiques sont fortement tributaires du secteur des services alimentaires. L'instauration progressive de restrictions de déplacement et de confinements dans les différents pays a donc entraîné une baisse d'activité chez de nombreux mareyeurs et une réduction des débouchés pour les espèces de grande valeur marchande (FAO, 2020e). Dans les pays à faible revenu et à revenu intermédiaire, le secteur informel a subi de plein fouet les confinements et les restrictions d'activités génératrices de revenu, comme la pêche, l'aquaculture et les activités post capture/récolte, or les ménages en difficulté n'ont pas pu accéder à des filets de sécurité ni aux réseaux sociaux (Fiorella et al., 2018).

Une grande part de la chaîne de valeur du poisson fonctionne dans le secteur informel, principalement avec des femmes rurales, lesquelles ont été durement frappées par les restrictions de déplacement, et ce malgré la contribution potentiellement importante des aliments et produits aquatiques (comme les petits poissons séchés) à la sécurité alimentaire et à la nutrition dans ces circonstances, du fait de leur transportabilité, de leur accessibilité économique et de leur durée de conservation prolongée. Assurer la sécurité des travailleurs et les droits d'accès des producteurs et des transformateurs des filières du poisson séché et encourager la réorientation du poisson vers ces filières quand les autres voies d'accès au marché sont bloquées permettrait de fournir des produits aquatiques séchés nutritifs aux personnes vulnérables sur le plan nutritionnel au lendemain de la crise de la covid-19 dans les pays à faible revenu et à revenu intermédiaire (Johnson et al., 2020). Il semble que la crise ait entraîné une diminution de la pression de pêche, du fait du recul de la demande, de la baisse des prix, et des différents confinements, ce qui pourrait permettre aux stocks de poisson de se reconstituer (Bennett et al., 2020). Il est toutefois encore trop tôt pour l'affirmer car la pandémie a également bridé les systèmes de gestion, la réalisation des enquêtes et les systèmes de contrôle et de surveillance des stocks de poisson (FAO, 2020e).

Durant les cinq premiers mois de la pandémie, on a pu observer les mesures de survie et d'adaptation à court terme qui ont été prises; les acteurs et les institutions du secteur des produits alimentaires aquatiques peuvent tirer des enseignements de ces efforts d'adaptation pour renforcer les systèmes et prévenir les crises futures (Love et al., 2020). Il est nécessaire de comprendre plus intimement la résilience des chaînes de valeur et d'approvisionnement des produits alimentaires aquatiques pour pouvoir s'attaquer aux conséquences socioéconomiques actuelles et futures de la covid-19 et préparer plus efficacement le monde aux crises à venir. Diversifier les systèmes alimentaires et les activités de subsistance est l'une des stratégies de survie et un moyen d'opérer une transformation et de renforcer la résilience. Cela permettrait d'atteindre plusieurs objectifs: améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition, rendre les moyens d'existence ruraux plus résilients, augmenter les revenus et préserver la diversité biologique, de sorte que les gens puissent faire face plus efficacement aux variations saisonnières des disponibilités alimentaires et aux chocs (Freed et al., 2020a; Anderson et al., 2018).

Encadré 7.

Distribution des produits alimentaires aquatiques aux Philippines: aides face à la covid-19

Conscient de l'importance du poisson dans l'alimentation de la population et soucieux de favoriser une alimentation saine durant la pandémie de covid-19, le Gouvernement philippin a fourni des produits alimentaires d'origine aquatique – des sardines en boîte, aliment de base dans le pays, et, dans certaines régions, du poisson frais – sous forme de colis d'aide alimentaire destinés aux familles qui en avaient besoin. Les Philippines sont fortement tributaires du poisson (Golden et al., 2016): à l'échelle mondiale, le pays se place en deuxième position pour la dépendance nutritionnelle à l'égard des écosystèmes côtiers et marins (Selig et al., 2018). Les pouvoirs publics, en collaboration avec des organisations caritatives et religieuses, a coordonné l'achat direct du poisson ainsi fourni auprès des pêcheurs locaux (ADB, 2020; Cabico, 2020; Rey, 2020).

L'aide alimentaire a été livrée à domicile par différents acteurs – organisations publiques locales, armée et services de livraison de sites de distribution centralisés (GFN, 2020; ADB, 2020) – de façon à limiter les déplacements non essentiels conformément aux restrictions imposées par la covid-19. Les bénéficiaires étaient principalement des travailleurs salariés, comme les conducteurs de cyclopusse, les balayeurs de rues et les travailleurs migrants, qui ne pouvaient plus exercer leurs activités du fait des restrictions liées à la pandémie. L'initiative partait d'une bonne intention, mais les problèmes soulevés par le stockage et la distribution de denrées périssables telles que le poisson frais ont montré qu'à l'évidence il fallait faire la part des bienfaits nutritionnels des produits d'origine aquatique à longue conservation (comme les sardines ou le thon en boîte, le poisson séché ou les miettes de thon), qui fournissent des macronutriments et des micronutriments essentiels, et des effets préjudiciables liés à la forte teneur en sodium des produits en boîte (Ong et al., 2020; ADB, 2020; Mangiduyos, 2020).

Cette pandémie n'est pas la première à laquelle le monde doit faire face et il est peu probable qu'elle soit la dernière. Dans cet esprit, la FAO, l'OMS et l'Organisation mondiale de la santé animale ont signé en 2008 un accord visant à coordonner leurs activités d'étude et de prise en compte des risques sanitaires à l'interface entre les humains, les animaux et l'environnement, et à élaborer un cadre stratégique reposant sur les enseignements tirés de pandémies virales passées (Mackenzie & Jeggo, 2019). Ce cadre fondé sur le principe «Un monde, une santé» est une approche multisectorielle, interdisciplinaire et collaborative tendant à renforcer la communication et la coopération entre différents spécialistes – médecins, vétérinaires et sociologues, notamment – pour parvenir à une santé optimale des animaux, des humains et de l'environnement (Henley, 2020; CDC, 2020a). Il met en évidence la nécessité de ne pas simplement traiter les pandémies comme des événements isolés, mais de comprendre les problèmes plus vastes qui les sous-tendent, en tenant compte des connexions entre les humains, les animaux et l'évolution de notre environnement, afin de favoriser un changement de paradigme et de conduire à réfléchir et à agir différemment dans le domaine de la santé pour tous (Henley, 2020).

7

Recommandations et conclusions

Le présent document expose les possibilités de contribution à une alimentation saine et durable qu'offrent les produits alimentaires d'origine aquatique. Il indique clairement les multiples bienfaits pour la santé que procure la consommation de cette catégorie d'aliments. Il montre également qu'une consommation modérée n'aggrave pas nécessairement les effets préjudiciables à l'environnement dus à leur production; de fait, si ces aliments sont fournis et consommés comme le précise ce document, ils peuvent être profitables tant à la santé des personnes qu'à l'environnement.

L'accroissement de la production et de la consommation des produits alimentaires aquatiques dépend de toute une série de facteurs, physiques ou environnementaux (pollution, changement climatique et acidification des océans, par exemple), politiques (action publique en matière de pêche, de climat et de commerce) ou technologiques (avancées dans les systèmes de connaissances, aliments pour animaux terrestres et aquatiques, technologies de mariculture, systèmes aquacoles d'eau douce), auxquels s'ajoutent des facteurs économiques, l'élasticité-revenu et le cadre institutionnel (droits de propriété et échanges). L'évolution du comportement des consommateurs et de la demande en faveur de produits alimentaires aquatiques plus diversifiés et provenant d'espèces situées en bas de la chaîne trophique aura également un rôle à jouer pour mettre les aliments aquatiques au menu. Ces aliments font partie de la solution qui permettra d'aboutir à des systèmes alimentaires résilients et à une alimentation saine et durable pour tous, mais celle-ci ne pourra être pleinement mise en place que si les produits en question sont disponibles, accessibles, abordables et recherchés. Pour cela, plusieurs stratégies sont nécessaires.



- Encourager l'évolution du comportement des consommateurs et de la demande en faveur d'aliments d'origine aquatique plus durables, diversifiés et provenant de niveaux trophiques inférieurs. Veiller à ce que les solutions soient déterminées par la demande, par les moyens suivants:
 - promouvoir la consommation de produits alimentaires aquatiques, en particulier auprès des groupes vulnérables sur le plan nutritionnel, au moyen d'outils tels que des recommandations nutritionnelles fondées sur le choix des aliments, des programmes d'achats publics (alimentation scolaire et filets de protection sociale) et des interventions publiques en faveur de la santé et de la nutrition durant les 1 000 premiers jours de la vie;
 - harmoniser les recommandations nutritionnelles nationales avec les principes directeurs pour des régimes alimentaires sains et durables élaborés par la FAO et l'OMS et clarifier la notion de consommation «modérée» de produits aquatiques, en tenant compte de la complémentarité de ces produits avec d'autres aliments, ainsi que du contexte socioculturel et démographique;
 - élaborer des produits alimentaires aquatiques innovants, susceptibles de déclencher chez le consommateur l'envie de se diriger vers des espèces de niveau trophique inférieur, des espèces sous-utilisées et des sous-produits, et faire en sorte que ces produits soient abordables.
- Développer de façon durable l'offre de produits alimentaires aquatiques destinés à la consommation humaine et bâtir des systèmes alimentaires résilients pour ces produits, par les moyens suivants:
 - donner la priorité à une diversité de produits alimentaires d'origine aquatique, en particulier les espèces de niveau trophique inférieur représentant une biomasse importante (petits poissons pélagiques, méduses et algues marines);
 - concentrer les efforts sur une exploitation durable et sur l'utilisation des prises (en encourageant les consommateurs à choisir la «pêche du jour» et les espèces constituant des captures accessoires);
 - promouvoir des stratégies d'aquaculture durables et diversifiées qui prennent systématiquement en compte la nutrition et réduisent l'utilisation d'aliments pour animaux obtenus à partir de produits alimentaires aquatiques qui pourraient être consommés directement par les humains;
 - encourager l'utilisation des sous-produits gaspillés et réduire les pertes et gaspillages de produits alimentaires aquatiques en améliorant l'accès aux ressources productives, aux technologies, aux marchés et à la formation financière et commerciale afin de renforcer la capacité des petits producteurs et transformateurs à faire face aux pics des périodes de récolte et à produire des produits aquatiques ayant une durée de conservation prolongée, qui peuvent être distribués pendant les périodes de faibles disponibilités alimentaires et aux communautés vivant loin des masses d'eau.
- Encourager l'adoption et la mise en œuvre des Directives volontaires visant à assurer la durabilité de la pêche artisanale (FAO, 2018d) et des recommandations du CSA relatives à la pêche et à l'aquaculture (CFS, 2014) pour faire progresser la gouvernance des ressources aquatiques au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition, toile de fond des enjeux suivants:
 - veiller à ce que les politiques de gestion de la pêche protègent les communautés qui dépendent de cette activité ainsi que l'accès physique, économique et institutionnel aux produits alimentaires aquatiques et les disponibilités correspondantes;
 - rééquilibrer les politiques agricoles (et celles de la pêche) et les incitations mises en place dans ces secteurs de façon à privilégier les investissements qui tiennent mieux compte de la nutrition et à donner la priorité à des produits aquatiques diversifiés non pas pour leur qualité marchande mais pour les atouts qu'ils présentent en matière de santé publique.

- Promouvoir des politiques qui donnent la priorité à la consommation locale des produits alimentaires aquatiques plutôt qu'à leur exportation, en particulier dans les régions où les taux de malnutrition sont élevés.
- Encourager la mise en œuvre de solutions à long terme pour renforcer la sécurité sanitaire des aliments aquatiques, et notamment améliorer la gouvernance à tous les niveaux, et pour faire changer les comportements et les systèmes, en offrant un meilleur cadre d'économie circulaire, par exemple, et en rendant possible une production et des modes de consommation plus durables. Prioriser la révision des cadres réglementaires existants, des dispositions institutionnelles et d'autres instruments relatifs aux déchets marins ainsi que leur application, pour rechercher les effets de synergie, les lacunes éventuelles et les solutions possibles aux niveaux mondial et régional et, ainsi, réduire et éviter les effets sur les systèmes alimentaires aquatiques et les consommateurs de ces produits.
- Réformer les subventions afin de soutenir en priorité les petits producteurs et de les aider à pratiquer une pêche et une pisciculture durables, de façon à améliorer leurs conditions de vie et à renforcer la sécurité alimentaire et la nutrition. Mettre les considérations d'équité au premier plan des débats et atténuer les conséquences sociales des réformes des subventions (sur le plan du revenu, des emplois et de l'offre alimentaire) en réorientant ou en réservant des fonds pour financer des programmes visant à promouvoir une équité sociale et une égalité femmes-hommes dans des groupes de population tels que les artisans pêcheurs, les femmes et les jeunes.
- Démocratiser l'accès aux connaissances, aux données et aux technologies pour favoriser une création conjointe de connaissances constructives et d'innovations utiles. Investir dans de nouveaux travaux de recherche pour:
 - améliorer la qualité de la collecte de données auprès des pêcheries et des établissements aquacoles produisant divers aliments aquatiques et réunir des données sur les stades postérieurs à la production, comme la transformation, la distribution et la vente au détail, afin de mieux comprendre quels maillons de la chaîne de valeur doivent être améliorés et de recueillir des indications sur la demande des consommateurs en matière de produits alimentaires aquatiques, lesquelles permettront d'orienter la production;
 - recueillir des informations sur les pratiques de consommation propres aux pays, aux communautés et aux ménages afin de mieux cerner les préférences des consommateurs (déterminer par exemple quels sont les produits alimentaires aquatiques préférés de différents groupes de population, différentes communautés ou différents membres des ménages et en quelle quantité ceux-ci les consomment, quelles sont les parties consommées dans ces aliments et quels sont les facteurs qui permettent ou empêchent cette consommation, comme l'accessibilité économique, la disponibilité, l'accessibilité physique, la stabilité, les connaissances et le comportement);
 - générer des données sur la composition nutritionnelle et la contamination de divers produits alimentaires aquatiques consommés dans les pays à faible revenu et à revenu intermédiaire, pour déterminer dans quelle mesure ces produits pourraient contribuer à une alimentation saine et durable;
 - collaborer avec le secteur privé pour élaborer des produits que les consommateurs auraient envie d'acheter et promouvoir ainsi des aliments aquatiques nutritifs.

Beaucoup d'aliments d'origine aquatique ont un rôle essentiel à jouer pour permettre à de nombreuses personnes dans le monde d'avoir une alimentation saine et durable, aujourd'hui et dans l'avenir.

Annexe 1

Principaux nutriments et bienfaits pour la santé humaine

Nutriments	Bienfaits pour la santé humaine
Protéines	Sources d'acides aminés, nécessaires à la croissance et à la constitution de la masse musculaire.
Calcium	Important pour la croissance et l'entretien des os et pour les fonctions cellulaires.
Fer	Composant essentiel de l'hémoglobine, de la myoglobine, des enzymes et des cytochromes, nécessaire au transport de l'oxygène et à la respiration cellulaire. Le fer joue également un rôle critique pour une croissance et une fonction cognitive optimales (Bailey et al., 2015). Le déficit en fer est la carence en micronutriment la plus courante, puisqu'elle touche plus de 30 pour cent de la population mondiale. Elle provoque une anémie, qui représente un problème de santé majeur pour un grand nombre de femmes dans le monde et peut entraîner un affaiblissement des facultés cognitives et une diminution de la productivité au travail. Les enfants nés de mères carencées en fer ont aussi plus de risques de disposer de réserves martiales faibles, de connaître un moins bon développement physique et cognitif et de ne pas avoir un système immunitaire optimal.
Zinc	Essentiel au métabolisme des cellules.
Iode	Intervient principalement dans la synthèse des hormones thyroïdiennes. L'iode joue également un rôle important dans le développement du cerveau et du système nerveux du fœtus (Bailey et al., 2015; Lazarus, 2015).
Vitamine A	Provient de sources animales – vitamine A préformée (rétinol ou esters rétinoliques) – ou de sources végétales – caroténoïdes ou provitamines A. Liposoluble, la vitamine A joue différents rôles, notamment dans la vision, la différenciation cellulaire, la fonction immunitaire, la reproduction et la formation et la croissance des organes et des os (Bailey et al., 2015). La carence en vitamine A a été associée à des taux d'infection accrus et une plus grande gravité de ces infections, et représente la première cause des cas de cécité infantile qu'il est possible de prévenir. Cette carence est également la principale cause de morbidité et de mortalité infantiles dans les pays en développement, en particulier en Afrique et en Asie du Sud-Est (Bailey et al., 2015).
Vitamine B12	Présente uniquement dans les aliments d'origine animale. Les vitamines du groupe B sont essentielles à la production d'énergie et au fonctionnement du cerveau et du système nerveux.
Vitamine D	Essentiel à la santé cardiovasculaire et à celle des os.
Acides gras oméga 3	<p>Importants pour le développement cognitif du fœtus ainsi que durant les deux premières années de vie et différentes autres périodes (au moment des pics de développement cérébral de l'adolescence, par exemple).</p> <p>Des données ont prouvé leur rôle dans la diminution de plusieurs maladies chroniques (maladie cardiovasculaire, hypertension, AVC et maladie d'Alzheimer) et de troubles inflammatoires/métaboliques (obésité, diabète et asthme).</p>
Acide eicosapentaénoïque (EPA)	
Acide docosahexaénoïque (DHA)	

Annexe 2

Projection de la production de poisson à l'horizon 2050 selon trois scénarios

	Maintien du statu quo	Scénario dégradé	Scénario ambitieux
Pêche marine (en tonnes)	85,4	65,8	95,5
Pêche continentale (en tonnes)	13,0	10,1	13,5
Total – Pêche (en tonnes)	98,3	75,8	109,0
Aquaculture continentale (en tonnes)	89,9	75,6	98,4
Aquaculture en eau marine (en tonnes)	50,1	45,3	62,0
Total – Aquaculture (en tonnes)	140,0	120,8	160,3
Total – Production (en tonnes)	238,3	196,7	269,3
Poisson destiné à une consommation directe (en tonnes)	217,4	180,5	248,2
Consommation apparente par personne (kg/an)	22,3	18,5	25,5

Références

- Abbey, L., Glover-Amengor, M., Atikpo, M.O., Atter, A. & Toppe, J.** 2016. Nutrient Content of Fish Powder from Low Value Fish and Fish Byproducts. *Food Science & Nutrition*, 5(3): 374–379. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28572920/>).
- Asian Development Bank (ADB).** 2020. *For poor Filipinos during the pandemic, Bayan Bayanihan brings food and hope* [online], 4 May 2020. Mandaluyong, Metro Manila. <https://www.adb.org/news/features/hungry-filipinos-during-pandemic-bayan-bayanihan-brings-food-and-hope>.
- Ahern, M., Mwanza, P.S., Genschick, S. & Thilsted, S.H.** 2020. *Nutrient-rich foods to improve dietary quality in the first 1000 days of life in Malawi and Zambia: Formulation, processing and sensory evaluation*. Program Report 2020–14. Penang, Malaysia: WorldFish. (also available at <https://fish.cgiar.org/publications/nutrient-rich-foods-improve-diet-quality-first-1000-days-life-malawi-and-zambia>).
- Ahern, M.B.; Kennedy, G.; Nico, G.; Diabre, O.; Chimaliro, F.; Khonje, G.; Chanda, E.** 2021. *Women's dietary diversity changes seasonally in Malawi and Zambia*. Rome, Italy: Alliance of Bioversity/CIAT (also available at <https://hdl.handle.net/10568/113226>).
- Ahmed, N., Thompson, S. & Glaser, M.** 2019. Global Aquaculture Productivity, Environmental Sustainability, and Climate Change Adaptability. *Environmental Management*, 63: 159–172. (also available at <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00267-018-1117-3.pdf>).
- Akande, G.R. & Diei-Ouadi, Y.** 2010. *Post-harvest losses in small-scale fisheries: Case studies in five Sub-Saharan African countries*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 550. Rome: FAO. (also available at <http://www.fao.org/docrep/013/i1798e/i1798e00.htm>).
- Akter, R., Yagi, N., Sugino, H., Thilsted, S.H., Ghosh, S., Gurung, S., Heneveld, K., Shrestha, R. & Webb, P.** 2020. Household Engagement in Both Aquaculture and Horticulture Is Associated with Higher Diet Quality than Either Alone. *Nutrients*, 12(9): 2705. (also available at <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/9/2705/htm>).
- Allan, J.D., Abell, R., Hogan, Z., Revenga, C., Taylor, B.W., Welcomme, R.L. & Winemiller, K.** 2005. Overfishing of Inland Waters. *BioScience*, 55(12): 1041–1051. (also available at <https://academic.oup.com/bioscience/article/55/12/1041/407055>).
- Amaral, L., Raposo, A., Morais, Z. & Coimbra, A.** 2018. Jellyfish ingestion was safe for patients with crustaceans, cephalopods, and fish allergy. *Asia Pacific Allergy*, 8: e3. (also available at https://www.researchgate.net/publication/322541173_Jellyfish_ingestion_was_safe_for_patients_with_crustaceans_cephalopods_and_fish_allergy).
- Anderson, C.L., Reynolds, T., Merfeld, J.D. & Biscaye, P.** 2018. Relating Seasonal Hunger and Prevention and Coping Strategies: A Panel Analysis of Malawian Farm Households. *The Journal of Development Studies*, 54(10): 1737–1755. (also available at <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00220388.2017.1371296>).
- Andrew, N.** 2016. More tuna: A remedy for obesity in the Pacific. Blog. *The Fish Tank* [online], 22 September 2016. <http://blog.worldfishcenter.org/2016/09/more-tuna-a-remedy-for-obesity-in-the-pacific/>.
- Aubourg, S.P.** 2001. Review: Loss of Quality during the Manufacture of Canned Fish Products. *Food Science and Technology International*, 7(3): 199–215.
- Ayilu R.K., Antwi-Asare, T.O., Anoh, P., Tall, A., Aboya, N., Chimatiro, S. & Dedi, S.** 2016. *Informal artisanal fish trade in West Africa: Improving cross-border trade*. Program Brief: 2016–37. Penang, Malaysia: WorldFish. (also available at <https://www.worldfishcenter.org/content/informal-artisanal-fish-trade-west-africa-improving-cross-border-trade-0>).

- Bailey, R.L., West Jr., K.P. & Black, R.E.** 2015. The epidemiology of global micronutrient deficiencies. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 66(Suppl. 2): 22–33. (also available at <https://www.karger.com/Article/FullText/371618>).
- Barré, T., Perignon, M., Gazan, R., Vieux, F., Micard, V., Amiot, M.-J. & Darmon, N.** 2018. Integrating nutrient bioavailability and co-production links when identifying sustainable diets: How low should we reduce meat consumption? *PLoS ONE*, 13(2): e0191767. (also available at <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0191767>).
- Barrett, L.T., Swearer, S.E. & Dempster, T.** 2018. Impacts of marine and freshwater aquaculture on wildlife: a global meta-analysis. *Reviews in Aquaculture*, 11: 1022–1044. (also available at <http://lukebarrett.org/pdfs/Barrett-et-al-2019-RAQ-wildlife.pdf>).
- Bedford, B.** 2019. Physics Can Help Develop New Foods – Like Crispy Jellyfish Chips. *Inside Science* [online], 9 May 2019. <https://www.insidescience.org/news/physics-can-help-develop-new-foods-crispy-jellyfish-chips>.
- Belghit, I., Liland, N.S., Gjesdal, P., Biancarosa, I., Menchetti, E., Li, Y., Waagbø, R., Krogdahl, Å. & Lock, E.-J.** 2019. Black soldier fly larvae meal can replace fish meal in diets of sea-water phase Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 503: 609–619. (also available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848618322208>).
- Belton, B., van Asseldonk, I.J.M. & Thilsted, S.H.** 2014. Faltering Fisheries and Ascendant Aquaculture: Implications for Food and Nutrition Security in Bangladesh. *Food Policy*, 44: 77–87. (also available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306919213001632>).
- Belton, B., Little, D.C., Zhang, W., Edwards, P., Skladany, M. & Thilsted, S.H.** 2020. Farming fish in the sea will not nourish the world. *Nature Communications*, 11: 5804. (also available at <https://www.nature.com/articles/s41467-020-19679-9>).
- Béné, C., Barange, M., Subasinghe, R., Pinstrup-Andersen, P., Merino, G., Hemre, G. & Williams, M.** 2015. Feeding 9 billion by 2050 – Putting fish back on the menu. *Food Security*, 7: 261–274. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12571-015-0427-z>.
- Béné, C., Oosterveer, P., Lamotte, L., Brower, I.D., de Haan, S., Prager, S.D., Talsma, E.F. & Khoury, C.K.** 2019. When Food Systems Meet Sustainability: Current Narratives and Implications for Actions. *World Development*, 113: 116–130. (also available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X18303115>).
- Bennett, N.J., Finkbeiner, E.M., Ban, N.C., Belhabib, D., Jupiter, S.D., Kittinger, J.N., Mangubhai, S., Scholtens, J., Gill, D. & Christie, P.** 2020. The COVID-19 Pandemic, Small-Scale Fisheries and Coastal Fishing Communities. *Coastal Management*, 48(4): 336–347. (also available at <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08920753.2020.1766937>).
- Bernhardt, J.R. and O'Connor, M.I.** 2021. Aquatic Biodiversity Enhances Multiple Nutritional Benefits to Humans. Proceedings of the National Academy of Sciences Apr 2021, 118 (15) e1917487118. (also available at <https://www.pnas.org/content/118/15/e1917487118#sec-23>).
- Bernstein, A.S., Oken, E., de Ferranti, S., Council on Environmental Health & Committee on Nutrition.** 2019. Fish, Shellfish, and Children's Health: An Assessment of Benefits, Risks, and Sustainability. *Pediatrics*, 143(6): e20190999. Erratum in *Pediatrics*, 144(4): e20192403. (also available at <https://pediatrics.aappublications.org/content/143/6/e20190999>).
- Bjerregaard, R., Valderrama, D., Radulovich, R., Diana, J., Capron, M., Mckinnie, C.A., Cedric, M., Hopkins, K., Yarish, C., Goudey, C. & Forster, J.** 2016. *Seaweed aquaculture for food security, income generation and environmental health in tropical developing countries*. Washington, DC: World Bank Group. (also available at <http://documents1.worldbank.org/curated/en/947831469090666344/pdf/107147-WP-REVISED-Seaweed-Aquaculture-Web.pdf>).
- Bogard, J.R., Farmery, A.K., Little, D.C., Fulton, E.A. & Cook, M.** 2020. Will fish be part of future healthy and sustainable diets? *The Lancet Planetary Health*, 3(4): E159–E160. (also available at [https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(19\)30018-X/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(19)30018-X/fulltext)).
- Bogard, J.R., Hother, A.L., Saha, M., Bose, S., Kabir, H., Marks, G.C. & Thilsted, S.H.** 2015a. Inclusion of Small Indigenous Fish Improves Nutritional Quality During the First 1000 Days. *Food and Nutrition Bulletin*, 36(6): 276–289. (also available at <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0379572115598885>).
- Bogard, J.R., Thilsted, S.H., Marks, G.C., Wahab, M.A., Hossain, M.A.R., Jakobsen, J. & Stangoulis, J.** 2015b. Nutrient Composition of Important Fish Species in Bangladesh and Potential Contribution to Recommended Nutrient Intakes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 42: 120–133. (also available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157515000976>).

- Bonaccorsi, G., Garamalla, G., Cavallo, G. & Lorini, C.** 2020. A Systematic Review of Risk Assessment Associated with Jellyfish Consumption as a Potential Novel Food. *Foods*, 9(7): 935. (also available at <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7404704/>).
- Bordbar, S., Anwar, F. & Saari, N.** 2011. High-value components and bioactives from sea cucumbers for functional foods--a review. *Marine drugs*, 9(10): 1761–1805. (also available at <https://doi.org/10.3390/md9101761>).
- Brown, E.M., Allsopp, P.J., Magee, P.J., Gill, C.I.R., Nitecki, S., Strain, C.R. & McSorley, E.M.** 2014. Seaweed and human health. *Nutrition Reviews*, 72(3): 205–216. (also available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/nure.12091>).
- Bundy, D.A.P., de Silva, N., Horton, S., Jamison, D.T. & Patton, G.C. (eds.)** 2018. *Re-Imagining School Feeding: A High-Return Investment in Human Capital and Local Economies*. Washington, DC: World Bank. (also available at <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/28876/33236.pdf?sequence=10&isAllowed=y>).
- Buschmann, A.H., Camus, C., Infante, J., Neori, A. Israel, Á., Hernández-González, M.C., Pereda, S.V., Gomez-Pinchetti, J.L., Golberg, A., Tadmor-Shalev, N. & Critchley, A.T.** 2017. Seaweed production: overview of the global state of exploitation, farming and emerging research activity. *European Journal of Phycology*, 52(4): 391–406. (available at <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09670262.2017.1365175?scroll=top&needAccess=true>).
- Cabico, C.K.** 2020. Gov't urged to ensure protection of fishers, farmers from impacts of COVID-19 [online]. *The Philippine Star Global*, 22 April 2020. <https://www.philstar.com/headlines/2020/04/22/2009054/govt-urged-ensure-protection-fishers-farmers-impacts-covid-19>.
- Carboni, S., Kaur, G., Pryce, A., McKee, K., Desbois, A.P., Dick, J.R., Galloway, S.D.R. & Hamilton, D.L.** 2019. Mussel Consumption as a “Food First” Approach to Improve Omega-3 Status. *Nutrients*, 11(6): 1381. (also available at <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/6/1381>).
- Cashion, T., Le Manach, F., Zeller, D. & Pauly, D.** 2017. Most fish destined for fishmeal production are food-grade fish. *Fish and Fisheries*, 18(5): 837–844. (also available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/faf.12209>).
- Cashion, T., Al-Abdulrazzak, D., Belhabib, D. & Derrick, B.** 2018. Reconstructing global marine fishing gear use: Catches and landed values by gear type and sector. *Fisheries Research*, 206: 57–64. (also available at https://www.researchgate.net/publication/325106620_Reconstructing_global_marine_fishing_gear_use_Catches_and_landed_values_by_gear_type_and_sector).
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC).** 2020a. *One Health* [online]. Website. [Cited 29 October 2020]. Atlanta, GA. <https://www.cdc.gov/onehealth/index.html>.
- CDC.** 2020b. *Food and Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)* [online]. Webpage. [Cited 29 October 2020]. Atlanta, GA. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/daily-life-coping/food-and-COVID-19.html>.
- Charlton, K.E., Russell, J., Gorman, E., Hanich, Q., Delisle, A., Campbell, B. & Bell, J.** 2016. Fish, food security and health in Pacific Island countries and territories: a systematic literature review. *BMC Public Health*, 16: 285 (also available at <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4806432/>).
- Christensen, V., de la Puente, S., Sueiro, J.C., Steenbeek, J. & Majluf, P.** 2014. Valuing seafood: The Peruvian fisheries sector. *Marine Policy*, 44: 302–311. (also available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X13002194>).
- Committee on World Food Security (CFS).** 2014. *Sustainable fisheries and aquaculture for food security and nutrition: Policy recommendations*. Rome. (also available at <http://www.fao.org/3/a-av032e.pdf>).
- Corsi, A., Englberger, L., Flores, R., Lorens, A. and Fitzgerald, M.H.** 2008. A participatory assessment of dietary patterns and food behavior in Pohnpei, Federated States of Micronesia. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 17(2): 309–316. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18586653/>).

- Costello, C., Cao, L., Gelcich, S., Cisneros, M.A., Free, C.M., Froehlich, H.E., Galarza, E. et al.** 2019. *The Future of Food from the Sea*. Washington, DC: World Resources Institute for the High Level Panel for a Sustainable Ocean Economy. (also available at https://oceanpanel.org/sites/default/files/2019-11/19_HLP_BP1%20Paper.pdf).
- Crookston, B.T., Schott, W., Cueto, S., Dearden, K.A., Engle, P., Georgiadis, A., Lundeen, E.A., Penny, M.E., Stein, A.D. & Behrman, J.R.** 2013. Postinfancy growth, schooling, and cognitive achievement: young lives. *American Journal of Clinical Nutrition*, 98(6): 1555–1563. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24067665/>).
- Dancause, K.N., Vilar, M., Wilson, M., Soloway, L.E., DeHuff, C., Chan, C., Tarivonda, L., Regenvanu, R., Kaneko, A., Lum, J.K. & Garruto, R.M.** 2013. Behavioral risk factors for obesity during health transition in Vanuatu, South Pacific. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 21(1): E98–E104. (also available at <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3605745/>).
- Development Initiatives.** 2018a. *Global Nutrition Report 2018: Shining a light to spur action on nutrition*. Bristol, UK. (also available at https://www.who.int/nutrition/globalnutritionreport/2018_Global_Nutrition_Report.pdf).
- Development Initiatives.** 2018b. *Papua New Guinea: The burden of malnutrition at a glance* [online]. Global Nutrition Report section. Bristol, UK. [Last accessed 14 December 2020]. <https://globalnutritionreport.org/resources/nutrition-profiles/oceania/melanesia/papua-new-guinea/>.
- Diei-Ouadi, Y., Komivi Sodoke, B., Ouedraogo, Y., Adjoa Oduro, F., Bokobosso, K. & Rosenthal, I.** 2015. *Strengthening the performance of post-harvest systems and regional trade in small-scale fisheries: Case study of post-harvest loss reduction in the Volta Basin riparian countries*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1105. Rome: FAO. (also available at <http://www.fao.org/3/a-i5141e.pdf>).
- Duarte, C.M., Holmer, M. & Olsen, Y.** 2009. Will the oceans help feed humanity? *BioScience*, 59(11): 967–976. (also available at <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.8>).
- Dwivedi, S.L., Lammerts van Bueren, E.T., Ceccarelli, S., Grando, S., Upadhyaya, H.D. & Ortiz, R.** 2017. Diversifying Food Systems in the Pursuit of Sustainable Food Production and Healthy Diets. *Trends in Plant Science*, 22(10): 842–856. (also available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1360138517301346>).
- Drewnowski, A.** 2020. Analysing the affordability of the EAT–Lancet diet. *The Lancet Global Health*, 8(1): E6–E7. (also available at [https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X\(19\)30502-9/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X(19)30502-9/fulltext)).
- Edwards, P.** 2015. Aquaculture environment interactions: Past, present and likely future trends. *Aquaculture*, 447: 2–14. (also available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848615000605>).
- Eriksson, H., Robinson, G., Slater, M.J. & Troell, M.** 2011. Sea Cucumber Aquaculture in the Western Indian Ocean: Challenges for Sustainable Livelihood and Stock Improvement. *AMBIO*, 41(2): 109–121.
- Essington, T.E., Beaudreau, A.H. & Wiedenmann, J.** 2006. Fishing through marine food webs. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 103(9): 3171–3175. (also available at <https://www.pnas.org/content/103/9/3171>).
- European Food Safety Authority (EFSA) Scientific Committee.** 2015. Statement on the benefits of fish/seafood consumption compared to the risks of methylmercury in fish/seafood. *EFSA Journal*, 13(1): 3982. (also available at <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/j.efsa.2015.3982>).
- EFSA.** 2010. Scientific opinion on risk assessment of parasites in fishery products. *EFSA Journal*, 8(4): 1543. (also available at <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2010.1543>).
- EFSA.** 2014. Scientific Opinion on Health Benefits of Seafood (fish and shellfish) consumption in relation to health risks associated with exposure to methylmercury. *EFSA Journal*, 12(7): 3761. (also available at <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3761>).

Englberger, L., Kuhnlein, H.V., Lorens, A., Pedrus, P., Alberg, K., Currie, J., Pretrick, M., Jim, R. & Kaufer, L. 2010. Pohnpei, FSM case study in a global health project documents its local food resources and successfully promotes local food for health. *Pacific Health Dialog*, 16(1): 129–136.

European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products (EUMOFA). 2019. *The EU Fish Market: 2019 Edition*. Brussels: European Commission, Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries. (also available at: https://www.eumofa.eu/documents/20178/314856/EN_The+EU+fish+market_2019.pdf/).

EUMOFA. 2017. *EU Consumer Habits Regarding Fishery and Aquaculture Products: Annex 1, Mapping and Analysis of Existing Studies on Consumer Habits*. Brussels: European Commission, Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries. (also available at <https://www.eumofa.eu/documents/20178/84590/Annex+1+-+Mapping+of+studies.pdf>).

FAO. 2011. *Food-based dietary guidelines – Sri Lanka* [online]. Rome. <http://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/regions/countries/sri-lanka/en/>.

FAO. 2012a. *Food-based dietary guidelines – Philippines* [online]. Rome. <http://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/regions/countries/philippines/en/>.

FAO. 2012b. *Sustainable diets and biodiversity: Directions and solutions for policy, research and action*. Proceedings of the International Scientific Symposium Biodiversity and Sustainable Diets United Against Hunger, 3–5 November 2010. Rome. (also available at <http://www.fao.org/3/a-i3004e.pdf>).

FAO. 2013a. *Food-based dietary guidelines – Denmark* [online]. Rome. <http://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/regions/countries/denmark/en/>.

FAO. 2013b. *Food-based dietary guidelines – Lebanon* [online]. Rome. <http://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/regions/countries/lebanon/en/>.

FAO. 2013c. *Food-based dietary guidelines – Australia* [online]. Rome. <http://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/regions/countries/australia/en/>.

FAO. 2015a. *Food-based dietary guidelines – Benin* [online]. Rome. <http://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/regions/countries/benin/en/>.

FAO. 2015b. *Food-based dietary guidelines – Argentina* [online]. Rome. <http://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/regions/countries/argentina/en/>.

FAO. 2015c. *The role of women in the seafood industry*. GLOBEFISH Research Programme, Vol. 119. (also available at <http://www.fao.org/3/a-bc014e.pdf>).

FAO. 2017a. *Microplastics in fisheries and aquaculture*. Fisheries and Aquaculture Technical Paper 615. Rome. (also available at <http://www.fao.org/3/a-i7677e.pdf>).

FAO. 2017b. *Case studies on fish loss assessment of small-scale fisheries in Indonesia*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1129. Rome. (also available at <http://www.fao.org/3/a-i6282e.pdf>).

FAO. 2017c. *FAO/INFOODS Global Food Composition Database for Fish and Shellfish: Data for policy* [online]. Blog. Agricultural Information Management Standards Portal (AIMS), 7 June 2017. Rome. <http://aims.fao.org/activity/blog/faoinfoods-global-food-composition-database-fish-and-shellfish-data-policy>.

FAO. 2018a. *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*. Rome. (also available at <http://www.fao.org/3/i9705en/i9705en.pdf>).

FAO. 2018b. *Gender and food loss in sustainable food value chains: A guiding note*. Rome. (also available at <http://www.fao.org/3/a-l8620EN.pdf>).

- FAO.** 2018c. *The Global Status of Seaweed Production, Trade and Utilization*. Volume 124. Rome. (also available at <http://www.fao.org/3/CA1121EN/ca1121en.pdf>).
- FAO.** 2018d. *Voluntary Guidelines for Securing Sustainable Small-Scale Fisheries in the Context of Food Security and Poverty Eradication*. San Salvador. (also available at <http://www.fao.org/3/i8347en/i8347EN.pdf>).
- FAO.** 2019a. *Quantifying and mitigating greenhouse gas emissions from global aquaculture*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 626. Rome. (also available at <http://www.fao.org/3/ca7130en/ca7130en.pdf>).
- FAO.** 2020a. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in action*. Rome. (also available at <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9229en>).
- FAO.** 2020b. *Food Safety in the time of COVID-19*. Rome. (available at <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca8623en/>).
- FAO.** 2020c. *FAO Yearbook: Fishery and Aquaculture Statistics 2018*. Rome. (also available at <https://doi.org/10.4060/cb1213t>).
- FAO.** 2020d. *FAO Food Price Index* [online]. Electronic dataset and commentary. Rome. [Last accessed 14 December 2020]. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/en/>.
- FAO.** 2020e. How is COVID-19 affecting the fisheries and aquaculture food systems. Rome. (also available at <http://www.fao.org/3/ca8637en/CA8637EN.pdf>).
- FAO & ILO.** 2020. *Guide to improved dried shrimp production*. Rome: FAO. (also available at <https://doi.org/10.4060/ca8928en>).
- FAO & WHO.** 2009. *Code of Practice for Fish and Fishery Products*. CAC/RCP 52-2003. Rome: Codex Alimentarius Commission. (also available at <http://www.fao.org/3/a1553e/a1553e00.pdf>).
- FAO & WHO.** 2011a. *Risk assessment of Vibrio parahaemolyticus in seafood*. Interpretative summary and technical report. Microbiological Risk Assessment Series No. 16. Rome. (also available at <http://www.fao.org/3/a-i2225e.pdf>).
- FAO & WHO.** 2011b. *Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption*. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 978. Rome. (also available at <http://www.fao.org/3/ba0136e/ba0136e00.pdf>).
- FAO & WHO.** 2019a. *Sustainable healthy diets: Guiding principles*. Rome. (also available at <http://www.fao.org/3/ca6640en/ca6640en.pdf>).
- FAO & WHO.** 2020. *Report of the Expert Meeting on Ciguatera Poisoning, Rome, 19–23 November 2018*. Food Safety and Quality Series No. 9. Rome. (also available at <https://doi.org/10.4060/ca8817en>).
- FAO, USAID & FHI 360.** 2016. *Minimum Dietary Diversity for Women: A Guide to Measurement*. Rome: FAO. (also available at <http://www.fao.org/3/a-i5486e.pdf>).
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO.** 2020. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2020: Transforming food systems for affordable healthy diets*. Rome: FAO. (also available at <https://doi.org/10.4060/ca9692en>).
- Feedback.** 2020. *Off the menu: The Scottish salmon industry's failure to deliver sustainable nutrition*. London. (also available at https://feedbackglobal.org/wp-content/uploads/2020/06/Feedback_Off-the-Menu_June-2020_LoRes.pdf).
- Fiedler, J.L., Lividini, K., Drummond, E. & Thilsted, S.H.** 2016. Strengthening the contribution of aquaculture to food and nutrition security: The potential of a vitamin A-rich, small fish in Bangladesh. *Aquaculture*, 452: 291–303. (also available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848615302325?via%3Dihub>).
- Fiorella, K.J., Milner, E.M., Bukusi, E. & Fernald, L.C.H.** 2018. Quantity and species of fish consumed shape breast-milk fatty acid concentrations around Lake Victoria, Kenya. *Public Health Nutrition*, 12(4): 777–784. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29173215/>).
- Fluet-Chouinard, E., Funge-Smith, S. & McIntyre, P.B.** 2018. Global hidden harvest of freshwater fish revealed by household surveys. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(29): 7623–7628. (also available at <https://www.pnas.org/content/115/29/7623>).

- Freed, S., Barman, B., Dubois, M., Flor, R.J., Funge-Smith, S., Gregory, R., Buyung, H. et al.** 2020a. Maintaining diversity of integrated rice and fish production confers adaptability of food systems to global change. Provisionally accepted. *Frontiers in Sustainable Food Systems*.
- Freed, S., Kura, Y., Sean, V., Mith, S., Cohen, P., Kim, M., Thay, S. & Chhy, S.** 2020b. Rice Field Fisheries: Wild Aquatic Species Diversity, Food Provision Services and Contribution to Inland Fisheries. *Fisheries Research*, 229: 105615. (also available at <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105615>).
- Freon, P., Sueiro, J.C., Iriarte, F., Miro Evar, O.F., Landa, Y., Mittaine, J.-F. & Bouchon, M.** 2013. Harvesting for food versus feed: a review of Peruvian fisheries in a global context. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 24: 381–398.
- Fry, J.P., Love, D.C., MacDonald, G.K., West, P.C., Engstrom, P.M., Nachman, K.E. & Lawrence, R.S.** 2016. Environmental health impacts of feeding crops to farmed fish. *Environment International*, 91: 201–214. (also available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412016300587#bb0395>).
- Garrido Gamarro, E., Ryder, J., Elvevoll, E.O. & Olsen, R.L.** 2020. Microplastics in Fish and Shellfish – A Threat to Seafood Safety? *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 29(2): 1–9. (also available at <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10498850.2020.1739793>).
- Genschick, S., Marinda, P., Tembo, G., Kaminski, A.M. & Thilsted, S.H.** 2018 Fish consumption in urban Lusaka: The need for aquaculture to improve targeting of the poor. *Aquaculture*, 492: 280–289.
- Georgiadis, A. & Penny, M.E.** 2017. Child undernutrition: opportunities beyond the first 1000 days. *The Lancet Public Health*, 2(9): E399. (also available at <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2468-2667%2817%2930154-8>).
- Global FoodBanking Network (GFN).** 2020. *Q&A: Rise Against Hunger Philippines Responds to a Never Seen Before Crisis* [online], 28 May 2020. Blog. Chicago, IL. <https://www.foodbanking.org/qa-rise-against-hunger-philippines-responds-to-a-never-seen-before-crisis/>.
- Gibson, E., Stacey, N., Sunderland, T.C.H. & Adhuri, D.S.** 2020. Dietary diversity and fish consumption of mothers and their children in fisher households in Komodo District, eastern Indonesia. *PLoS ONE*, 15(4): e0230777. (also available at <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230777>).
- Gilman, E., Kobayashi, D., Swenarton, T., Brothers, N., Dalzell, P. & Kinan-Kelly, I.** 2007. Reducing sea turtle interactions in the Hawaii-based longline swordfish fishery. *Biological Conservation*, 139(1–2): 19–28.
- Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition (Global Panel).** Forthcoming. *Harnessing aquaculture for healthy diets*. London (also available at <https://www.glopan.org/resources-documents/harnessing-aquaculture-for-healthy-diets/>).
- Glover-Amengor, M., Ottah Atikpo, M.A., Abbey, L.D., Hagan, L., Ayin, J. & Toppe, J.** 2012. Proximate Composition and Consumer Acceptability of Three Underutilized Fish Species and Tuna Frames. *World Rural Observations*, 4(2): 65–70. (also available at https://www.researchgate.net/publication/280641317_Proximate_Composition_and_Consumer_Acceptability_of_Three_Underutilised_Fish_Species_and_Tuna_Frames/link/55c9e2bb08aeb9756748f135/download).
- Golden, C.D., Allison, E.H., Cheung, W.W.L., Dey, M.M., Halpern, B.S., McCauley, D.J., Smith, M., Vaitla, B., Zeller, D. & Myers, S.S.** 2016. Nutrition: Fall in fish catch threatens human health. *Nature*, 534(7607): 317–320. (also available at <https://www.nature.com/news/nutrition-fall-in-fish-catch-threatens-human-health-1.20074>).
- Gough, C.L.A., Dewar, K.M., Godley, B.J., Katrina, M., Zafindranosy, E. & Broderick, A.C.** 2020. Evidence of Overfishing in Small-Scale Fisheries in Madagascar. *Frontiers in Marine Science*, 7: 317. (also available at <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00317>).
- Government of New Zealand.** 2017. *Understanding Mussel Consumption: A Case Study of the United States and France*. Wellington: Ministry for Primary Industries and New Zealand Trade & Enterprise. (also available at <https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/31032/direct>).

- Greenpeace International.** 2019. *A Waste of Fish: Food Security Under Threat from the Fishmeal and Fish Oil Industry in West Africa*. Amsterdam, the Netherlands. (also available from <https://www.greenpeace.org/international/publication/22489/waste-of-fish-report-west-africa/>).
- Gu, J.P. & Lin, Q.L.** 1985. Medicinal value of jellyfish. *Chinese Journal of Marine Drugs*, 4: 47–48.
- Hallström, E., Bergman, K., Mifflin, K., Parker, R., Tyedmers, P., Troell, M. & Ziegler, F.** 2019. Combined climate and nutritional performance of seafoods. *Journal of Cleaner Production*, 230: 402–411. (also available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619313162>).
- Handeland, K., Skotheim, S., Baste, V., Graff, I.E., Frøyland, L., Lie, Ø., Kjellevoid, M., Markhus, M.W., Stormark, K.M., Øyen, J. & Dahl, L.** 2018. The effects of fatty fish intake on adolescents' nutritional status and associations with attention performance: Results from the FINS-TEENS randomized controlled trial. *Nutritional Journal*, 17(1): 30. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29475446/>).
- Handeland, K., Øyen, J., Skotheim, S., Graff, I.E., Baste, V., Kjellevoid, M., Frøyland, L., Lie, Ø., Dahl, L. & Stormark, K.M.** 2017. Fatty fish intake and attention performance in 14–15 year old adolescents: FINS-TEENS – a randomized controlled trial. *Nutrition Journal*, 16(1): 64. (also available at <https://nutritionj.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12937-017-0287-9>).
- Hanna, D.E.L., Solomon, C.T., Poste, A.E, Buck, D.G. & Chapman, L.J.** 2015. A review of mercury concentrations in freshwater fishes of Africa: Patterns and predictors. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 34(2): 215–223. (also available at <https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/etc.2818>).
- Hansen, M., Thilsted, S.H., Sandström, B., Kongsbak, K., Larsen, T., Jensen, M. & Sørensen, S.S.** 1998. Calcium absorption from small soft-boned fish. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 12(3): 148–154.
- Harper, S. & Sumaila, U.R.** 2019. *Distributional impacts of fisheries subsidies and their reform: Case studies of Senegal and Vietnam*. IIED Working Paper. London: International Institute for Environment and Development. (also available at <http://pubs.iied.org/16655IIED>).
- Helsedirektoratet.** 2020. *Utviklingen i norsk kosthold: 2020*. Report No. IS-2963, short version. Oslo. (also available at <https://www.helsedirektoratet.no/rapporter/utviklingen-i-norsk-kosthold>).
- Henley, P.** 2020. COVID-19 and One Health: shifting the paradigm in how we think about health. *JBI Evidence Synthesis*, 18(6): 1154–1155. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32813370/>).
- Hibbeln, J.R., Niemenen, L.R.G., Blasbalg, T.L., Riggs, J.A. & Lands, W.E.M.** 2006. Healthy intakes of n-3 and n-6 fatty acids: estimations considering worldwide diversity. *American Journal of Clinical Nutrition*, 83(6 Suppl): 1483S–1493S. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16841858/>).
- Hibbeln, J.R., Spiller, P., Brenna, J.T., Golding, J., Holub, B.J., Harris, W.S. et al.** 2019. Relationships between seafood consumption during pregnancy and childhood and neurocognitive development: Two systematic reviews. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 151: 14–36. (also available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0952327819301929>).
- Hicks, C.C., Cohen, P.J., Graham, N.A.J., Nash, K.L., Allison, E.H., D'Lima, C., Mills, D.J., Roscher, M., Thilsted, S.H., Thorne-Lyman, A.L. & MacNeil, M.A.** 2019. Harnessing global fisheries to tackle micronutrient deficiencies. *Nature*, 574(7776): 95–98.
- Hilborn, R., Banobi, J., Hall, S.J., Pucylowski, T. & Walsworth, T.E.** 2018. The environmental cost of animal source foods. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 16(6): 329–335. (also available at <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fee.1822>).

- Hirvonen, K., Bai, Y., Headey, D. & Masters, W.A.** 2019. Cost and Affordability of the EAT–Lancet Diet in 159 Countries. *Preprints with The Lancet* [online], 17 June 2019. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3405576.
- High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition (HLPE).** 2014. *Sustainable fisheries and aquaculture for food security and nutrition*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security (CFS). Rome. (also available at <http://www.fao.org/3/a-i3844e.pdf>).
- HLPE.** 2017. *Nutrition and Food Systems*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security (CFS). Rome. (also available at http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/hlpe/hlpe_documents/HLPE_Reports/HLPE-Report-12_EN.pdf).
- HLPE.** 2020. *Food security and nutrition: Building a global narrative towards 2030*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome. (also available at <http://www.fao.org/right-to-food/resources/resources-detail/en/c/1295540/>).
- Hsieh, Y. & Rudloe, J.** 1994. Potential of utilizing jellyfish as food in western countries. *Trends in Food Science & Technology*, 5(7): 225–229.
- Huss, H.H., Reilly, A. & Karim Ben Embarek, P.** 2000. Prevention and control of hazards in seafood. *Food Control*, 11(2): 149–156. (also available at [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(99\)00087-0](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(99)00087-0)).
- International Labour Organization (ILO) & Norwegian Agency for Development Cooperation (NORAD).** 2016. *Processed Seafood and Mariculture Value Chain Analysis and Upgrading Strategy*. Yangon. (also available at http://ilo.ch/empent/areas/WCMS_553134/lang-en/index.htm).
- Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare (ISMEA).** 2009. *Compendio statistico del settore ittico*. Rome. (also available at http://www.ismea.it/flex/files/D.6701ed0bd8fdc0fc755b/Compendio_statistico_del_settore_ittico.pdf).
- Jennings, S., Stentiford, G.D., Leocadio, A.M., Jeffrey, K.R., Metcalfe, J.D., Katsiadaki, I. et al.** 2016. Aquatic food security: insights into challenges and solutions from an analysis of interactions between fisheries, aquaculture, food safety, human health, fish and human welfare, economy and environment. *Fish and Fisheries*, 17(4): 893–938. (also available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/faf.12152>).
- Johnson, D., Thilsted, S.H. & Belton, B.** 2020. Dried fish in a COVID-19 world. *The Fish Tank* [online], 19 May 2020. <http://blog.worldfishcenter.org/2020/05/dried-fish-in-a-covid-19-world/>.
- Kawarazuka, N. & Béné, C.** 2011. The potential role of small fish species in improving micronutrient deficiencies in developing countries: Building evidence. *Public Health Nutrition*, 14(11): 1927–1938. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21729489/#:~:text=Results%3A%20The%20evidence%20collected%20confirmed,animal%2Dsource%20foods%20and%20vegetables>).
- Kerrigan, D. & Suckling, C.C.** 2016. A meta-analysis of integrated multitrophic aquaculture: extractive species growth is most successful within close proximity to open-water fish farms. *Reviews in Aquaculture*, 10(3): 560–572. (also available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/raq.12186>).
- Kim, B.F., Santo, R.E., Scatterday, A.P., Fry, J.P., Synk, C.M., Cebon, S.R. et al.** 2019. Country-specific dietary shifts to mitigate climate and water crises. *Global Environmental Change*, 62(101926). (also available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378018306101>).
- Kim, J.L., Winkvist, A., Aberg, M.A.I., Aberg, N., Sundberg, R., Toren, K. & Brisman, J.** 2009. Fish Consumption and School Grades in Swedish Adolescents: A study of the Large General Population. *Acta Paediatrica*, 99(1): 72–77.
- King, I., Childs, M.T., Dorsett, C., Ostrander, J.G. & Monsen, E.R.** 1990. Shellfish: proximate composition, minerals, fatty acids, and sterols. *Journal of the American Dietetic Association*, 90(5): 677–685. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2335682/>).

- King, N. & Lake, R.** 2012. Bivalve Shellfish Harvesting and Consumption in New Zealand, 2011: Data for Exposure Assessment. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 47 (1): 62–72. (also available at: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00288330.2012.744319>).
- Kingdom of Cambodia.** 2014. *National Strategy for Food Security and Nutrition (NSFSN 2014–2018)*. Phnom Penh: Council for Agricultural and Rural Development (CARD) and Technical Working Group for Social Protection and Food Security Nutrition (TWG-SP&FSN). (also available at <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/cam152935.pdf>).
- Kolding, J. & van Zweiten, P.A.M.** 2014. Sustainable fishing of inland waters. *Journal of Limnology*, 73(sl): 132–148. (also available at https://www.researchgate.net/publication/262179780_Sustainable_fishing_of_inland_waters).
- Kolding, J., van Zwieten, P.A.M., Marttin, F., Funge-Smith, S. & Poulain, F.** 2019. *Freshwater small pelagic fish and fisheries in major African lakes and reservoirs in relation to food security and nutrition*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 642. Rome. (also available at <http://www.fao.org/documents/card/en/c/CA0843EN/>).
- Kranz, S., Jones, N.R.V. & Monsivais, P.** 2017. Intake Levels of Fish in the UK Paediatric Population. *Nutrients*, 9(4): 392. (also available at <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5409731/>).
- Kreeger, D.A., Gatenby, C.M. & Bergstrom, P.W.** 2018. Restoration Potential of Several Native Species of Bivalve Molluscs for Water Quality Improvement in Mid-Atlantic Watersheds. *Journal of Shellfish Research*, 37(5): 1121–1157.
- Kruijssen, F., Tedesco, I., Ward, A., Pincus, L., Love, D. & Thorne-Lyman, A.** 2020. Loss and Waste in Fish Value Chains: A Review of the Evidence from Low and Middle-Income Countries. *Global Food Security*, 26: 100434. (also available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211912420300882>).
- Landrigan, P.J., Stegeman, J.J., Fleming, L.E., Allemand, D., Anderson, D.M., Backer, L.C. et al.** 2020. Human Health and Ocean Pollution. *Annals of Global Health*, 86(1): 151. (also available at <https://www.annalsofglobalhealth.org/articles/10.5334/aogh.2831/>).
- Lazarus, J.H.** 2015. The importance of iodine in public health. *Environmental Geochemistry and Health*, 37(4): 605–618. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25663362/>).
- Liaset, B., Øyen, J., Jacques, H., Kristiansen, K. & Madsen, L.** 2019. Seafood intake and the development of obesity, insulin resistance and type 2 diabetes. *Nutrition Research Reviews*, 32(1): 146–167. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30728086/>).
- Lim, S.S., Vos, T., Flaxman, A.D., Danaei, G., Shibuya, K., Adair-Rohani, H., Amann, M. et al.** 2012. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*, 380(9859): 2224–2260. (also available at [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(12\)61766-8/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(12)61766-8/fulltext)).
- Limbu, S.M., Shoko, A.P., Lamtane, H.A., Kische-Machumu, M.A., Joram, M.C., Mbonde, A.S., Mgana, H.F. & Mgaya, Y.D.** 2016. Fish polyculture system integrated with vegetable farming improves yield and economic benefits of small-scale farmers. *Aquaculture Research*, 48(7): 3631–3644.
- Longley, C., Thilsted, S.H., Beveridge, M., Cole, S., Nyirenda, D.B., Heck, S. & Hother, A.L.** 2014. The Role of Fish in the First 1,000 Days in Zambia. *Institute of Development Studies (IDS) Bulletin*, September: 27–37. Brighton, UK. (also available at <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1011.6096&rep=rep1&type=pdf>).
- Lopez-Santamarina, A., Miranda, J.M., Del Carmen Mondragon, A., Lamas, A., Cardelle-Cobas, A., Franco, C.M. & Cepeda, A.** 2020. Potential Use of Marine Seaweeds as Prebiotics: A Review. *Molecules*, 25(4): 1004. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32102343/>).
- Loreau, M. & de Mazancourt, C.** 2013. Biodiversity and ecosystem stability: a synthesis of underlying mechanisms. *Ecology Letters*, 16(S1): 106–115. (also available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ele.12073>).

- Love, D.C., Allison, E.H., Asche, F., Belton, B., Cottrell, R., Froehlich, H.E. et al.** 2020. Emerging COVID-19 impacts, responses, and lessons for building resilience in the seafood system. *SocArXiv*, 27 June 2020. (also available at <https://fish.cgiar.org/publications/emerging-covid-19-impacts-responses-and-lessons-building-resilience-seafood-system>).
- Lloyd's Register Foundation.** 2020. *Seaweed Revolution: A manifesto for a sustainable future*. London. (also available at <https://ungc-communications-assets.s3.amazonaws.com/docs/publications/The-Seaweed-Manifesto.pdf>).
- Mackenzie, J.S. & Jeggo, M.** 2019. The One Health approach – why is it so important? *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 4(2): 88. (also available at <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6630404/>).
- MacLeod, M., Hasan, M.R., Robb, D.H.F. & Mamun-Ur-Rashid, M.** 2019. *Quantifying and mitigating greenhouse gas emissions from global aquaculture*. Rome: FAO. (also available at <http://www.fao.org/3/ca7130en/ca7130en.pdf>).
- Majluf, P., De la Puente, S. & Christensen, V.** 2017. The little fish that can feed the world. *Fish and Fisheries*, 18(4): 772–777.
- Mangiduyos, G.** 2020. Filipinos on the margins hurt by COVID-19. UM News [online], 27 May 2020. <https://www.umnews.org/en/news/filipinos-on-the-margins-hurt-by-covid-19>.
- Marinda, P.A., Genschick, S., Khayeka-Wandabwa, C., Kiwanuka-Lubinda, R. & Thilsted, S.H.** 2018. Dietary diversity determinants and contribution of fish to maternal and under-five nutritional status in Zambia. *PLoS one*, 13(9): e0204009. (also available at <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204009>).
- Marwaha N, Beveridge MCM, Phillips MJ et al.** 2020. Alternative seafood: Assessing food, nutrition and livelihood futures of plant-based and cell-based seafood. Penang, Malaysia: WorldFish. Program Report: 2020-42. (also available at <https://www.worldfishcenter.org/content/alternative-seafood-assessing-food-nutrition-and-livelihood-futures-plant-based-and-cell>).
- Matanjan, P., Mohamed, S., Mustapha, N.M. & Muhummad, K.** 2009. Nutrient content of tropical edible seaweeds, *Eucheuma cottonii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*. *Journal of Applied Phycology*, 21(1): 75–80. (also available at <https://www.semanticscholar.org/paper/Nutrient-content-of-tropical-edible-seaweeds%2C-and-Matanjan-Mohamed/e59ba76a2ddb37b1ce39c6c663d1c386af5a1ea8>).
- Mathijs, E., Stals, A., Baert, L., Botteldoorn, N., Denayer, S., Mauroy, A., Scipioni, A. et al.** 2012. A Review of Known and Hypothetical Transmission Routes for Noroviruses. *Food and Environmental Virology*, 4(4): 131–152. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23412887/>).
- Mohammed, E.Y., Steinbach, D. & Steele, P.** 2018. Fiscal reforms for sustainable marine fisheries governance: Delivering the SDGs and ensuring no one is left behind. *Marine Policy*, 93: 262–270. (also available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X17301574>).
- Monfort, M.-C.** 2014. *The European Market for Mussels*. GlobeFish Research Programme, Volume 115. Rome. (also available at <http://www.fao.org/3/a-bb218e.pdf>).
- Morais, T., Inácio, A., Coutinho, C., Ministro, M., Cotas, J., Pereira, L. & Bahcevandziev, K.** 2020. Seaweed Potential in the Animal Feed: A Review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(8): 559. (also available at <https://www.mdpi.com/2077-1312/8/8/559>).
- Moxness Reksten, A., Correia Victor, A.M.J., Neves, E.B.N., Christiansen, S.M., Ahern, M., Uzomah, A., Lundebye, A.-K., Kolding, J. & Kjellevoid, M.** 2020. Nutrient and Chemical Contaminant Levels in Five Marine Fish Species from Angola-The EAF-Nansen Programme. *Foods*, 9(5): 629. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32422957/>).
- Mozaffarian, D. & Rimm, E.B.** 2006. Fish intake, contaminants, and human health: evaluating the risks and the benefits. *Journal of the American Medical Association (JAMA)*, 296(15): 1885-1899. Erratum in 2007: *JAMA*, 297(6): 590. (also available at <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/203640>).
- Mutter, R.** 2020. Here are America's most-consumed seafood species. *IntraFish Markets* [online], 24 February 2020. <https://www.intrafish.com/markets/here-are-americas-most-consumed-seafood-species/2-1-760884>.

- Nettleton, J.A. & Exler, J.** 1992. Nutrients in Wild and Farmed Fish and Shellfish. *Journal of Food Science*, 57(2): 257–260. (also available at https://www.researchgate.net/publication/227788215_Nutrients_in_Wild_and_Farmed_Fish_and_Shellfish).
- Neumann, C.G., Murphy, S.P., Gewa, C., Grillenberger, M. & Bwibo, N.O.** 2007. Meat Supplementation Improves Growth, Cognitive, and Behavioral Outcomes in Kenyan Children. *Journal of Nutrition*, 137(4): 1119–1123. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17374691/>).
- Neumann, C.G., Bwibo, N.O., Murphy, S.P., Sigman, M., Whaley, S., Allen, L.H., Guthrie, D., Weiss, R.E. & Demment, M.W.** 2003. Animal source foods improve dietary quality, micronutrient status, growth and cognitive function in Kenyan school children: background, study design and baseline findings. *Journal of Nutrition*, 133(11 Suppl. 2): 3941S–4399S. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14672294/>).
- Ng'ong'ola-Manani, T., Chauluka, S., Mwanza, P. & Nagoli, J.** 2020. *Post-Harvest Practices, Quality and Nutrient Composition of Fish Species Sold in Local Markets in Chitipa*. Presentation to LUANAR/WorldFish project annual meeting, Lilongwe, Malawi, 28 February 2020. Mimeo.
- National Health Service (NHS).** 2018. Fish and Shellfish: Eat Well [online]. London. [Last accessed 14 December 2020]. <https://www.nhs.uk/live-well/eat-well/fish-and-shellfish-nutrition/#:~:text=That%27s%20because%20fish%20and%20shellfish,diet%2C%20including%20more%20oily%20fish>.
- New Zealand Trade & Enterprise (NZTE).** 2017. Understanding Mussel Consumption: A Case Study of the United States and France. Wellington: New Zealand Ministry for Primary Industries. (also available at <https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/31032/direct>).
- Norwegian Seafood Council.** 2020. *Only 2 in 10 children eat enough seafood* [online], 16 November 2020. <https://en.seafood.no/news-and-media/news-archive/only-2-in-10-children-eat-enough-seafood/#:~:text=A%20new%20study%20from%20Norway,according%20to%20national%20dietary%20guidelines.&text=A%202018%20study%20from%20the,year%20on%20year%20since%202007>.
- Olsen, Y.** 2015. How can mariculture better help feed humanity? *Frontiers in Marine Science*, 2: 46. (also available at <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2015.00046/full>).
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) & FAO.** 2020. Chapter 8: Fish. In *OECD-FAO Agricultural Outlook 2020–2029*. Paris. (also available at <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/4dd9b3d0-en/index.html?itemId=/content/component/4dd9b3d0-en>).
- Ong, M.M., Ong, R.M., Reyes, G.K. & Sumpaico-Tanchanco, L.B.** 2020. Addressing the COVID-19 Nutrition Crisis in Vulnerable Communities: Applying a Primary Care Perspective. *Journal of Primary Care & Community Health*, 11: 2150132720946951. (also available at <https://doi.org/10.1177/2150132720946951>).
- Parfitt, J., Barthel, M. & Macnaughton, S.** 2010. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554): 3065–3081. (also available at <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2010.0126>).
- Perry, R.I. & Sumaila, U.R.** 2007. Marine Ecosystem Variability and Human Community Responses: The Example of Ghana, West Africa. *Marine Policy*, 31(2): 125–134.
- Pauly, D.** 1979. *Theory and Management of Tropical Multi-Species Stocks: A Review, with Emphasis on the Southeast Asian Demersal Fisheries*. ICLARM Studies and Review No. 1. Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management. (also available at <https://www.worldfishcenter.org/content/theory-and-management-tropical-multispecies-stocks-review-emphasis-southeast-asian-demersal>).
- Pihlajamäki, M., Asikainen, A., Ignatius, S., Haaspasaari, P. & Tuomisto, J.T.** 2019. Forage Fish as Food: Consumer Perceptions on Baltic Herring. *Sustainability*, 11(16): 4298. (also available at <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/16/4298/htm>).

- Popkin, B.M.** 2014. Nutrition, agriculture and the global food system in low and middle income countries. *Food Policy*, 47: 91–96. (also available at <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4053196/>).
- Popova, E., Vousden, D., Sauer, W.H.H., Mohammed, E.Y., Allain, V., Downey-Breidt, N. et al.** 2019. Ecological connectivity between the areas beyond national jurisdiction and coastal waters: Safeguarding interests of coastal communities in developing countries. *Marine Policy*, 104: 90–102. (also available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X19300764>).
- Purcell, S.W., Ngaluafe, P., Foale, S.J., Cocks, N., Cullis, B.R. & Lalavanua, W.** 2016. Multiple Factors Affect Socioeconomics and Wellbeing of Artisanal Sea Cucumber Fishers. *PLoS ONE*, 11(12): e0165633. (also available at <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0165633>).
- Raposo, A., Coimbra, A., Amaral, L., Gonçalves, A. & Morais, Z.** 2018. Eating jellyfish: Safety, chemical and sensory properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(10): 3973–3981. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29384596/>).
- Rebours, C., Marinho-Soriano, E., Zertuche-González, J.A., Hayashi, L., Vásquez, J.A., Kradolfer, P., Soriano, G. et al.** 2014. Seaweeds: an opportunity for wealth and sustainable livelihood for coastal communities. *Journal of Applied Phycology*: 26: 1939–1951. (also available at <https://doi.org/10.1007/s10811-014-0304-8>).
- Rey, A.** 2020. Food Security Frontliners: Coronavirus lockdown pushes farmers, fisherfolk into deeper poverty. *Rappler* [online], 1 May 2020. <https://www.rappler.com/newsbreak/in-depth/coronavirus-lockdown-farmers-fisherfolk-poverty>.
- Roos, N.** 2001. *Fish consumption and aquaculture in rural Bangladesh: nutritional contribution and production potential of culturing small indigenous fish species (SIS) in pond polyculture with commonly cultured carps*. Doctoral thesis. Frederiksberg, Denmark: Research Department of Human Nutrition, The Royal Veterinary and Agricultural University. Mimeo.
- Roos, N., Wahab, M.A. Hossain, M.A., Thilsted, S.H. & Shakuntala, H.** 2007. Linking Human Nutrition and Fisheries: Incorporating Micronutrient-dense, Small Indigenous Fish Species in Carp Polyculture Production in Bangladesh. *Food and Nutrition Bulletin*, 28(2 Suppl): S280–293. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17658074/>).
- Sales, G., Giffoni, B.B., Fiedler, F.N., Azevedo, V.G., Kotas, J.E., Swimmer, Y. & Bugoni, L.** 2010. Circle hook effectiveness for the mitigation of sea turtle bycatch and capture of target species in a Brazilian pelagic longline fishery. *Aquatic Conservation*, 20(4): 428–436. (also available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/aqc.1106>).
- Salaudeen, M.M.** 2013. *Quality Analysis of Dried Cod (Gadus morhua) Heads Along the Value Chain from Iceland to Nigeria*. United Nations University Fisheries Training Programme. (Final project). (also available at <https://www.grocentre.is/static/gro/publication/264/document/mutiat13prf.pdf>).
- Schipanski, M.E., MacDonald, G.K., Rosenzweig, S., Chappell, J., Bennett, E.M., Kerr, R.B., Blesh, J., Crews, T., Drinkwater, L., Lundgren, J.G. & Schnarr, C.** 2016. Realizing Resilient Food Systems. *BioScience*, 66(7): 600–610. (also available at <https://academic.oup.com/bioscience/article/66/7/600/2463250>).
- Schmitt, C.J. & McKee, M.J.** 2016. Concentration trends for lead and calcium-normalized lead in fish fillets from the Big River, a mining-contaminated stream in Southeastern Missouri USA. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 97: 593–600. (also available at <https://pubs.er.usgs.gov/publication/70174062>).
- Sciberras, M., Hiddinck, J.G., Jennings, S., Szostek, C.L., Hughes, K.M., Kneafsey, B., Clarke, L.J. et al.** 2018. Response of benthic fauna to experimental bottom fishing: A global meta-analysis. *Fish and Fisheries*, 19(4): 698–715. (also available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/faf.12283>).
- Selig, E.R., Hole, D.G., Allison, E.H., Arkema, K.K., McKinnon, M.C., Chu, J. et al.** 2018. Mapping Global Human Dependence on Marine Ecosystems. *Conservation Letters*, 12(2): e12617. (also available at <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/conl.12617>).

- Sen, A.** 1981. *Poverty and Famines: An Essay on Entitlement and Deprivation*. Oxford, UK: Clarendon Press.
- Sigh, S., Roos, N., Sok, D., Borg, B., Chamnan, C., Lailou, A., Dijkhuizen, M.A. & Wieringa, F.T.** 2007. Development and Acceptability of Locally Made Fish-Based, Ready-to-Use Products for the Prevention and Treatment of Malnutrition in Cambodia. *Food Nutrition Bulletin*, 39(3): 420–434. (also available at <https://academic.oup.com/nutritionreviews/article/65/12/535/1903132>).
- Sigh, S., Roos, N., Chamnan, C., Lailou, A., Prak, S. & Wieringa, F.T.** 2018. Effectiveness of a Locally Produced, Fish-Based Food Product on Weight Gain among Cambodian Children in the Treatment of Acute Malnutrition: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*, 10(7): 909. (also available at <https://www.mdpi.com/2072-6643/10/7/909>).
- Skau, J.K., Touch, B., Chhoun, C., Chea, M., Unni, U.S., Makurat, J., Filteau, S., et al.** 2015. Effects of animal source food and micronutrient fortification in complementary food products on body composition, iron status, and linear growth: a randomized trial in Cambodia. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 101(4): 742–751. (also available at <https://academic.oup.com/ajcn/article/101/4/742/4564489>).
- Skotheim, S., Handeland, K., Kjellevoid, M., Øyen, J., Frøyland, L., Lie, Ø., Graff, I.E., Baste, V., Stormark, K.M. & Dahl, L.** 2017. The effect of school meals with fatty fish on adolescents' self-reported symptoms for mental health: FINS-TEENS – a randomized controlled intervention trial. *Food & Nutrition Research*, 61(1): 1683818. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29056893/>).
- SmartFish.** n.d. *Enhancing value-chain performance for mud crab in Madagascar*. Smart Fiche 3. Ebene, Mauritius. (also available at <http://www.fao.org/3/a-br806e.pdf>).
- Tan, K., Ma, H., Li, S. & Zheng, H.** 2020. Bivalves as future source of sustainable natural omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Food Chemistry*, 311: 125907. (also available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030881461932045X>).
- Terry, A.L., Herrick, K.A., Afful, J. & Ahluwalia, N.** 2018. Seafood consumption in the United States, 2013–2016. NCHS Data Brief, no 321. Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics. (also available at [https://www.cdc.gov/nchs/products/databriefs/db321.htm#:~:text=In%202013%E2%80%932016%2C%202015,and%20Hispanic%20\(14.5%25\)%20adults](https://www.cdc.gov/nchs/products/databriefs/db321.htm#:~:text=In%202013%E2%80%932016%2C%202015,and%20Hispanic%20(14.5%25)%20adults)).
- Thilsted, S.H.** 2012a. *Improved Management, Increased Culture and Consumption of Small Fish Species Can Improve Diets of the Rural Poor*. Dhaka: The WorldFish Centre. (also available at https://pubs.iclarm.net/resource_centre/WF_3165.pdf).
- Thilsted, S.H.** 2012b. The potential of nutrient-rich small fish species in aquaculture to improve human nutrition and health. In R.P. Subasinghe, J.R. Arthur, D.M. Bartley, S.S. De Silva, M. Halwart, N. Hishamunda, C.V. Mohan & P. Sorgeloos, eds. *Farming the Waters for People and Food*. Proceedings of the Global Conference on Aquaculture 2010. Rome: FAO. (also available at <http://www.fao.org/3/i2734e/i2734e.pdf>).
- Thilsted, S.H.** 2013. Case study 4 – Fish diversity and fish consumption in Bangladesh. In J. Fanzo, D. Hunter, T. Borelli & F. Mattei, eds. *Diversifying Food and Diets*. London and New York: Routledge, pp. 270–282.
- Thilsted, S.H., James, D., Toppe, J., Subasinghe, R. & Karunasagar, I.** 2014. *Maximizing the contribution of fish to human nutrition*. Background paper for the ICN2 Second International Conference on Nutrition. Rome and Geneva, Switzerland: FAO and WHO. (also available at https://www.researchgate.net/publication/272576619_Maximizing_the_contribution_of_fish_to_human_nutrition_Background_paper_ICN2_Second_International_Conference_on_Nutrition).
- Thilsted, S.H., Thorne-Lyman, A., Subasinghe, R., Webb, P., Bogard, J.R., Phillips, M.J. & Allison, E.H.** 2016. Sustaining healthy diets: the role of capture fisheries and aquaculture for improving nutrition in the post-2015 era. *Food Policy*, 61: 126–131. (also available at www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030691921630001X).
- Thompson, B. & Subasinghe, R.** 2011. Aquaculture's role in improving food and nutrition security. In B. Thompson & L. Amoroso, eds. *Combating micronutrient deficiencies: Food-based Approaches*. Rome: FAO. (also available at <http://www.fao.org/3/a-am027e.pdf>).

- Thorne-Lyman, A.L., Valpiani, N., Akter, R., Baten, M.A., Genschick, S., Karim, M. & Thilsted, S.H.** 2017. Fish and Meat Are Often Withheld From the Diets of Infants 6 to 12 Months in Fish-Farming Households in Rural Bangladesh. *Food and Nutrition Bulletin*, 38(3): 354–368. (also available at <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0379572117709417>).
- Tipa, G., Nelson, K., Emery, W., Smith, H. & Phillips, N.** 2010. *A survey of wild kai consumption in the Te Arawa Rohe*. Hamilton, New Zealand: National Institute of Water & Atmospheric Research (also available at https://niwa.co.nz/sites/niwa.co.nz/files/te_arawa_survey_of_wild_kai_consumption.pdf).
- Tlusty, M., Tyedmers, P., Bailey, M., Ziegler, F., Henriksson, P., Béné, C. et al.** 2019. Reframing the sustainable seafood narrative. *Global Environmental Change*. 59: 101991.
- Troell, M., Naylor, R.L., Metian, M., Beveridge, M., Tyedmers, P.H., Folke, C. et al.** 2014. Does aquaculture add resilience to the global food system? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(37): 13257–13263. (also available at <https://www.pnas.org/content/111/37/13257>).
- Troell, M., Jonell, M. & Crona, B.** 2019. *Scoping report: The role of seafood in sustainable and healthy diets: The EAT-Lancet Commission report through a blue lens*. Stockholm: Stockholm Resilience Centre (also available at https://eatforum.org/content/uploads/2019/11/Seafood_Scoping_Report_EAT-Lancet.pdf).
- United Nations.** n.d. Goal 12: Ensure sustainable consumption and production patterns [online]. New York. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/>.
- United Nations Children's Fund (UNICEF).** 2019. *The State of the World's Children 2019. Children, Food and Nutrition: Growing well in a changing world*. New York. (also available at <https://www.unicef.org/reports/state-of-worlds-children-2019>).
- United Nations System Standing Committee on Nutrition (UNSCN).** 2017a. *By 2030 end all forms of malnutrition and leave no one behind*. Discussion paper. Rome. (also available at: <https://www.unscn.org/uploads/web/news/NutritionPaper-EN-14apr.pdf>).
- United States Food and Drug Administration (US FDA).** 2014. *A Quantitative Assessment of the Net Effects on Fetal Neurodevelopment from Eating Commercial Fish (As Measured by IQ and also by Early Age Verbal Development in Children)*. White Oak, MD. (also available at <https://www.fda.gov/food/metals-and-your-food/quantitative-assessment-net-effects-fetal-neurodevelopment-eating-commercial-fish-measured-iq-and>).
- USDA.** 2020. *FoodData Central* [online]. Electronic database. Washington, DC. [Last accessed 2 December 2020]. <https://fdc.nal.usda.gov/index.html>.
- Uyar, B.** 2020. *Aquatic Foods in Food-Based Dietary Guidelines Around the World*. MSc Internship Report. Wageningen, the Netherlands: Wageningen University and WorldFish. Mimeo.
- van der Meer, J.** 2020. Limits to Food Production from the Sea. *Nature Food*, 1: 762–764. (also available at <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00202-8>).
- Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM).** 2006. *A comprehensive assessment of fish and other seafood in the Norwegian diet*. Oslo: Norwegian Scientific Committee for Food Safety. (also available at <https://vkm.no/english/riskassessments/allpublications/acomprehensiveassessmentoffishandotherseafoodinthenorwegiandiet.4.72c3261615e09f2472f4b0c5.html>).
- VKM.** 2014. *Benefit-risk assessment of fish and fish products in the Norwegian diet – an update*. Opinion of the Scientific Steering Committee. VKM Report 2014: 15. Oslo: Norwegian Scientific Committee for Food Safety. (also available at <https://vkm.no/english/riskassessments/allpublications/benefitandriskassessmentoffishinthenorwegiandietanupdateofthereportfrom2006basedonnewknowledge.4.27ef9ca915e07938c3b28915.html>).
- Watanabe, F., Yabuta, Y., Bito, T. & Teng, F.** 2014. Vitamin B₁₂-containing plant food sources for vegetarians. *Nutrients*, 6(5):1861–1873. (also available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24803097/>).

- Watson, R.A., Nowara, G.B., Hartmann, K., Green, B.S., Tracey, S.R. & Carter, C.G.** 2015. Marine foods sourced from farther as their use of global ocean primary production increases. *Nature Communications*, 6: 7365. (also available at <https://www.nature.com/articles/ncomms8365>).
- Whaley, S.E., Sigman, M., Neumann, C., Bwibo, N., Guthrie, D., Weiss, R.E., Alber, S. & Murphy, S.P.** 2003. The impact of dietary intervention on the cognitive development of Kenyan school children. *Journal of Nutrition*, 133: 3965S–3971S. (also available at <https://academic.oup.com/jn/article/133/11/3965S/4818056>).
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T. et al.** 2019. Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170): 447–492.
- World Bank.** 2012. *Hidden Harvest: The Global Contribution of Capture Fisheries*. Report No. 664690GLB. Washington, DC. (also available at <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/11873/664690ESW0P1210120HiddenHarvest0web.pdf?sequence=1>).
- World Bank.** 2013. *Fish to 2030: Prospects for Fisheries and Aquaculture*. Agriculture and environmental services discussion paper No. 3. Washington, DC. (also available at <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17579>).
- WorldFish.** 2020. *Aquatic Foods for Healthy People and Planet: 2030 Research and Innovation Strategy*. Penang, Malaysia. (also available at <https://worldfishcenter.org/strategy-2030/>).
- World Health Organization (WHO).** 1985. *Energy and protein requirements*. Report of a joint FAO/WHO/United Nations University Expert Consultation. WHO Technical Report Series 724. Geneva, Switzerland. (also available at [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/39527/WHO_TRS_724_\(chp1-chp6\).pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/39527/WHO_TRS_724_(chp1-chp6).pdf)).
- Yeh, T.S., Hung, N.H. & Lin, T.C.** 2014. Analysis of iodine content in seaweed by GC-ECD and estimation of iodine intake. *Journal of Food and Drug Analysis*, 22(2): 189–196. (also available at https://www.researchgate.net/publication/260981270_Analysis_of_iodine_content_in_seaweed_by_GC-ECD_and_estimation_of_iodine_intake).
- Yi, H.** 2019. Shrimp made from algae that looks and tastes like the real thing. Video report. *Quartz* [online], 10 January 2019. <https://qz.com/quartz/1501623/shrimp-made-from-algae-that-looks-and-tastes-like-the-real-thing/#:~:text=New%20Wave%20Foods%2C%20a%20startup,like%20toothpaste%20and%20ice%20cream>.
- Yilma, S., Busse, H., Desta, D.T. & Alamayehu, F.R.** 2020. Fish Consumption, Dietary Diversity and Nutritional Status of Reproductive Age Women of Fishing and Non-Fishing Households in Hawassa, Ethiopia: Comparative Cross Sectional Study. *Frontiers in Science*, 10(1): 7-13. (also available at <http://article.sapub.org/10.5923.j.fs.20201001.02.html>).
- Youssef, J., Keller, S. & Spence, C.** 2019. Making Sustainable Foods (such as jellyfish) delicious. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 16: 100141.
- Zhao, L.G., Sun, J.W., Yang, Y., Ma, X., Wang, Y.Y. & Xiang, B.** 2016. Fish Consumption and All-Cause Mortality: A Meta-Analysis of Cohort Studies. *European Journal of Clinical Nutrition*, 70(2): 155-161.
- Zhou, S., Kolding, J., Garcia, S.M., Plank, M.J., Bundy, A., Charles, A. et al.** 2019. Balanced harvest: concept, policies, evidence, and management implications. *Review of Fish Biology and Fisheries*, 29: 711–733. (also available at <https://link.springer.com/article/10.1007/s11160-019-09568-w>).

Sigles et acronymes

CIN2	Deuxième Conférence internationale sur la nutrition
covid-19	Maladie à coronavirus 2019
CPN	Comité permanent du système des Nations Unies sur la nutrition
CSA	Comité de la sécurité alimentaire mondiale
EFSA	Autorité européenne de sécurité des aliments
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FDA	Food and Drug Administration
FEM	Fonds pour l'environnement mondial
FIDA	Fonds international de développement agricole
GFN	Global FoodBanking Network
HLPE	Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition
IIED	Institut international pour l'environnement et le développement
ISMEA	Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare
NHS	National Health Service (<i>Service de santé publique</i>)
NORAD	Agence norvégienne de coopération pour le développement
NZTE	New Zealand Trade & Enterprise
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
ODD	Objectif de développement durable
OMS	Organisation mondiale de la Santé
PAM	Programme alimentaire mondial
PCB	Polychlorobiphényles
PEID	Petit État insulaire en développement
UNICEF	Fonds des Nations Unies pour l'enfance
USDA	United States Department of Agriculture (<i>Ministère de l'agriculture des États-Unis</i>)
VKM	Vitenskapskomiteen for mat og miljø

Crédits photographiques

Couverture: WorldFish/Majken Schmidt Søgaard

Page 2: WorldFish

Page 4: WorldFish/Meshach Sukulu

Page 10: FAO/Kazi Riasat

Page 14: UNSCN/Jessie Pullar

Page 19: FIDA/G.M.B. Akash

Page 21: FAO/Hadi Arslan

Page 23: WorldFish

Page 25: WorldFish/Habibul Haque

Page 30: WorldFish.

Page 32: FAO/Cristina Aldehuela

Page 37: WorldFish/Mike Lusmore/Duckrabbit

**Secrétariat d'ONU-Nutrition**

info@unnutrition.org • www.unnutrition.org • c/o FAO • Viale delle Terme di Caracalla • 00153 Rome, Italie

Suivez-nous:  @UN_Nutrition  @unnutrition

