



**Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation
et l'agriculture**

FIAF/ C1118 (Fr)

FAO
Circulaire sur les
pêches et l'aquaculture

ISSN 2070-7045

LA PÊCHE DANS LES ZONES ARIDES D'AFRIQUE SUBSAHARIENNE

«Le poisson vient avec la pluie»

**Favoriser la résilience dans les zones arides pour la sécurité alimentaire
et la nutrition des populations qui dépendent de la pêche**



Photographie de couverture:

Les pêcheurs du lac Turkana, Longesh Spit, golfe de Ferguson, 2010.

LA PÊCHE DANS LES ZONES ARIDES D'AFRIQUE SUBSAHARIENNE

«Le poisson vient avec la pluie»

Favoriser la résilience dans les zones arides pour la sécurité alimentaire et la nutrition des populations qui dépendent de la pêche

par

Jeppé Kolding

Professeur
Université de Bergen
Département de biologie
Bergen, Norvège

Paul van Zwieten

Professor Associé
Université de Wageningen
Groupe de l'aquaculture et des pêches
Wageningen, Les Pays-Bas

Felix Marttin

Fonctionnaire des ressources halieutiques
Département des pêches et de l'aquaculture de la
FAO Rome, Italie

Florence Poulain

Fonctionnaire chargée des pêches et de l'aquaculture
Département des pêches et de l'aquaculture de la
FAO Rome, Italie

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne, de la part de la FAO, aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue qui ne sont pas cités.

Les opinions exprimées dans ce produit d'information sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement les vues ou les politiques de la FAO.

ISBN 978-92-5-209219-3

© FAO, 2017

La FAO encourage l'utilisation, la reproduction et la diffusion des informations figurant dans ce produit d'information. Sauf indication contraire, le contenu peut être copié, téléchargé et imprimé aux fins d'étude privée, de recherches ou d'enseignement, ainsi que pour utilisation dans des produits ou services non commerciaux, sous réserve que la FAO soit correctement mentionnée comme source et comme titulaire du droit d'auteur et à condition qu'il ne soit sous-entendu en aucune manière que la FAO approuverait les opinions, produits ou services des utilisateurs.

Toute demande relative aux droits de traduction ou d'adaptation, à la revente ou à d'autres droits d'utilisation commerciale doit être présentée au moyen du formulaire en ligne disponible à www.fao.org/contact-us/licence-request ou adressée par courriel à copyright@fao.org.

Les produits d'information de la FAO sont disponibles sur le site web de la FAO (www.fao.org/publications) et peuvent être achetés par courriel adressé à publications-sales@fao.org.

PREPARATION DE CE DOCUMENT

Certaines des pêcheries continentales les plus importantes du monde se trouvent dans des régions semi-arides. La présente circulaire documente la résilience de nombreuses ressources halieutiques aux variations climatiques, en particulier dans les zones arides d'Afrique subsaharienne. Elle examine l'importance de la pêche et de l'aquaculture pour les moyens de subsistance des communautés vivant sur des terres arides, elle présente les futures menaces à la résilience des populations, et enfin, elle identifie les opportunités d'investissement. Les connaissances générées par la circulaire seront utilisées par les décideurs et les partenaires au développement pour la conception et la mise en œuvre de politiques, de stratégies et de programmes plus efficaces destinés à réduire l'insécurité alimentaire et les conflits qui affectent actuellement les zones arides d'Afrique subsaharienne.

FAO. 2017.

La pêche dans les zones arides d'Afrique subsaharienne - "Le poisson vient avec la pluie. Favoriser la résilience dans les zones arides pour la sécurité alimentaire et la nutrition des populations qui dépendent de la pêche par Jeppe Kolding, Paul van Zwieten, Felix Marttin et Florence Poulain.

FAO Circulaire sur l'aquaculture et la pêche No. 1118. Rome, Italie.

RÉSUMÉ

Les zones arides couvrent plus de la moitié de l'Afrique subsaharienne et abritent près de 50 pour cent de ses populations, qui dépendent de l'agriculture (dont l'élevage, les cultures végétales et la pêche) pour leur subsistance. La sporadicité et l'irrégularité des pluies sont les facteurs environnementaux les plus importants pour ces régions. L'eau, notamment l'eau de surface, est l'élément principal qui vient à manquer. En règle générale, les plans d'eau des zones arides sont des écosystèmes instables qui subissent de fortes crues en raison de précipitations intermittentes et largement imprévisibles. De tels systèmes abritent des petites espèces de poissons opportunistes très productives et très résistantes avec des fluctuations en dents de scie, habituées aux fortes perturbations de l'environnement, et qui sont donc difficiles à surexploiter. Avec une productivité élevée, ces populations peuvent maintenir des rendements très élevés dans les années de bonnes pluies. Les cycles étant le plus souvent de courte durée, elles répondent aussi rapidement aux changements environnementaux des régimes hydrologiques, avec des périodes alternées de faible productivité inévitables. L'objectif de cette étude est à la fois de documenter la résilience générale de nombreuses ressources halieutiques à la variabilité climatique (y compris leur sous-estimation en tant que moyen important de subsistance, en particulier en situation de crise prolongée) et d'améliorer l'offre potentielle de poissons des zones arides grâce à une meilleure utilisation des plans d'eau, et en particulier des petits réservoirs. Le rôle majeur que les petits plans d'eau jouent en tant que source de protéines et de micronutriments essentiels aux communautés rurales a été largement négligé depuis la fin du programme FAO/ALCOM (Aquaculture pour le développement communautaire local) en 1998, bien qu'ils soient plus productifs par unité de surface que les grands lacs et réservoirs et que, mis en commun, ils constituent une étendue beaucoup plus vaste. La plus grande partie de la production de poissons est toutefois consommée localement et ne figure pas dans les statistiques officielles de capture. En recentrant l'attention sur la productivité des poissons des petits plans d'eau et des réservoirs des zones arides, et en particulier, en intégrant la pêche dans les initiatives liées à la récolte de l'eau, l'irrigation et l'amélioration des installations de stockage de l'eau, on peut considérablement augmenter le rôle du poisson dans l'alimentation des populations des zones arides et leur offrir de meilleurs moyens de subsistance. La conclusion générale est que le potentiel d'accroissement de la production de poissons dans les zones arides est importante, que la ressource est très résistante et productive, mais que l'imprévisibilité générale et croissante des précipitations nécessaires à l'alimentation des plans d'eau de surface crée des incertitudes dans la production annuelle, qui doit être palliée par une stratégie de subsistance adaptative et diversifiée.

TABLE DES MATIERES

Preparation de ce document	iii
Résumé.....	iv
1. Introduction et justification.....	1
2. ZONES ARIDES ET RÔLE (POTENTIEL) DE LA PRODUCTION HALIEUTIQUES (Pêche et aquaculture)	3
2.1 Conditions hydrologiques des zones arides	3
2.1.1 Changement climatique et scenarios pour l'avenir.....	7
2.2 Variabilité environnementale et production de poisson.....	11
2.2.1 Systèmes hydrologiques d'impulsion de crue et stables.....	14
2.2.2 Indice de fluctuation relatif du niveau des lacs (RLLF)	14
2.3 Ressources en poisson.....	18
2.3.1 Petits plans d'eau et réservoirs	19
2.4 Production de poisson.....	19
2.4.1 Importance des petits poissons	20
2.4.2 Aquaculture	21
3. CONTRIBUTION À LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET À LA MALNUTRITION	24
3.1 Moyens de subsistance.....	26
3.2 Transformation, manutention et commerce	27
5. POSSIBILITÉS DE RENFORCEMENT DE LA RÉSILIENCE DES COMMUNAUTÉS DE PÊCHEURS DANS LES ZONES ARIDES.....	36
5.1 Réduction de l'exposition	36
5.2 Réduction de la sensibilité	39
5.3 Augmentation de la capacité de réponse.....	41
6. CHOIX ÉCONOMIQUES.....	43
7. RECOMMANDATIONS ET ORIENTATIONS POLITIQUES.....	44
8. Conclusions.....	48
9. Références.....	50

LISTE DES FIGURES

1. Répartition des zones arides dans le monde	2
2. Zones arides en Afrique	2
3. Années de précipitations supérieures et inférieures à la moyenne dans le Sahel sur la base des écarts-types de 1900 à 2008.....	4
4. Relation entre l'apport de crue dans le delta intérieur du fleuve Niger mesuré à Koulikoro, Mali et les captures annuelles	4
5. Relation entre la moyenne des précipitations, la production primaire et la variabilité des précipitations dans le Sahel.....	5

6. Niveaux d'eau moyens annuels en mètres (au-dessus du niveau de la mer) du Lac Turkana entre 1993 et 2014.....	7
7. Carte des 13 lacs et réservoirs africains analysés s'agissant des tendances à long terme des fluctuations interannuelles et saisonnières du niveau des lacs.....	11
8. Rendement total annuel enregistré de la pêche continentale dans 27 pays africains comportant des zones arides et anomalies de captures	12
9. Niveaux d'eau relatifs des lacs Tanganyika, Victoria, Malawi, Malombe, Chilwa, Bangweulu, Mweru et Kariba exprimés en écarts par rapport à la moyenne à long terme des niveaux moyens annuels	13
10. Rendement annuel normalisé par rapport à la moyenne saisonnière de RLLF-s et moyenne annuelle de RLLF-a pour 16 lacs et réservoirs africains.....	15
11. Modèle conceptuel générique de communautés aquatiques en écosystèmes constants stables et de crues instables	16
12. Ratio de production par rapport à la biomasse, production totale et biomasse totale des espèces ou groupes fonctionnels par rapport à leur niveau trophique moyen dans 12 écosystèmes lacustres africains.....	17
13. Synthèse des concepts.....	31
14. Vulnérabilité et moyens de subsistance	34
15. Taux de capture déterminé par rapport à la densité de l'effort dans 18 lacs africains	37

LISTE DES ENCADRÉS

1. Définition de la résilience par la FAO	1
2. Les fluctuations du lac Tchad	6
3. Les petites pêches de réservoir au Burkina Faso	18
4. L'ALCOM.....	22
5. L'aquaculture au Malawi	23
6. Les pêcheurs du lac Turkana au Kenya	27
7. Le commerce du poisson dans le bassin du lac Tchad.....	28
8. La pêche continentale au Sénégal	30
9. La diversification de la pêche au Mali.....	38
10. WorldFish développe l'aquaculture au Mali.....	40

LISTE DES TABLEAUX

1. RLLF annuelle et saisonnière de 13 lacs et réservoirs africains et sources de modèles Ecopath des écosystèmes correspondants	9
2. Production pélagique, terrestre et aquacole de différents pays d'Afrique aux zones arides étendues	20
3. Production aquacole en Afrique par année	21
4. Disponibilité du poisson par habitant dans différents pays d'Afrique ayant des zones arides importantes (moyenne de 2008 à 2010).....	25
5. Montant et valeur des exportations et importations de poisson de différents pays africains (2013).....	28

LISTE DES ILLUSTRATIONS

1. À gauche: *kapesa* (mélange de petits poissons, principalement des cyprinidés) mis à sécher dans les marais de Bangweulu, Zambie (photo de Carl Huchzermeyer) et à droite Dagaa (*Rastrineobola argentea*) séché au soleil sur un marché local en Tanzanie21

Remerciements

Les auteurs remercient Jock Campbell pour sa contribution, ainsi que les collègues du Département des pêches et de l'aquaculture de la FAO pour les commentaires précieux qu'ils ont fournis. Nos remerciements vont également à Claire Attwood et à Marianne Guyonnet pour leur contribution à la présente publication. La traduction a été réalisée par Sophia Gazza et Jean-Luc Clairambault.

LISTE DES ACRONYMES

ACC	Adaptation au changement climatique
AI	Indice d'aridité
ALCOM	Programme de développement de l'aquaculture communautaire locale
ATTZ	Zone de transition entre l'eau et la terre
CAADP	Programme détaillé pour le développement de l'agriculture africaine
COFI	Comité des pêches
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GRC	Gestion des risques de catastrophes
ICLARM	Centre international pour la gestion des ressources aquatiques vivantes
INDNR(pêche)	Pêche illicite, non déclarée et non réglementée
MEI	Indice morpho-édaphique
NEPAD	Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique
NFFP	Programme Poisson de la FAO
ONG	Organisation Internationale Non-Gouvernementale
PAF	Partenariat pour les pêches africaines
PIB	Produit intérieur brut
P/B	Production Biomasse
PNIA	Plan national d'investissement agricole
RFMO	Organisation régionale de gestion de la pêche
RLLF	Indice de fluctuation relatif du niveau des lacs
RLLF-a	Indice annuelle de fluctuation relatif du niveau des lacs
RLLF-s	Indice saisonnière de fluctuation relatif du niveau des lacs
RRC	Réduction des risques de catastrophes
SADC	Communauté de développement d'Afrique australe
SSF	Directives volontaires pour garantir des pêches artisanales durables dans le contexte de la sécurité alimentaire et de l'éradication de la pauvreté.
UNCDD	Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification
UNISDR	Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophes
VGGT	Directives volontaires pour une gouvernance responsable des régimes fonciers Applicables aux terres, aux pêches et aux autres ressources naturelles

1. INTRODUCTION ET JUSTIFICATION

Le rôle et l'importance du poisson dans la sécurité alimentaire et la nutrition des personnes ont souvent été négligés, en particulier dans les pays en développement. La pêche et l'aquaculture sont souvent été arbitrairement séparées des autres parties du système alimentaire et agricole dans les études, les débats et l'élaboration des politiques en matière de sécurité alimentaire (HLPE, 2014). En outre, bien se nourrir n'est plus seulement une question de disponibilité des calories et d'accès aux aliments: la sécurité alimentaire doit également être étendue aux aspects alimentaires et nutritionnels. On a maintenant des preuves solides que le manque de micronutriments essentiels, tels que le zinc et la vitamine A, affecte des centaines de millions de personnes souffrant de malnutrition dans le monde (GIEC, 2013). À cet égard, l'importance du poisson, et plus spécifiquement des petits poissons, pour une existence durable et saine en Afrique, ainsi que sa forte relation avec la variabilité du cycle de l'eau induite par le climat et son rôle en période de crise et de catastrophes, sont généralement sous-évalués et peu connus. La raison en est que la plupart des petits poissons sont consommés localement et ne sont donc pas enregistrés dans les statistiques de capture (Kolding *et al.*, 2016).

L'enjeu est particulièrement important dans les zones dites arides, où, traditionnellement, l'accent a été mis presque exclusivement sur les cultures terrestres et l'élevage. Toutefois, compte tenu de la répartition importante des terres arides en Afrique subsaharienne, du volume de la production de poisson et du commerce régional sur le continent, toutes les pêches en Afrique subsaharienne contribuent à la subsistance des populations des zones arides ou ont le potentiel de le faire: soit directement à celle des pêcheurs et de ceux qui élèvent des poissons dans ces zones, soit comme source essentielle de nourriture pour les populations des zones arides. Cette étude analyse la contribution actuelle et future de la pêche et de l'aquaculture à la subsistance et à la résilience des zones arides à l'échelle du continent.

L'objectif du présent rapport est de mieux comprendre *l'importance de la pêche et de l'aquaculture dans les moyens d'existence des communautés des zones arides d'Afrique subsaharienne, de débattre des menaces et des possibilités d'augmenter la résilience de ces communautés et d'identifier les investissements dans le domaine de la pêche et de l'aquaculture susceptibles de renforcer la résilience du secteur dans les zones arides et d'améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition.*

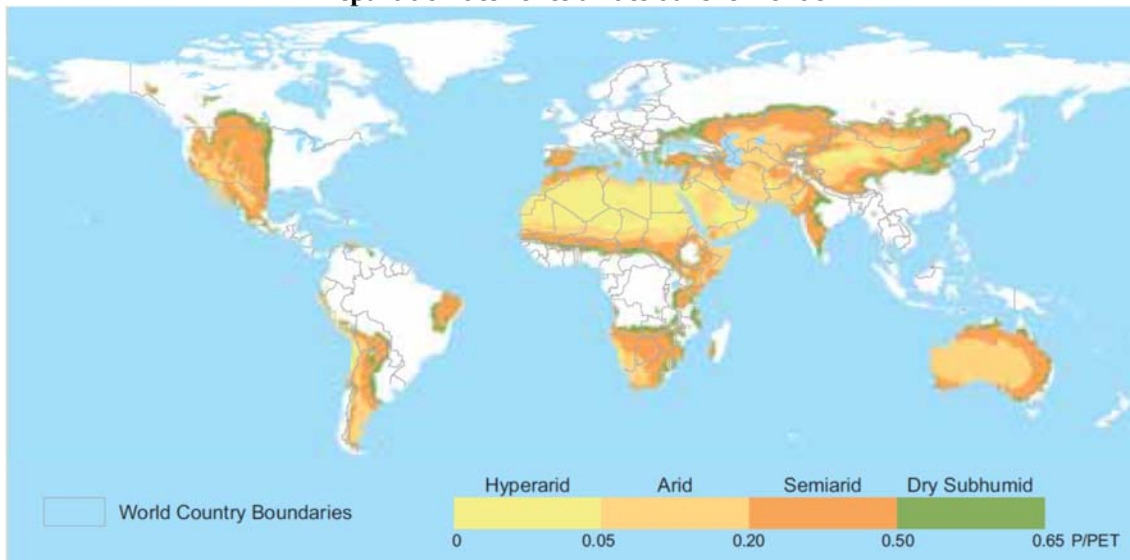
Encadré 1. Définition de la résilience par la FAO

«Capacité à prévenir les catastrophes et les crises ainsi qu'à anticiper, absorber les chocs et adapter ou rétablir la situation d'une manière rapide, efficace et durable. Cela comprend la protection, la restauration et l'amélioration des moyens d'existence face à des menaces ayant un impact sur l'agriculture, la sécurité nutritionnelle et alimentaire et la sécurité des aliments.»

Selon la définition de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD), les terres arides sont des régions ayant un indice d'aridité (IA)¹ situé entre 0,05 et 0,65. Les terres arides sont divisées en quatre sous-types (zones): hyper-arides (déserts), arides, semi-arides et subhumides, avec des IA respectifs de 0,00-0,05, 0,05-0,20, 0,20-0,50 et 0,50-0,65 (figure 1). La Convention exclut les zones hyper-arides de sa définition des zones arides. La FAO (2000) a défini les zones arides comme les zones où la durée de la saison de croissance s'étend de 1 à 179 jours, ce qui inclut les régions classées comme arides, semi-arides et subhumides sèches au niveau climatique.

¹ L'indice d'aridité est le rapport entre les précipitations annuelles moyennes et l'évapotranspiration potentielle annuelle moyenne.

Figure 1.
Répartition des zones arides dans le monde

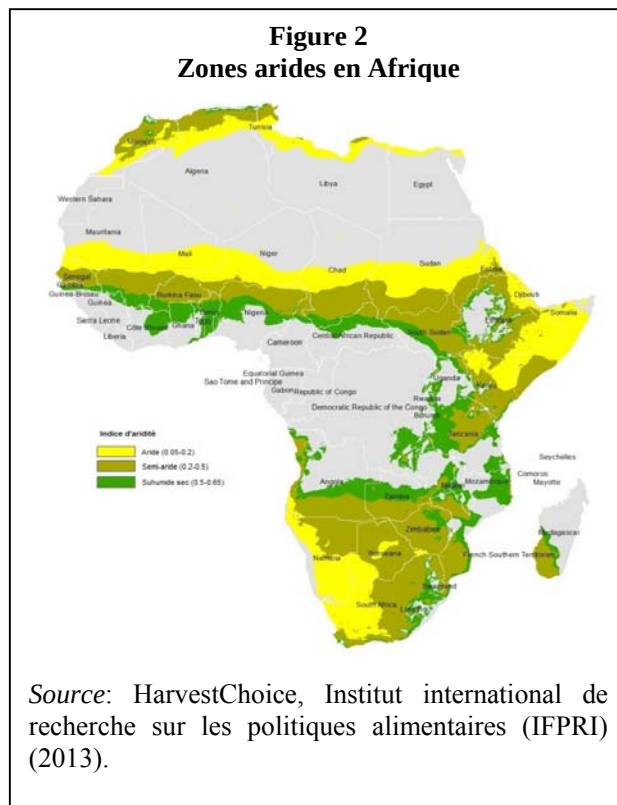


Source: Adapté du PNUE

L'Afrique subsaharienne doit relever des défis importants causés par diverses perturbations écologiques et socioéconomiques (catastrophes d'origine humaine et naturelle, conflits, terrorisme, maladies humaines et animales) et par les pressions dues à la croissance démographique, la dégradation des ressources et des milieux aquatiques, le changement climatique, etc. Leurs effets se font souvent ressentir de façon exacerbée dans les milieux les plus difficiles et les plus défavorables, comme les zones arides, qui constituent près de 55 pour cent de l'Afrique subsaharienne (voir figure 2). Les zones arides couvrent 13 millions de km² où vivent 390 millions de personnes, soit environ 48 pour cent de la population de la région subsaharienne, dont la plupart dépendent de l'agriculture (y compris de l'élevage, des cultures végétales et de la pêche) pour leur stratégie de subsistance principale.

La présente étude porte principalement sur les terres arides du Sahel, de la Corne de l'Afrique et de l'Afrique australe. Les pays concernés sont présentés en figure 2. Certains de ces pays sont avant tout constitués de terres arides, comme le Soudan du Sud, le Tchad, le Niger, le Mali et le Botswana, tandis que d'autres ont des zones arides qui occupent une grande partie du pays, comme le Kenya, le Ghana et la Namibie. Les zones arides sont souvent parmi les plus précaires au niveau de leur capacité à fournir aux populations des moyens d'existence durables et équitables suffisants. Avec l'augmentation de la population, les sécheresses récurrentes et d'autres pressions, les habitants de ces zones arides connaissent de nombreux défis dont les conséquences sont : une santé déclinante, une

Figure 2
Zones arides en Afrique



Source: HarvestChoice, Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI) (2013).

mauvaise nutrition, des pénuries alimentaires, une perte d'actifs physiques, une réduction des revenus, le chômage, les déplacements et une marginalisation accrue, la perte de droits d'accès, les migrations et les conflits. La pauvreté est fortement concentrée dans les zones arides : environ 75 pour cent des populations pauvres d'Afrique se trouvent dans les pays où au moins un quart de la population vit dans les zones arides. Pour beaucoup, les pressions et les défis empirent. Parmi les populations les plus vulnérables, on trouve les éleveurs et les petits exploitants agricoles des régions arides, qui vont certainement être les plus affectés par le changement climatique (HLPE, 2012).

Les zones arides sont souvent peu soutenues au niveau institutionnel, leurs infrastructures sont limitées, leurs marchés guère développés et elles ont peu d'opportunités commerciales de croissance. En conséquence, les communautés des zones arides ont dû apprendre à vivre avec des moyens de subsistance précaires. Leur capacité à faire face aux chocs et aux pressions, notamment par des migrations fréquentes, est bien documentée (par ex., Swallow, 1994; McPeak et Barrett, 2001). Cependant, ces dernières années, avec l'augmentation des afflux de populations et des conflits territoriaux, ces défis, qui sont devenus plus fréquents et plus graves, ont poussé de nombreuses personnes à la limite de leur capacité d'adaptation. Alors que la situation en Afrique atteint des niveaux critiques dans certains domaines (sécheresses ou inondations fréquentes, épuisement des ressources naturelles, habitats dégradés), des améliorations importantes sont possibles si les bons investissements, politiques et priorités sont mis en œuvre dans les années à venir. Ce rapport présente les connaissances actuelles sur la pêche et l'aquaculture dans les zones arides d'Afrique subsaharienne, il décrit la variabilité et la vulnérabilité de ces secteurs, indique comment renforcer la résilience et propose enfin des options d'investissement pour concrétiser ce potentiel.

Le présent rapport s'adresse principalement aux gouvernements des pays d'Afrique subsaharienne et à leurs partenaires régionaux, internationaux et de la société civile, aux acteurs du secteur privé concernés et à la communauté de partenaires au développement.

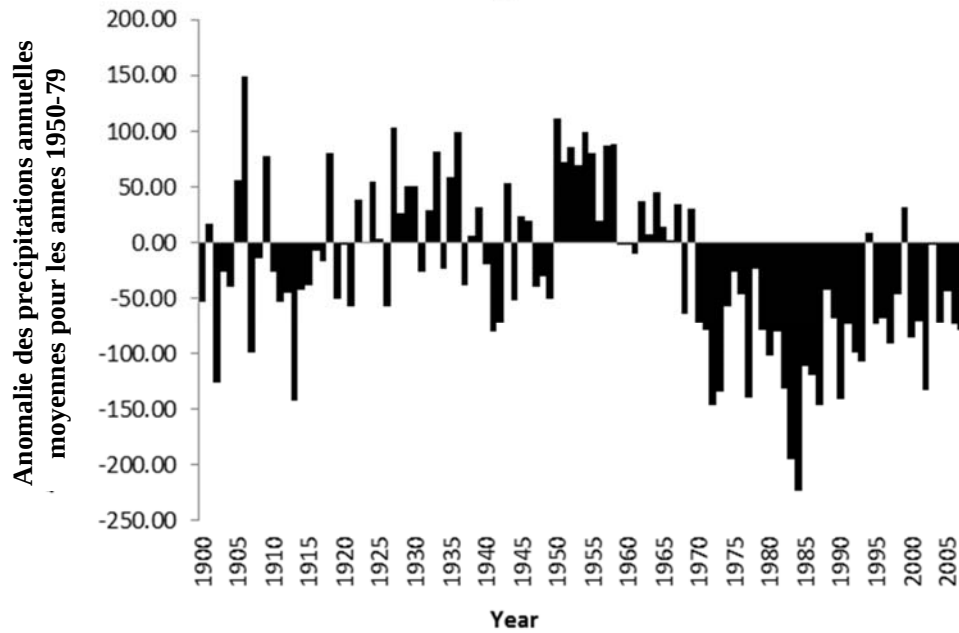
2. ZONES ARIDES ET RÔLE (POTENTIEL) DE LA PRODUCTION HALIEUTIQUES (PÊCHE ET AQUACULTURE)

Le poisson constitue la principale source de protéines animales pour quelque 200 millions de personnes sur le continent africain (Heck *et al.*, 2007). La pêche fournit également des revenus à plus de 10 millions d'africains, et l'on compte entre cinq et dix fois plus de personnes qui pratiquent la pêche comme activité secondaire et qui contribuent ainsi à la sécurité alimentaire des zones rurales. La pêche continentale dépend de la disponibilité des plans d'eaux et est normalement associée aux zones humides. L'eau, en particulier l'eau de surface, est ce qui manque le plus dans les zones arides (Kapatue *et al.*, 2013); la notion de pêche et d'aquaculture en zone aride peut donc sembler paradoxale. Comment avoir du poisson et pêcher sans apport d'eau régulier ? Pour bien comprendre cette relation dynamique, il faut d'abord connaître les caractéristiques climatologiques et hydrologiques des zones arides, puis comprendre comment ces éléments affectent la production de poisson.

2.1 Conditions hydrologiques des zones arides

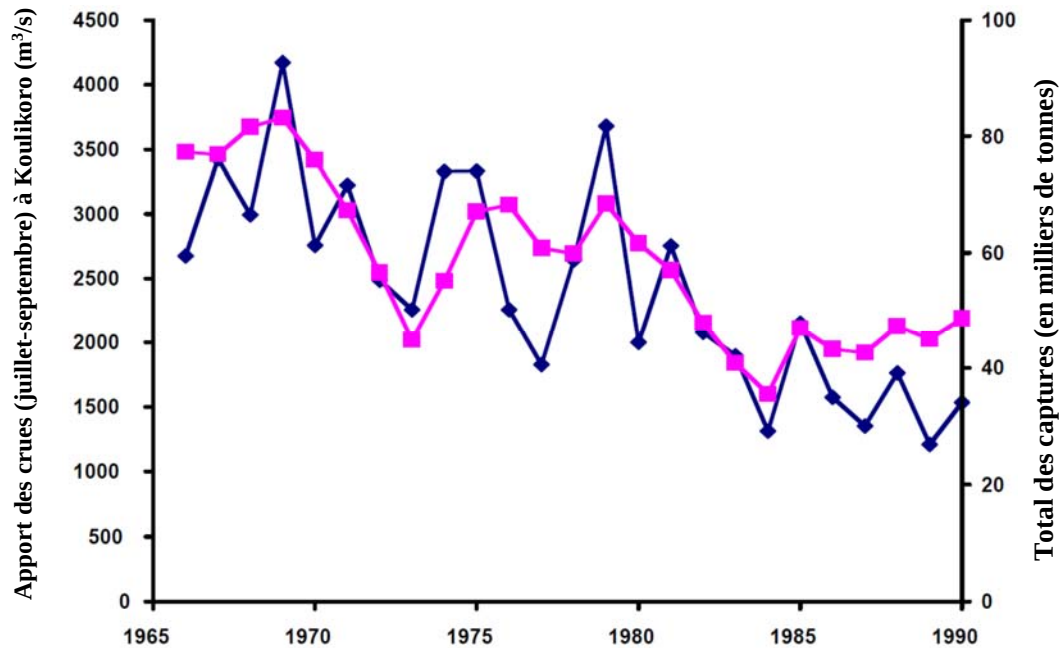
Les terres arides sont soumises à de fortes variations annuelles de précipitations, avec des périodes de sécheresse prolongées, entrecoupées d'années humides. La figure 3 indique les années de précipitations supérieures et inférieures à la moyenne dans la région du Sahel, qui comprend les grands plans d'eau des fleuves Nil, Niger, Sénégal, Chari et Logone, les zones humides au sud du Soudan et le lac Tchad. L'assèchement général du climat du Sahel depuis les années 70 et l'accroissement du prélèvement d'eau pour l'irrigation ont causé la disparition de nombreuses ressources hydrologiques importantes (Welcomme et Lymer, 2012). C'est ce que l'on observe le plus clairement dans l'assèchement du lac Tchad, qui a perdu 80 pour cent de son volume au cours des 40 dernières années (Lemoalle *et al.*, 2012). La diminution des précipitations dans le Sahel au cours des quatre dernières décennies et son effet sur les grands plans d'eau impacte directement les rendements de la pêche (figure 4).

Figure 3
Années de précipitations supérieures et inférieures à la moyenne dans le Sahel sur la base des écarts-types de 1900 à 2008



Source: <http://jisao.washington.edu/data/sahel/>, tiré de Welcomme et Lymer (2012).

Figure 4
Relation entre l'apport de crue dans le delta intérieur du fleuve Niger mesuré à Koulikoro, Mali (losanges, en bleu, en m³/s de juillet à septembre) et les captures annuelles (carrés en mauve, en milliers de tonnes)

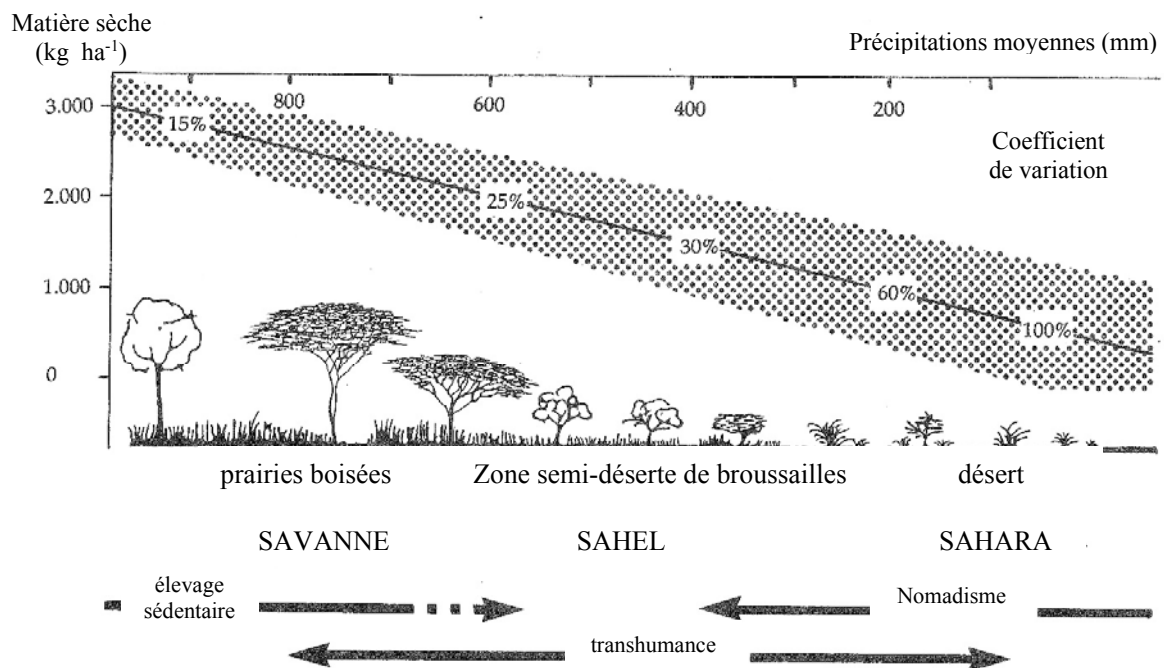


Source: Lemoalle (2008); données tirées de Laë et Mahé (2002).

Outre les changements climatiques à long terme, la meilleure façon de comprendre la plupart des zones arides est de les considérer comme des gradients écologiques en raison des niveaux inégaux de précipitations d'un sous-type à l'autre (figures 1 et 2). Mais plus que la différence de précipitations, ce qui importe est le changement progressif de la prévisibilité du régime des précipitations. En effet, la diminution de la moyenne des précipitations selon les sous-types de zones arides est corrélée positivement avec une augmentation de la variabilité dans le temps et dans l'espace (figure 5).

Figure 5

Relation entre la moyenne des précipitations (mm/an), la production primaire (kg/ha) et la variabilité des précipitations dans le Sahel (le coefficient de variation [zone en pointillés] est 100 fois l'écart-type divisé par la moyenne). Sont également représentées les trois principales zones écologiques illustrées dans la figure 1 (aride: Sahara, semi-aride: Sahel, subhumide sec: savane) et l'emplacement correspondant des trois principales stratégies de subsistance humaine adaptées aux systèmes de précipitations variables: sédentaire, transhumance et nomadisme



Source: Vetaas et Kolding (1991).

Cela signifie que l'irrégularité de l'eau (la contrainte écologique la plus importante) a augmenté de la partie humide à la partie sèche du gradient de précipitations. Dans les zones les plus arides, le principal problème n'est pas tant l'aridité elle-même que la grande imprévisibilité de la pluviométrie dans le temps et l'espace (Vetaas et Kolding 1991; Baijot *et al.*, 1997). Ces conditions environnementales sont prises en compte dans tous les autres paramètres corrélés avec la disponibilité de l'eau, tels que les types de végétation, la production biologique (y compris les poissons), et la vie et les moyens de subsistance des populations. De tous les facteurs climatiques, les variations quotidiennes et interannuelles des précipitations sont les plus déterminantes pour la production agricole alimentée par la pluie ou irriguée (FAO, 2008a). Les gradients de précipitations et de végétation influent également sur les trois principales stratégies de subsistance traditionnelles dans les zones arides : nomadisme dans la partie la plus aride, transhumance (mouvement saisonnier des personnes avec leur bétail entre les pâturages fixes d'été et d'hiver) dans la partie centrale, et élevage et agriculture sédentaires dans les zones subhumides (figure 5). Les principales différences entre ces trois stratégies de subsistance traditionnelles sont la mobilité, la taille de la surface nécessaire pour la subsistance et le nombre relatif d'animaux par

personne, qui sont tous directement corrélés à l'aridité. En général, les agriculteurs dans les zones subhumides arides tirent leurs aliments de base de leurs cultures, les animaux les intéressant surtout

Encadré 2. Les fluctuations du lac Tchad

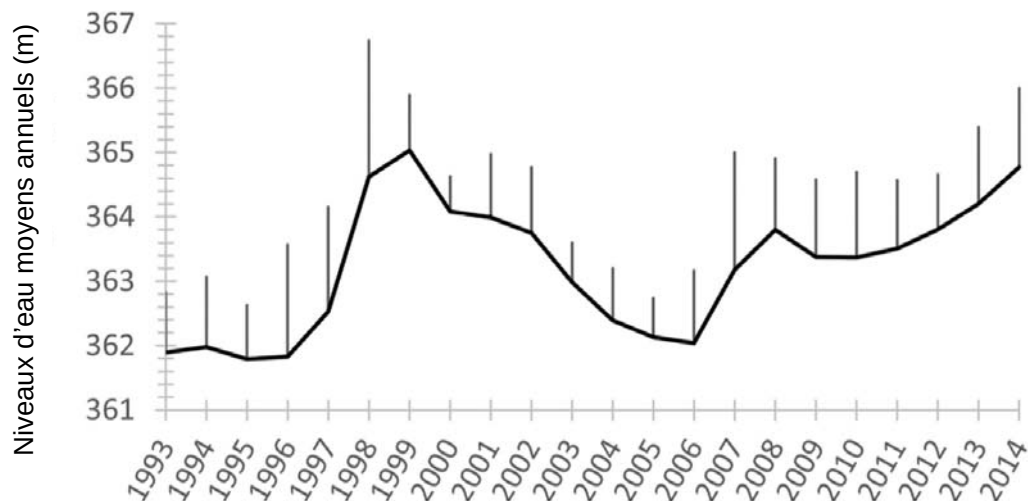
Tilho (1928) a proposé une classification des trois états principaux du lac, à laquelle l'IRD (2013) a ajouté un état supplémentaire :

1. **Le grand lac Tchad:** Il se caractérise par 25 000 km² d'eau libre bordée par un archipel dunaire peu développé, une surface de l'eau de 282,5 m et un léger débordement de temps en temps vers le nord-est par le Bahr El Ghazal. Ce stade de grand lac Tchad n'est apparu que pendant de courtes périodes au cours du siècle dernier.
2. **Le lac Tchad normal-intermédiaire :** Il comporte un seul plan d'eau couvrant environ 20 000 km², à une altitude intermédiaire de 281-282 m, un archipel de quelque 2 000 îles dunaires et une frange de végétation marécageuse le long des rives. Cet état normal-intermédiaire a existé entre les années 60 et 70. Le lac s'est ensuite transformé en petit lac Tchad entre 1973 et 1975.
3. **Le petit lac Tchad :** Il se compose de plusieurs plans d'eau séparés, avec un plan d'eau ouvert permanent dans la partie sud d'environ 1 700 km² (à une altitude maximale d'environ 280 m) en face du delta du fleuve Chari. Les autres plans d'eau sont principalement des marais permanents ou saisonniers allant de 2 000 à 14 000 km² couvrant le bassin nord du lac et des parties de son bassin sud. L'apport de la petite rivière Yobe (environ 0,5 km³ par an), qui alimente directement le bassin nord à la frontière entre le Nigéria et le Niger, suffit à peine à maintenir une zone de marais autour de son estuaire. Le petit lac Tchad existe depuis 1975.
4. **Le petit lac Tchad sec :** Un nouvel état a récemment été défini (IRD, 2013) pour décrire un petit lac Tchad qui, sans apport d'eau suffisant du bassin sud au bassin nord, demeure ainsi sec toute l'année. C'est ce qui se produit lorsque l'apport annuel de la rivière Chari est inférieur à 15 km³ par an. La différence entre le petit lac Tchad et le petit lac Tchad sec ne concerne que le bassin nord. Pendant cet état, la pêche dans le lac nord est impossible, on y pratique l'élevage et l'agriculture, et l'alimentation en eau potable devient problématique. Cet état s'est produit en 1985, 1987, 1988 et 1991, avec un lac nord complètement sec toute l'année, et en 1975, 1977, 1982, 1984, 1990, 1992, 1993 et 1994, avec le lac nord complètement sec certaines parties de l'année.

pour la production de viande supplémentaire. À l'inverse, les éleveurs nomades des zones arides ont du bétail en nombre bien plus élevé car ce sont les animaux mobiles qui leur fournissent le seul moyen de subsistance fiable, et les produits désirés sont principalement le lait et les jeunes animaux. Chaque stratégie dépend de la possibilité d'accès aux ressources naturelles (qui dépendent elles-mêmes des précipitations et des eaux de surface) et d'adaptation à leur disponibilité. Par exemple, les plans d'eau de surface sont utilisés par les éleveurs pour abreuver leur bétail (Baijot *et al.*, 1997; Thébaud et Batterbury, 2001) ou par les agriculteurs pour irriguer les cultures ou pratiquer la culture qui suit les crues (Sarch et Birkett, 2000; Koohafkan et Stewart, 2008). Les plans d'eau de surface sont également des habitats indispensables pour les poissons. Cependant, en raison de la relation inverse entre les précipitations annuelles moyennes et la variabilité (figure 5), les plans d'eau des zones arides sont généralement caractérisés par de fortes fluctuations saisonnières et interannuelles, où l'amplitude (la variance) augmente avec le gradient d'aridité climatique (figure 5).

On trouve des exemples typiques comme le lac Turkana, le plus grand lac de désert du monde au nord du Kenya, qui a subi des fluctuations de niveau de près de 20 m dans l'histoire (Kolding, 1992), et le lac Tchad, qui couvrait une superficie de 20 000 km² dans les années 60 et qui s'est réduit de 80 pour cent au cours des 40 dernières années (Lemoalle *et al.*, 2012; encadré 2). Indépendamment de ces variations à long terme, les niveaux de ces deux lacs fluctuent chaque année sur une amplitude d'environ 1,5 m (figure 6).

Figure 6
Niveaux d'eau moyens annuels en mètres (au-dessus du niveau de la mer) du Lac Turkana entre 1993 et 2014. Les barres verticales représentent l'amplitude de fluctuation saisonnière pour l'année correspondante



Source: Données satellite recueillies par le Ministère de l'agriculture des États-Unis: Base de données sur les lacs et les réservoirs d'eau du monde, in Gownaris *et al.*, 2016a.

2.1.1 Changement climatique et scénarios pour l'avenir

Le changement climatique va influencer les régimes de précipitations ; le Cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) publié récemment indique qu'il aura un impact significatif sur les systèmes de production agricole et de gestion de l'eau dans les prochaines décennies. Selon les prévisions, les différences de précipitations entre les saisons humides et sèches en Afrique devraient s'accroître, de sorte que les inondations et les sécheresses extrêmes vont être plus importantes et vont accroître les fluctuations saisonnières (GIEC, 2013). Des températures plus élevées peuvent également amplifier les fluctuations du niveau de l'eau dans les plans d'eau des zones arides à la suite d'une évaporation accrue, en particulier dans les systèmes exposés où la perte d'eau par évaporation est élevée. Dans le nord du Kenya, du Burkina Faso et du Botswana, par exemple, le taux d'évaporation est d'environ 2 m par an (Kolding, 1992; Marshall et Maes, 1994; Baijot *et al.*, 1997). Le changement climatique en cours a déjà provoqué des tendances à la hausse des températures moyennes, minimales ou maximales dans de nombreuses régions d'Afrique (Boko *et al.*, 2007). Lorsqu'ils agissent de concert, ces effets ont la capacité de modifier considérablement les régimes hydrologiques des écosystèmes d'eau douce dans les régions arides de l'Afrique. Le scénario le plus probable à moyen terme est une augmentation de la variabilité, de la volatilité et des fluctuations saisonnières des volumes d'eau et de la production alimentée par la pluie (FAO, 2008a).

On constate déjà des preuves de l'arrivée de ces changements. Gownaris *et al.* (2016b) ont analysé les modifications à long terme des fluctuations saisonnières et annuelles relatives du niveau des lacs (RLLF)² (Kolding et van Zwieten, 2012) sur 13 lacs et réservoirs africains en lien avec les caractéristiques écologiques générales (tableau 1, figure 7). Ils ont constaté que les tendances temporelles des fluctuations interannuelles existaient dans six des treize systèmes, dont la moitié étaient

² L'intervalle de fluctuation relatif du niveau des lacs (RLLF) est défini sur une base saisonnière (RLLF-s) ou interannuelle (RLLF-a) comme l'amplitude des fluctuations du niveau des lacs divisée par la profondeur moyenne du plan d'eau. Voir également la partie 3.5.

positives (amplitude supérieure) et la moitié négatives, tandis que les tendances des fluctuations saisonnières étaient significatives pour 10 des systèmes (tableau 1). Les tendances temporelles des fluctuations saisonnières des niveaux d'eau ont été fortement positives, avec des augmentations significatives dans huit des systèmes étudiés, et elles diminuent dans seulement deux systèmes. Tous les lacs situés dans les zones arides ont montré une augmentation positive significative des fluctuations saisonnières du niveau d'eau, confirmant ainsi les prévisions du GIEC sur l'intensification des oscillations saisonnières.

Tableau 1

RLLF (annuelle = RLLF-a, saisonnière = RLLF-s) de 13 lacs et réservoirs africains et sources de modèles Ecopath des écosystèmes correspondants.
Ce tableau montre que les RLLF ont augmenté de manière significative avec le temps dans huit des 13 lacs. Les résultats moyens des modèles Ecopath sont indiqués en figure 12.

Lac	Pays	Données niveau d'eau (nbre d'années)	Données niveau d'eau des années 90-2000 (nbre d'années)	RLLF -s	RLLF-a	Changement RLLF-a	Changement RLLF-s	Publication de référence	Années de référence des données
Lac Tanganyika	RDC, Tanzanie, Burundi, Zambie	1909-1992 (106)	1990-2014 (25)	0.13	0.04	NS	diminue**	Moreau <i>et al.</i> , 1993c	Années 70-80
Lac Kivu	RDC et Rwanda	1945-1973 (34)	1996-2008 (13)	0.46	0.13	NS	NS	Villanueva <i>et al.</i> , 2008	2002-2003
Lac Malawi	Malawi, Tanzanie, Mozambique	1900-2014 (93)	1990-2014 (25)	0.59	0.14	augmente*	augmente***	Darwall <i>et al.</i> , 2010	Années 90
Lac Victoria	Kenya, Tanzania, Ouganda	1900-1989 (112)	1993-2014 (22)	1.31	0.64	NS	augmente***	Moreau <i>et al.</i> , 1993b	Années 70-80
Lac George	Ouganda	1992-2014 (11)	2000-2010 (11)	2.81	1.18	NS	diminue**	Moreau <i>et al.</i> , 1993a	Années 70-80
Lac Turkana	Kenya	1888-1989 (112)	1993-2014 (22)	3.72	1.59	augmente*	augmente***	Kolding, 1993b	Années 70-80
Lac Tana	Éthiopie	1960-1992 (55)	1990-2014 (25)	18.62	2.15	diminue**	augmente**	Wondie <i>et al.</i> , 2012	Années 90-2000
Lac Tchad	Tchad, Cameroun, Niger, Nigéria	1954-1977 (46)	1993-2014 (22)	30.28	2.59	augmente*	augmente***	Palomares <i>et al.</i> , 1993	Années 70

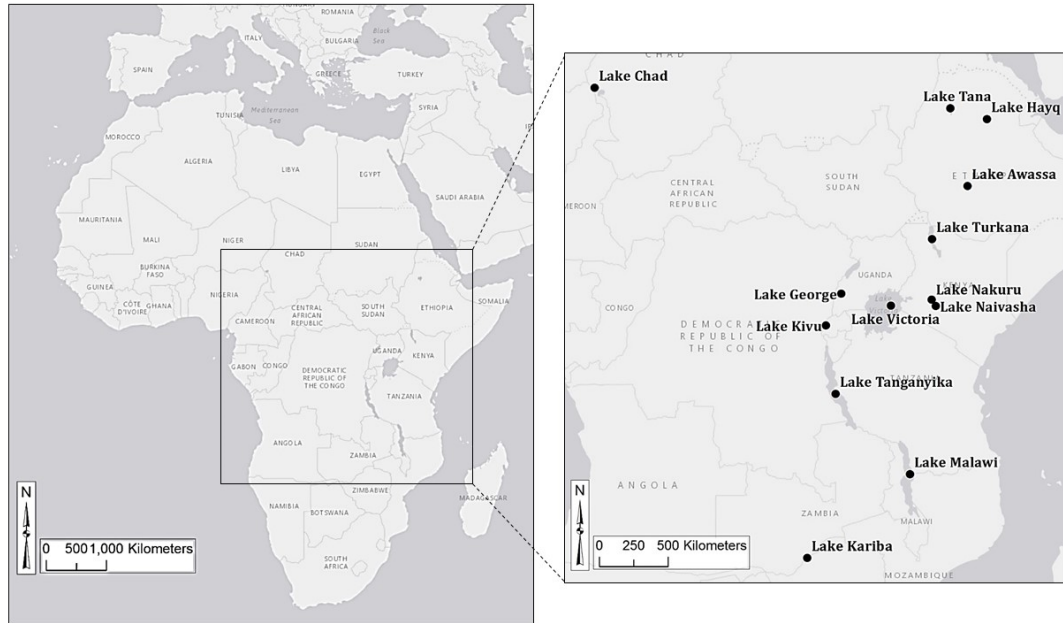
Lac Kariba	Zimbabwe, Zambie	1963-1999 (52)	1990-2014 (25)	15.02	3.97	diminue***	augmente ***	Machena <i>et al.</i> , 1993	Années 70-90
Lac Awassa	Éthiopie	1970-1999 (30)	1990-1999 (10)	16.04	4.22	augmente** *	augmente ***	Fetahi et Mengistou, 2007	Années 90
Lac Hayq	Éthiopie	1975-2012 (29)	1990-2012 (16)	NA	8.85	diminue*	NA	Fetahi <i>et al.</i> , 2011	Années 90
Lac Naivasha	Kenya	1900-1998 (110)	1990-2014 (20)	28.34	11.32	NS	augmente ***	Mavuti <i>et al.</i> , 1996	Années 70-90
Lac Nakuru	Kenya	1958-2000 (29)	1993-2000 (9)	40.77	38.7	NS	NS	Moreau <i>et al.</i> , 2001	Années 70-80

NA = Ne s'applique pas, NS = non significatif, *= $p < 0.05$, **= $p < 0.01$, ***= $p < 0.001$

Source: Gownaris *et al.*, 2016b modifié.

Figure 7

Carte situant les 13 lacs et réservoirs africains analysés sur les tendances à long terme des fluctuations interannuelles et saisonnières du niveau des lacs (tableau 1). Tous les lacs et réservoirs des zones arides : Turkana, Tana, Tchad, Awassa, Kariba et Naivasha (sauf le lac Nakuru) montrent une augmentation significative ($p < 0,01$) des fluctuations saisonnières du niveau d'eau, ce qui indique une variabilité climatique accrue (tableau 1).



Source: Gownaris *et al.*, 2016b.

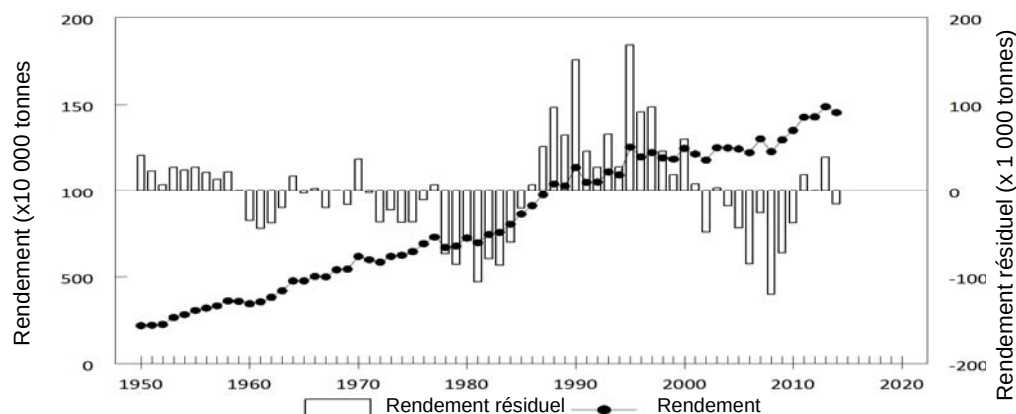
2.2 Variabilité environnementale et production de poisson

On trouve de plus en plus de preuves que les captures des pêcheries continentales africaines en général, et des pêcheries en zones arides en particulier, dépendent davantage des facteurs climatiques externes (dont l'augmentation de la variabilité saisonnière des plans d'eau de surface, tableau 1), que des taux d'exploitation humaine et des diverses interventions de gestion (Jul-Larsen *et al.*, 2003; Kolding et van Zwieten, 2011, 2012; Gownaris *et al.*, 2016a et b).

Si les rendements constatés des pêcheries continentales africaines ont augmenté de façon quasi-linéaire d'environ un demi-million de tonnes par décennie au cours des 60 dernières années, on enregistre des variations cycliques claires dans les résidus sur la période d'environ 20 ans au-dessus et en-dessous de la courbe de tendance (figure 8). Lorsque l'on compare ce modèle cyclique avec les changements les plus évidents observés sur les lacs et les réservoirs africains (les fluctuations interannuelles et saisonnières du niveau de l'eau et de l'apport des rivières à long terme), on observe apparemment une corrélation entre les statistiques des débarquements hors tendances (en provenance des pays de la SADC) et les oscillations du niveau d'eau à long terme causées par le climat (figure 9), qui sont remarquablement corrélées avec la plupart des grands lacs pour les 200 dernières années.³

³ Les comparaisons entre le lac Malawi et le lac Victoria au cours des 200 dernières années montrent généralement des tendances opposées compatibles avec les modèles les plus typiques des anomalies de précipitations, où l'on constate, la plupart des années, une forte opposition entre l'Afrique équatoriale et australe (Nicholson, 1998).

Figure 8
Rendement total annuel enregistré (en tonnes) de la pêche continentale dans 27 pays africains
comportant des zones arides⁴ et anomalies de captures (rendement résiduel, en tonnes)
indiquant une périodicité approximative de 20 ans de part et d'autre de la tendance



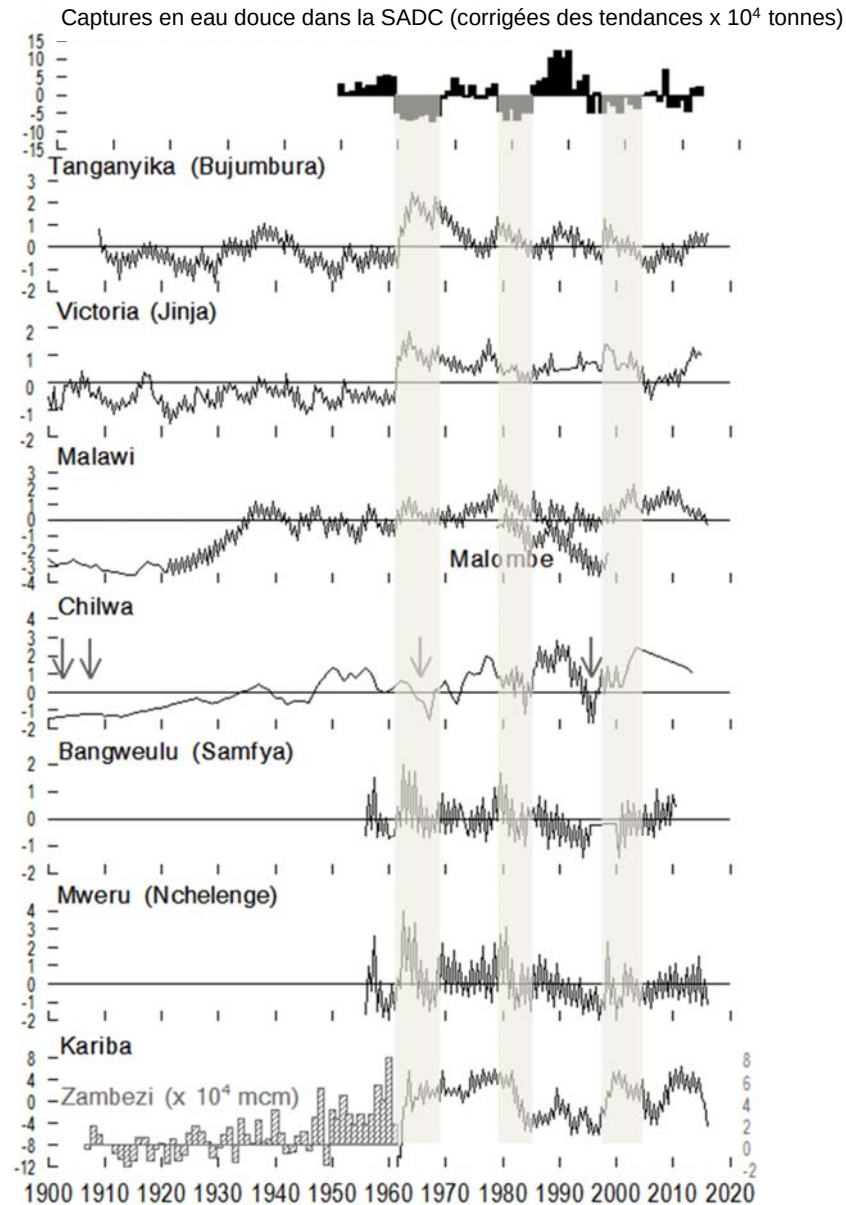
Source: Statistiques de pêche (FishStat) de la FAO (2016).

Les lacs plus petits suivent le même schéma de changement climatique et, comme chez la plupart des agriculteurs, la plus grande préoccupation des pêcheurs africains au niveau environnemental, est généralement l'insécurité des précipitations annuelles. «Le poisson vient avec la pluie» revient comme un leitmotif dans les réponses des pêcheurs africains quand on les interroge sur les facteurs qui influent sur la production de poisson (Kolding *et al.*, 2016; figure 9). Les nombreux plans d'eau isolés endoréiques (fermés) des zones arides d'Afrique, comme les lacs Ngami (Botswana), Chilwa (Malawi), Mweru Wa'Ntipa (Zambie), Liambezi (Namibie) ou Nakuru (Kenya), qui périodiquement s'assèchent, deviennent des marais boueux ou même des dépressions poussiéreuses, sont autant de bons exemples empiriques de ce dicton. Ceci étant, après remplissage pendant les années de bonnes pluies, l'activité reprend immédiatement et retrouve une productivité très élevée sur un temps très court, généralement moins d'un an. À l'heure actuelle, le lac Ngami, qui s'est asséché en 1982-2002, et le lac Liambezi, qui s'est asséché entre 1986 et 2009, sont tous deux très productifs et offrent un rendement exceptionnel en poissons (Keta Mosepele, com. pers.; Peel *et al.*, 2015). Autre exemple anthropique : le réservoir Khasm el-Girba au Soudan, qui est nettoyé et complètement vidé tous les ans en raison de problèmes d'envasement, ce qui provoque des morts massives de poissons. Pourtant, une fois le réservoir de nouveau rempli, les populations de poissons se reconstituent rapidement (El-Thair et Kolding, 1995) et rien n'indique que sa disparition régulière ait un impact significatif sur la composition des espèces, la composition démographique ou le rendement potentiel. De même, le réservoir Kokologho au Burkina Faso (d'une surface maximale de 64 ha et de 2,5 m de profondeur) a été complètement vidé en 1991 afin d'en élargir la digue. Après seulement un cycle hydrologique (en 1992), on constatait des captures remarquables de 170 kg/ha (Baijot *et al.*, 1997).

⁴ Afrique du Sud, Angola, Botswana, Burkina Faso, Égypte, Éthiopie, Gambie, Guinée, Guinée-Bissau, Kenya, Lesotho, Madagascar, Malawi, Mali, Maroc, Mozambique, Namibie, Niger, République centrafricaine, Sénégal, Somalie, Soudan (ancien), Swaziland, Tanzanie, Tchad, Tunisie, Zambie et Zimbabwe.

Figure 9

Niveaux d'eau relatifs des lacs Tanganyika, Victoria, Malawi, Malombe, Chilwa, Bangweulu, Mweru et Kariba exprimés en écarts par rapport à la moyenne à long terme des niveaux moyens annuels sur la période pour laquelle on dispose de données. Les barres en gris clair sont les écarts de l'apport total annuel moyen du Zambèze aux Chutes Victoria sur 89 années (mcm = million de mètres cubes). Les flèches indiquent les années où le lac Chilwa a été constaté comme étant asséché. Le lac Malombe est considéré hydrologiquement comme un satellite du lac Malawi: lorsque le niveau du lac Malawi est faible, le lac Malombe s'assèche complètement. Le graphique du haut montre la variabilité par rapport à la tendance des captures totales de poissons dans la région de la SADC, les barres grises permettant de comparer les périodes de faibles prises par rapport à la tendance.



Source: Adapté de Kolding *et al.* (2016).

2.2.1 Systèmes hydrologiques d'impulsion de crue et stables

Dans une série d'études de cas sur les pêches continentales de la Communauté de développement d'Afrique australe (SADC), Jul-Larsen *et al.* (2003) ont examiné la relation entre la variabilité environnementale et les attributs écologiques des communautés de poissons. Ils ont constaté que les variations interannuelles du niveau des lacs indiquent des tendances à moyen terme et des situations persistantes qui affectent directement la variation et la résilience des stocks de poissons. Sur une échelle de temps plus courte, les fluctuations inter-annuelles du niveau des lacs représentent la saisonnalité de la productivité. Les impacts potentiels de la variation des niveaux d'eau par rapport à l'échelle de temps et la taille de l'écosystème aquatique sont résumés comme suit :

- **Les tendances et les fluctuations à long terme** (y compris la réinitialisation complète des systèmes), qui agissent sur la composition et la structure de communautés entières de poissons.
- **Les tendances à court terme et les fluctuations interannuelles**, qui agissent sur les espèces de poissons au sein des communautés sur le court terme, en fonction de la durée de vie et de la réponse des espèces aux changements de productivité des lacs dus à des facteurs externes.
- **Les variations des crues saisonnières**, qui agissent sur le recrutement des espèces ayant des durées de vie courtes, déclenchent la migration des poissons et qui, parce qu'elles sont le point de départ de l'impulsion annuelle de la productivité, déterminent la force de la cohorte annuelle des poissons ayant une durée de vie plus longue.

Selon ces différentes échelles de variabilité temporelle, les différents systèmes font l'objet d'un classement général des lacs et réservoirs en termes de stabilité du système (au sens d'Odum, 1969) et de productivité correspondante (Jul-Larsen *et al.*, 2003). Dans les systèmes instables comme les lacs et les réservoirs des zones arides, la productivité biologique (allant des algues aux poissons) dépend essentiellement des nutriments introduits ou recyclés par le régime annuel des crues, y compris la mobilisation des nutriments par l'inondation des bords des lacs ou des plaines inondables et des marécages associés (Kolding, 1994; Baijot *et al.*, 1997). Ces systèmes sont également qualifiés d'«allotrophiques» (Rai, 1978) parce qu'ils dépendent fortement des charges de nutriments externes et/ou de l'agitation physique et du mélange récurrents pour le maintien de la productivité. Les inondations saisonnières de ce que l'on appelle l'écotone, ou la zone de transition entre l'eau et la terre (ATTZ), c'est-à-dire la partie de la zone littorale qui fluctue entre les conditions humides et sèches, dépendent des fluctuations saisonnières du niveau d'eau. Plusieurs études ont montré une mobilisation accrue de phosphore suite aux cycles humides-secs, provoquée par l'altération des processus physiques, chimiques et microbiens dans l'écotone (Watts, 2000; Keitel *et al.*, 2015). Ainsi, l'ensemble changeant des chaînes de réactions chimiques inorganiques et d'origine bactérienne (solution, oxydation, nitrification, dénitrification, etc.) en fonction du potentiel d'oxydo-réduction fluctuant provoque un transfert de nutriments particulièrement efficace qui conduit à une amélioration de la productivité (Junk *et al.*, 1989; Kolding, 1993a; Wantzen *et al.*, 2008). On peut donc utiliser le bilan hydrique, avec un suivi des niveaux d'eau, à la place des changements abiotiques de productivité opérant sur différentes échelles de temps (Kolding, 1992; Karengé et Kolding, 1995; Jul-Larsen *et al.*, 2003; Kolding et van Zwieten, 2006). En d'autres termes, les fluctuations des niveaux d'eau agissent comme une pompe à «nutriments» efficace à l'interface entre la terre et l'eau, et ces fluctuations améliorent fortement la production biologique.

2.2.2 Indice de fluctuation relatif du niveau des lacs (RLLF)

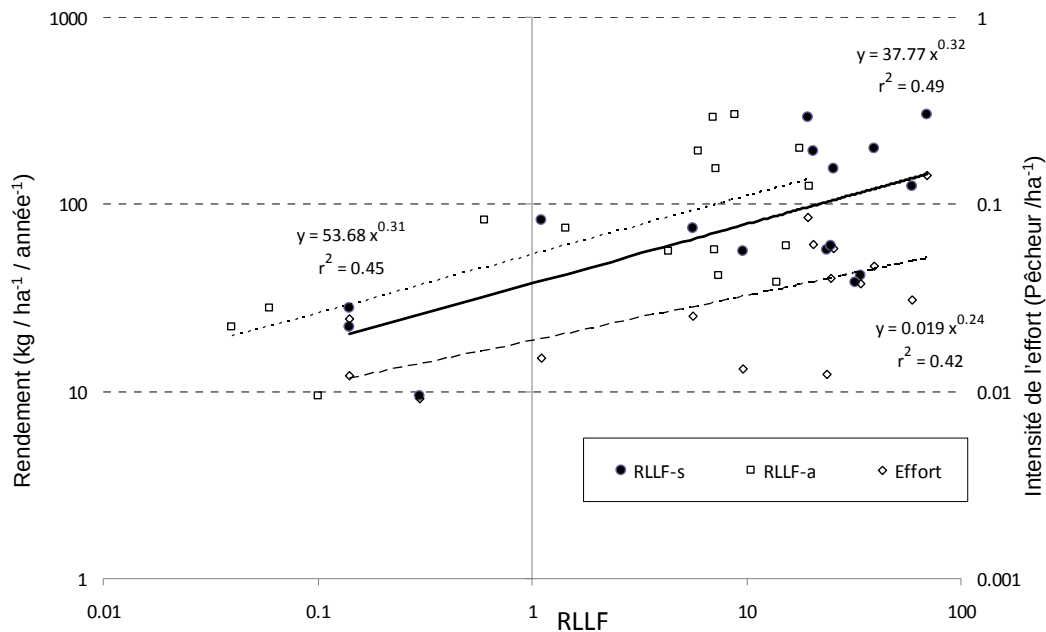
Pour rendre compte de ces dynamiques complexes sous la forme d'un indicateur simple, et sur la base de travaux antérieurs sur l'indice morpho-édaphique (MEI) de la production de poissons dans les lacs (Henderson et Welcomme, 1974) et de ce que l'on appelle l'«impulsion de crue» (*flood-pulse concept*) dans les rivières (Welcomme 1979; Junk *et al.*, 1989), Kolding et van Zwieten (dans Jul-Larsen *et al.*, 2003) ont proposé une mesure simple, appelé indice de RLLF, défini comme suit:

$$RLLF = \frac{\text{Amplitude moyenne du niveau du lac}}{\text{Profondeur moyenne}} \quad 100$$

Les niveaux moyens d'eau interannuels (la variation de moyenne annuelle = RLLF-a) et la crue saisonnière moyenne (RLLF-s) (voir le tableau 1) sont donc des indices à la fois de la stabilité interannuelle moyenne d'un système et de la force moyenne de la crue saisonnière permettant d'évaluer la dimension des systèmes et de les classer en termes de stabilité et de productivité. En fait, les fluctuations d'eau normalisées représentées par cet indice sont fortement corrélées positivement avec la productivité des poissons et la résilience des écosystèmes, et corrélées négativement avec la maturité de l'écosystème (Kolding et van Zwieten, 2012; Gownaris *et al.*, 2016b). Ainsi, plus le niveau d'eau dans le système fluctue de façon régulière, plus la productivité moyenne augmente, ce qui se reflète clairement à la fois sur le rendement moyen des poissons et le niveau correspondant de l'effort de pêche dans les lacs africains (figure 10).

Figure 10

Rendement annuel normalisé par rapport à la moyenne saisonnière de RLLF-s, et moyenne annuelle de RLLF-a pour 16 lacs et réservoirs africains.⁵ En superposition, intensité de l'effort (nombre de pêcheurs/ha⁻¹) par rapport à la RLLF saisonnière moyenne pour ces lacs et réservoirs, à l'exception du lac Rukwa où les données d'effort n'étaient pas disponibles. Toutes les régressions sont hautement significatives ($p < 0,01$). On notera les axes logarithmiques doubles qui rendent la relation entre le rendement et les fluctuations du niveau d'eau exponentielle



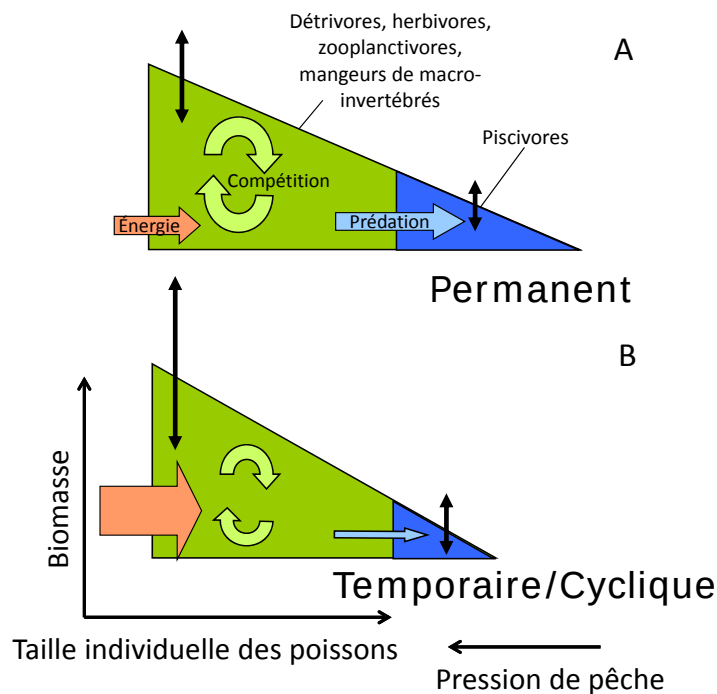
Source: Kolding et van Zwieten (2012).

De plus, en combinant les concepts théoriques de maturité des écosystèmes (Odum, 1969), de perturbations (Kolding, 1997), de spectres de taille de la biomasse (Sheldon *et al.*, 1972; Kerr et Dickie, 2001) avec la variabilité environnementale et le forçage, Jul-Larsen *et al.* (2003) ont mis au point un modèle conceptuel générique pour la constellation et la structure des communautés de poissons dans les systèmes stables et d'impulsion de crue (figure 11).

⁵ Les lacs Kivu, Tanganyika, Malawi, Victoria, Edward, Kariba, Volta, Malombe, Naivasha, Mweru, Nasser/Nubie, Rukwa, Bangweulu, Chilwa, Chiuta et Kainji.

Figure 11

Modèle conceptuel générique de communautés aquatiques en écosystèmes constants stables (A) et de crue instables (B), illustré par distribution de biomasse et de taille, variabilité et voies d'énergie. Les triangles caractérisent les communautés de poissons par la biomasse et la taille (ou niveau trophique), tandis que la variabilité (flèches verticales) et le flux d'énergie (flèches horizontales) indiquent les schémas de mortalité dominante (par prédation ou abiotique). La biomasse diminue avec la taille des poissons, et les poissons prédateurs (triangles bleus) sont généralement plus grands que leurs proies. Le parcours des flux d'énergie commence par l'apport saisonnier en nutriments résultant des changements saisonniers de productivité (flèches rouges). L'énergie dans une communauté de poissons se répartit entre concurrence et prédation (flèches vertes et bleues). La variation de biomasse causée par des variations d'apport d'énergie est plus grande chez les poissons de petite taille (flèches noires). L'augmentation de la pression de pêche se traduit généralement par une diminution de la biomasse des gros poissons et l'augmentation des captures de petits poissons

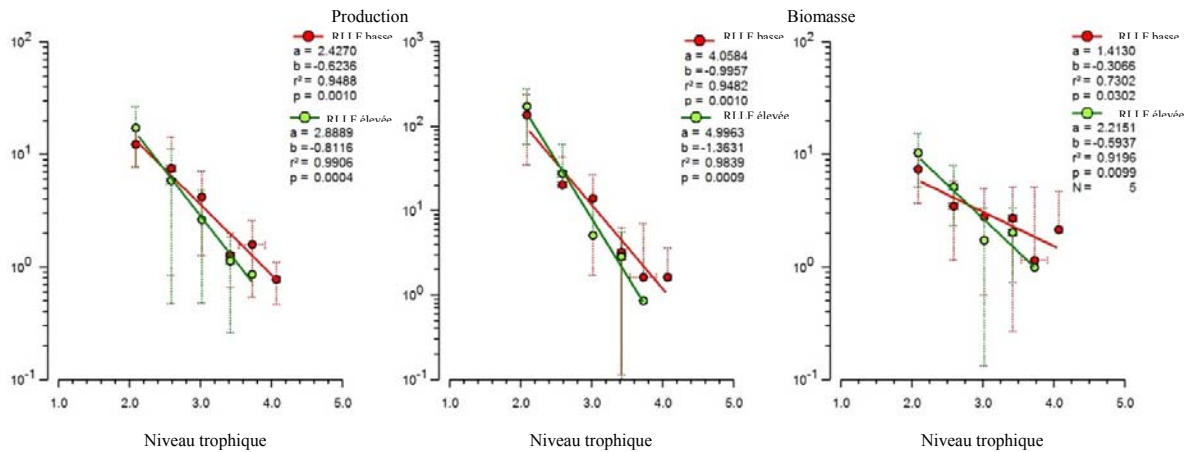


Source: Jul-Larsen *et al.* (2003).

Pour tester les prévisions de ce modèle générique (figure 11), on peut utiliser les données complètes sur les écosystèmes et les communautés de poissons tirées de la série publiée de modèles Ecopath des lacs africains (tableau 1), ainsi que les valeurs moyennes de RLLF correspondantes (Kolding et van Zwieten, 2012; Gownaris *et al.*, 2016b). On en trouve une illustration à la figure 12, où les lacs ont été séparés en deux groupes: stables (RLLF-a < 2,5) et de crue (RLLF-a > 2,5). Les figures 11 et 12 montrent que les systèmes de crue ont des pentes plus abruptes, des intersections du taux de rotation supérieures (ce que l'on appelle le rapport entre production de biomasse ou P/B), et une production totale et une biomasse totale (en kg/km²) conformes aux prévisions. Les grands prédateurs de longue apogée (TL élevée > 4) sont généralement absents des systèmes instables.

Figure 12

Ratio de production par rapport à la biomasse (P/B), production totale et biomasse totale (kg/km²) des espèces ou des groupes fonctionnels par rapport à leur niveau trophique moyen (regroupés par intervalles de 0,4 TL) dans 12 écosystèmes lacustres africains. La catégorie de RLLF basse représente les systèmes avec une RLLF-a < 2,5 (n = 8), tandis que les systèmes de forte RLLF ont une RLLF-a > 2,5 (n = 6) (tableau 1). Une comparaison est possible avec la figure 11



La forme (pentes et intersections) de la distribution du volume de biomasse (ou du niveau trophique) nous renseigne sur la résilience et la sensibilité des espèces à la pêche (Jul-Larsen *et al.*, 2003). On peut dire qu'en général, dans une répartition de la biomasse par tailles, les gros poissons à croissance lente, très vulnérables, se retrouvent à droite, et les petits poissons, à croissance rapide et moins sensibles, se retrouvent à gauche. En résumé, les systèmes de crue instables comme les étendues d'eau des zones arides abritent essentiellement des petites espèces opportunistes très productives et très résilientes, avec des fluctuations en dents de scie. Ces dernières espèces de poissons s'adaptent à de fortes perturbations de l'environnement et se prêtent donc difficilement à la surpêche. En raison de leur productivité élevée (P/B), elles peuvent produire de très bons rendements dans les années de bonnes pluies, mais comme elles réagissent aussi rapidement aux changements de régimes hydrologiques liés au climat (Sarch et Allison, 2000), il faut s'attendre à des alternances d'épisodes de faible productivité en période de sécheresse. Les processus exacts par lesquels les poissons «reviennent» ou se rétablissent rapidement dans les systèmes où un choc grave a eu lieu sont encore peu clairs. Dans certains endroits, on pense que les géniteurs migrent des affluents lorsque les plans d'eau s'assèchent ou que les réservoirs se vident; dans d'autres cas, on pense que les géniteurs s'enterrent dans le sable ou dans la boue. On observe également que les poissons migrent avec l'eau des crues. Il peut parfois y avoir besoin de réapprovisionner les petits plans d'eau ou les réservoirs lorsque ceux-ci sont remis en eau. Dans tous les cas, à cause de ces incertitudes, des mesures spécifiques (comme éviter de vider un réservoir complètement, ou permettre la connectivité entre les zones sous pression et d'autres plans d'eau) peuvent être nécessaires pour assurer une expansion après une contraction.

La littérature et les données étudiées ici montrent que les modèles de précipitations, qui se reflètent dans la fluctuation du niveau des eaux, ont un impact significatif sur les lacs et les réservoirs africains, et que cet impact est inversement proportionnel à la taille et la profondeur des plans d'eau. En général, il semble que plus l'instabilité augmente, plus la productivité d'un système augmente (augmentation de la RLLF, figure 10), et on ne trouve aucun signe de décroissance dans les données examinées jusqu'ici. Certains des lacs africains les plus productifs comme le lac Chilwa et le lac Tchad, agissent plus, en réalité, comme des plaines inondables que comme des lacs. Les réservoirs artificiels sont

généralement plus productifs que les lacs naturels (Marshall, 1984), mais ils sont aussi plus fluctuants en raison des prélèvements pour l'électricité ou l'irrigation. En fait, les réservoirs les plus productifs dans les données examinées par Kolding et van Zwieten (2012) font l'objet de prélèvements réguliers qui dépassent la profondeur moyenne du système. Ceci montre que la résilience et le taux de régénération des populations de poissons dans les systèmes tropicaux instables comme les zones arides, est très important. D'autre part, les personnes vivant dans de tels environnements doivent s'adapter aux situations d'expansion et de contraction puisque les ressources sont instables et largement imprévisibles.

La conclusion générale est que le potentiel d'accroissement de la production de poissons dans les zones arides est importante, que la ressource est très résiliente et productive, mais qu'une imprévisibilité générale et en augmentation dans la configuration des précipitations nécessaires pour maintenir les plans d'eau de surface fait planer une incertitude sur les niveaux de production annuels. Cette incertitude doit être contrecarrée par une stratégie de subsistance adaptative et diversifiée (Little *et al.*, 2001; Barret *et al.*, 2001).

2.3 Ressources en poisson

L'Afrique, dans son ensemble, est bien dotée en ressources halieutiques maritimes et continentales (rivières, plaines inondables, lacs et réservoirs). L'Afrique est aussi un continent où l'aquaculture est en pleine expansion et où le potentiel d'augmentation de la production de poissons est considérable. Beaucoup de pays d'Afrique possédant de grandes étendues de zones arides comme l'Égypte, le Ghana, le Kenya, la Namibie, le Nigéria, le Sénégal et l'Ouganda produisent également de grandes quantités de poissons (voir tableau 2) qui sont négociées localement, conservées et transportées vers des marchés régionaux et internationaux. D'autres pays qui ne possèdent pas de zones arides produisent aussi des poissons qui sont vendus dans les zones arides et contribuent de manière significative à la sécurité alimentaire et à la nutrition dans ces zones. S'il est reconnu que les statistiques de capture et commerce du poisson sont limitées et sous-estimées en Afrique (61 pour cent des pays n'ont pas fourni de statistiques adéquates sur les captures à la FAO en 2009, Garibaldi, 2012), la valeur du poisson dans le régime alimentaire des populations, sur l'ensemble du continent, est bien connue des études spécifiques à chaque pays.

Les zones arides sont certes caractérisées par leur faible indice de pluviométrie, mais de nombreuses régions ont aussi des lacs, des rivières et des ressources en eau souterraine, et certaines sont soumises à des inondations périodiques. En outre, on construit de plus en plus de petits barrages et de réservoirs pour stocker et conserver les eaux de ruissellement pendant la courte

Encadré 3. Les petites pêches de réservoir au Burkina Faso

Le Burkina Faso dispose d'importantes ressources halieutiques provenant de plus de 1 000 petits réservoirs construits principalement pour la récolte de l'eau et répartis dans tout le pays.

Tous les réservoirs sont de petite taille, avec des digues de moins de 8 m de haut, une capacité de stockage maximale de 30 M de m³, une superficie habituellement inférieure à 100 ha de capacité maximale et de quelques hectares seulement à prélèvement maximal. Les fluctuations des niveaux d'eau annuels sont de 2 à 3 m d'amplitude et la faible profondeur des réservoirs peut ramener à 1 le ratio entre la capacité minimale et maximale.

Le taux d'évaporation est élevé (environ 2 m au cours de la saison sèche), ce qui signifie que tout réservoir d'une profondeur inférieure à 2 m s'assèche complètement presque chaque année. La production de poisson dépend du régime hydrologique : les années de bonnes pluies, la production augmente de manière significative, et vice versa. Le principal obstacle à la production de poisson est l'occurrence de situations écologiques graves causées par la sécheresse. Dans certains cas, un repeuplement de saison régulier peut être nécessaire pour augmenter la production. Ceci étant, le repeuplement est plus efficace s'il n'y a pas de poissons prédateurs ou s'ils sont peu nombreux avant le lâcher de juvéniles. Les captures dans les petits réservoirs se composent principalement d'espèces rustiques telles que les tilapias et le poisson-chat africain (*Clarias gariepinus*); elles varient entre 60 et 120 kg/ha, ce qui est cohérent avec les captures dans les lacs artificiels plus grands d'Afrique.

Source: Baijot *et al.*, 2012.

(mais souvent intense) saison des pluies. De nombreux pays arides bénéficient du poisson provenant des lacs et des rivières entourés de zones arides. Par exemple, les lacs Tchad, Malawi, Tanganyika et Victoria, et les fleuves Gambie, Niger, Nil et Sénégal contribuent de manière significative à des débarquements de pêche à l'intérieur des terres. En outre, il existe de nombreux étangs, plaines inondables, marais et plans d'eau saisonniers qui permettent d'ajouter du poisson au régime alimentaire général des populations vivant dans les zones arides.

2.3.1 Petits plans d'eau et réservoirs

Bien que seulement 5 pour cent des barrages du monde se trouvent en Afrique subsaharienne (ADB *et al.*, 2008), des milliers de petits réservoirs sont présents dans le paysage rural (Marshall et Maes, 1994; Venot *et al.*, 2012). En Afrique australe, on a identifié environ 20 000 petits plans d'eau qui couvrent une superficie totale de 25 millions d'hectares (ALCOM, 1994).⁶ En estimant de façon prudente la production annuelle moyenne de poisson à 50 kg/ha, ce seul secteur produirait environ 1,25 million de tonnes de poisson, soit près de la moitié du total enregistré du produit des pêches continentales de l'Afrique.⁷ Au Burkina Faso semi-aride, par exemple, quelque 1 400 barrages ont été construits pour créer des réservoirs d'eau, dont la taille varie de 1 à 25 000 ha, et qui représentent environ 82 pour cent de l'eau de surface du pays (Melcher *et al.*, 2012; encadré 3). Les petits réservoirs soutiennent et améliorent les synergies entre les stratégies de subsistance multiples et amortissent la variabilité saisonnière de l'accès à l'eau. Ils attirent depuis longtemps l'intérêt du monde du développement et des bailleurs de fonds, car ils permettent aux communautés vulnérables des zones arides de faire face à la sécheresse, d'abreuver le bétail et de prolonger la durée de croissance des plantes par l'irrigation. Leur utilisation pour abreuver le bétail entraîne des dépôts de fumier autour de leurs bords; les réservoirs sont alors généralement eutrophiques, avec de fortes teneurs en nitrate (NO_3^-) et en phosphate (PO_4^{3-}), et donc potentiellement très productifs. Les petits réservoirs du Burkina Faso, par exemple, sont plus riches en concentrations minérales que les grands lacs artificiels, mais moins stables (Baijot *et al.*, 1997). Bien que les ressources halieutiques des petits réservoirs soient souvent négligées, elles peuvent fournir des rendements en protéines importants de l'ordre de 150 kg/ha ou plus (Marshall et Maes 1994; van der Mheen, 1994; van der Knaap, 1994; Kolding *et al.*, 2016). Toutefois, l'importance du poisson comme moyen de subsistance durable et sain en Afrique, et en particulier l'importance des petits poissons provenant de la multitude de petits plans d'eau et de réservoirs, ainsi que leur relation forte avec la dynamique de l'eau liée au climat, sont généralement sous-évaluées et peu comprises car la plupart des poissons sont consommés localement et les captures ne sont pas enregistrées dans les statistiques (Kolding *et al.*, 2016).

2.4 Production de poisson

La production totale de poisson en Afrique était de 9 millions de tonnes en 2011 (FAO, 2012), composée à 84 pour cent de pêches de capture et à 16 pour cent provenant de l'aquaculture, la production des pêches de capture continentales étant toutefois considérée comme largement sous-estimée. Après l'Asie, l'Afrique est le deuxième plus grand producteur de poissons d'eaux continentales, avec une production déclarée de 2,6 millions de tonnes par an ; le lac Victoria à lui seul produit 1 million de tonnes (Kolding *et al.*, 2014b). Cependant, Kolding *et al.* (2016) estiment que le total réel des captures continentales est considérablement plus élevé (environ 20 millions de tonnes), compte tenu de la superficie totale des ressources d'eau douce du continent (lacs, cours d'eau, réservoirs, plaines inondables et marais) qui couvrent 1,3 million de km^2 (Lehner et Döll, 2004; de Graaf *et al.*, 2012), avec une production annuelle moyenne de poisson d'environ 150 kg/ha (van der Knaap, 1994; Marshall et Maes, 1994; Kolding et van Zwieten, 2006). Il est très probable que les documents officiels sur la production soient sous-estimés en termes de grandeur. La production dans

⁶ La base de données du programme ALCOM recense plus de 18 000 réservoirs, lacs et marais dans la région SADC, et la base de données sur les cours d'eau recense plus de 40 000 segments de rivières et fleuves. Voir également Jenness *et al.* (2007).

⁷ Les prises déclarées sont très certainement sous-estimées, voir point 3.8.

les pays arides enclavés comme le Burkina Faso, le Mali et le Niger a augmenté à la suite de la production des fleuves Niger et Sénégal, bien que les niveaux enregistrés soient beaucoup moins importants que ceux des pays côtiers (Ndiaye, 2013). Le tableau 2 fournit des données sur plusieurs pays ayant des zones arides importantes.

2.4.1 Importance des petits poissons

Les pêcheries africaines les plus productives ciblent toutes les espèces de petits poissons pesant entre un et quelques grammes. Sur l'ensemble des lacs Tanganyika, Kariba, Cahora Bassa et Kivu, c'est la pêche du *kapenta* (*Limnothrissa miodon* et *Stolothrissa tanganicae*) qui prédomine. Il en va de même pour le *chisense* (un mélange de *Potamothrissa acutirostris*, *Microthrissa stappersii* et *Poecilothrissa moeruensis*) dans les lacs Mweru, Bangweulu et Mweru-Wa-Ntipa, de l'*usipa* (*Engraulicypris sardella*) et du *kambuzi* (plusieurs petites espèces d'haplochromis démersaux) dans les lacs Malawi, Chilwa et Malombe, du *dagaa*, de l'*omena* ou du *mukene* (*Rastrineobola argentea*) dans le lac Victoria, du *mazeze* (essentiellement des cyprinidés de petite taille) dans le delta de l'Okavango, et du *kapesa*, une espèce semblable, dans les marais de Bangweulu (figure 13). Toutes ces pêcheries ont de bons rendements et sont extrêmement importantes pour la consommation locale ; la plupart ne sont pas enregistrées dans les statistiques officielles de captures. L'après-transformation et la conservation sont simples et peu énergivores, car ces espèces sont simplement séchées au soleil en quelques jours, contrairement à de plus gros poissons qui ont besoin d'éviscération, de salage ou de fumage pour être conservés. La simplicité des techniques de conservation et la facilité de stockage et de transport permettent de vendre ces petites espèces de poissons à faible coût sur la plupart des marchés d'Afrique. Elles sont vendues en petites portions au poids, à un prix égal à celui des gros poissons (Brummett, 2000), ce qui les rend très accessibles. On trouve des petits poissons en tas partout sur les marchés, loin de leur site de capture (figure 13) : le *dagaa* du lac Victoria se vend dans tous les pays riverains (Hoffman, 2010), on trouve le *chisense* du lac Mweru et le *kapenta* du lac Kariba dans toutes les grandes villes de Zambie et du sud de la République démocratique du Congo (Overå, 2003; COI, 2012). Les petits poissons étant séchés avec la tête, les arêtes et les organes internes intacts, ils constituent une source concentrée de plusieurs nutriments essentiels, contrairement aux gros poissons qui ne sont généralement pas consommés entiers : en filets, l'apport en micronutriments est moindre (Longley et al., 2014).

Tableau 2.
Production pélagique, terrestre et aquacole (2009) de différents pays d'Afrique aux zones arides étendues (en tonnes)

	Production pêche de capture marine	Production pêche de capture continentale	Production aquacole	Production totale
Égypte	121 362	263 847	919 585	1 304 794
Nigéria	323 599	293 382	200 535	817 516
Afrique du Sud	623 020	900	3 133	627 053
Ouganda	0	413 805	95 000	508 805
Sénégal	375 414	34 164	78	409 656
Namibie	367 200	2 800	545	370 545
Ghana	261 205	90 000	10 200	361 405
Tanzanie	49 438	293 043	454	342 935
Mauritanie	261 238	15 000	n/a	276 238
Kenya	8 264	134 847	12 154	155 265
Mali	0	100 000	2 083	102 083
Malawi	0	98 299	3 163	101 462
Soudan	5 700	66 000	2 200	73 900
Tchad	0	40 000	n/a	40 000

Somalie	29 800	200	n/a	30 000
Niger	0	29 884	70	29 954
Éthiopie	0	18 058	25	18 083
Burkina Faso	0	14 520	300	14 820

Source: Annuaire statistique des pêches et de l'aquaculture de la FAO, 2010.

Illustration 1



Gauche: le *kapesa* (mélange de petits poissons, principalement des cyprinidés) mis à sécher dans les marais de Bangweulu, Zambie (photo: Carl Huchzermeyer). Droite: *Dagaa* (*Rastrineobola argentea*) séché au soleil sur un marché local en Tanzanie (photo: Modesta Medard)

2.4.2 Aquaculture

L'industrie aquacole en Afrique a une très longue histoire, mais elle a aussi une période d'incubation lente (Hara, 2001). Depuis le début des années 70, les gouvernements, les organisations internationales et les ONG mettent en œuvre des programmes de développement de l'aquaculture en Afrique rurale, en particulier sous l'égide de la FAO et de l'ALCOM (encadré 4), et du Centre international pour la gestion des ressources aquatiques vivantes (ICLARM)/WorldFish (Hecht *et al.*, 2005). Entre 1970 et 2000, période généralement considérée comme l'«âge d'or» du soutien des bailleurs de fonds au secteur, le développement a été facilité par une assistance technique et financière des bailleurs multilatéraux et bilatéraux d'un montant d'environ 500 millions de \$EU (Coche *et al.*, 1994). Toutefois, aucun de ces investissements n'a véritablement eu les effets désirés, et leur durabilité reste incertaine (van der Mheen, 1999).

Tableau 3
Production aquacole en Afrique (en tonnes) par année

RÉGION	1970	1980	1990	2000	2009	2010	2012
AFRIQUE	10 271	26 202	81 018	399 676	991 183	1 288 320	1 485 367
AFR. SUBSAHARIENNE	4 243	7 048	17 184	55 690	276 906	359 790	454 691
AFRIQUE DU NORD	6 028	19 154	63 831	343 986	714 277	928 530	1 030 675

Source: Situation mondiale de la pêche et de l'aquaculture (SOFIA), 2014.

En 2012, l'aquaculture en Afrique a produit 1,5 million de tonnes de poisson, la majorité provenant d'Égypte, et moins de 500 000 tonnes d'Afrique subsaharienne. Cela représente une augmentation de 1,2 à 2,2 pour cent de la production mondiale sur une période de 10 ans, principalement en raison du développement de l'élevage de poissons d'eau douce (voir tableau 3). En Afrique subsaharienne, la contribution de l'aquaculture au produit intérieur brut (PIB) est négligeable, entre 0,001 à 0,715 pour cent (Hecht *et al.*, 2005). La production aquacole africaine est largement dominée par les poissons à nageoires (99,3 pour cent), avec seulement une petite fraction de la production de crevettes et de mollusques marins. Les grands producteurs aquacoles sont l'Égypte, le Nigéria, Zanzibar, l'Ouganda, le Ghana, le Kenya, la Zambie, la Tunisie, le Zimbabwe et la Tanzanie. La production aquacole égyptienne connaît une croissance rapide depuis 1997, avec plus de 1,1 million de tonnes en 2014. Le tilapia et la carpe constituent 83 pour cent de la production aquacole de ce pays (Goulding et Kamel, 2013). Initialement concentrée sur la culture en étang à faibles intrants, l'aquaculture utilise aujourd'hui de plus en plus les systèmes de re-circulation de haute densité (Nigéria et Afrique du Sud), et la culture en cage en eau libre est en pleine expansion. L'aquaculture artisanale non commerciale apporte une contribution négligeable à l'approvisionnement en poisson dans la région, mais contribue de façon importante aux moyens de subsistance des ménages ou de la communauté. Toutefois, il est peu probable que le secteur non commercial puisse contribuer de façon significative à l'approvisionnement en protéines au niveau national dans l'un des quelconque pays cibles à court et moyen terme (Hecht *et al.*, 2005). Les raisons principales de l'échec du développement de l'aquaculture en Afrique ont été identifiées comme suit: la technologie appropriée n'a pas été utilisée, la durabilité a fait défaut, et les bénéficiaires cibles (des projets de développement) ont généralement été des agriculteurs ruraux disposant de faibles ressources (FAO, 1999). Tout bien considéré, cependant, il semble que l'aquaculture en Afrique subsaharienne a eu du mal à lutter contre la concurrence économique des pêches de capture, dont la production continue d'augmenter régulièrement: 3,7 pour cent par an environ (Welcomme et Lymer, 2012; figure 8), même si les captures sont probablement sous-estimées en termes de grandeur (Kolding *et al.*, 2016).

Vu l'importance du soutien et de l'assistance technique fournis pour la mise en œuvre de l'aquaculture artisanale dans les communautés rurales d'Afrique subsaharienne et les résultats très négligeables obtenus (encadré 5), et sachant que la tendance actuelle va vers des entreprises commerciales très technologiques qui visent à fournir un marché urbain en pleine expansion, les experts en aquaculture ont peu d'espoir que l'aquaculture artisanale dans les zones arides puisse devenir économiquement viable, qu'elle contribue à la sécurité alimentaire ou améliore la résilience des communautés rurales vulnérables (van der Mheen, 1999; Hecht *et al.*, 2005; Morten Frost Hoyum, com. pers.).

On peut résumer comme suit les principales contraintes de l'aquaculture dans les zones rurales arides : i) manque de ressources en eau fiables; ii) absence d'intrants alimentaires abordables; et iii) retard de croissance dû aux limitations en oxygène.

Encadré 4. L'ALCOM

Le Programme de développement de l'aquaculture communautaire locale (ALCOM) est un programme majeur qui a été développé de 1986 à 1998 en Afrique australe (en particulier au Botswana, Lesotho, Malawi, en Zambie, au Zimbabwe et en Tanzanie). Il était soutenu principalement par la Suède (au départ), la Belgique (ensuite) et la FAO.

Il était initialement consacré à la mise en œuvre de l'aquaculture artisanale dans les communautés rurales, mais il a ensuite été élargi à l'étude de l'utilisation des petits plans d'eau (SWB) comme les barrages et les réservoirs d'accumulation d'eau pour l'aquaculture et la pêche. De nombreux petits réservoirs ont été construits en Afrique australe (à la fin du projet, la base de données ALCOM comptabilisait plus de 18 000 réservoirs, lacs et marais dans la région de la SADC), mais la production de poisson était généralement une fonction secondaire.

Malheureusement, en raison de financements incohérents et de la restructuration des programmes, le programme ALCOM n'a pas abouti de façon satisfaisante et beaucoup des résultats n'ont jamais été publiés ni diffusés (FAO, 1999). La plupart des activités initiées dans le cadre de l'ALCOM se sont arrêtées peu de temps après la fin du programme.

Source: Van der Mheen (1999), FAO (1999).

- i. Les précipitations généralement irrégulières et le fort taux annuel d'évaporation qui caractérise les zones arides font que les étangs et les réservoirs destinés à l'aquaculture dont la profondeur est d'environ 2 m ou moins, doivent être rechargés en eau souterraine, faute de quoi ils se vident pendant la saison sèche. Sans nappes phréatiques suffisantes et systèmes de pompage fiables ou barrages de sauvegarde, le risque de perdre le poisson par dessiccation saisonnière est donc élevé. Comme la gestion de l'eau en agriculture est soumise à une concurrence de plus en plus forte, la question de savoir s'il vaut mieux utiliser les ressources en eau disponibles pour l'irrigation des cultures végétales ou pour l'élevage du poisson reste ouverte.
- ii. La disponibilité, la qualité et la répartition de la nourriture, ainsi qu'un taux de conversion en nourriture acceptable demeurent les contraintes majeures des producteurs non commerciaux et commerciaux en Afrique subsaharienne (Hecht *et al.*, 2005). Contrairement aux animaux terrestres, les poissons ne peuvent pas être nourris efficacement avec des grains ou des céréales (glucides), qui ne font pas naturellement partie des écosystèmes aquatiques. Les poissons et les crustacés sont globalement carnivores, et ils ont besoin d'une nourriture contenant un taux élevé de protéines et de lipides (Tacon et Metian, 2015). Même les aliments du commerce pour les espèces dites herbivores et omnivores comme le tilapia ont en moyenne un taux de protéines et de lipides de presque 40 pour cent, pratiquement deux fois plus élevé que ceux destinés à l'élevage intensif des porcs et des poulets. La composition des aliments du poisson d'aquaculture est donc riche en protéines et en lipides et très faible en glucides, ce qui la rend très chère à produire car elle dépend en grande partie de matières premières importées. En général, le poisson élevé dans des fermes de petite taille en Afrique a du mal à lutter contre la concurrence économique du poisson sauvage capturé (Béné *et al.*, 2009). À la réunion du Comité des pêches (COFI) à Rome, en 2014, dans le cadre du Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD) et le Programme Poisson de la FAO (NFFP), les participants ont noté comme préoccupation sérieuse l'utilisation croissante des petites espèces de poissons pélagiques pêchées localement pour nourrir les poissons d'élevage dans l'aquaculture commerciale, comme le *dagaa* (*Rastrineobola argentea*) du lac Victoria, une source très importante de protéines pour de nombreux ménages de la région. Contrairement aux coûteux aliments riches en protéines utilisés par les producteurs de l'aquaculture commerciale, les petits aquaculteurs utilisent généralement différents types de son, des matières végétales, des déchets de cuisine, des termites et une variété d'aliments fabriqués bruts à la ferme, comptant fortement sur la productivité naturelle aidée par l'utilisation de lits de compost vert ou de fumier animal (Hecht *et al.*, 2005). Mais ces aliments ont des taux de production très bas (encadré 5) qui ne peuvent lutter avec les

Encadré 5. L'aquaculture au Malawi

Le Malawi a une superficie totale de 118 500 km², dont 20 pour cent de zones aquatiques. Entre 10 et 25 pour cent de sa superficie totale, soit 11 650 km², convient à l'aquaculture (Brooks, 1992). On dénote actuellement plus de 4 000 aquaculteurs enregistrés, qui possèdent 9 500 étangs à poissons. Ils appartiennent cependant, en grande majorité, à une catégorie d'aquaculteurs qui possèdent des étangs mais qui n'en tirent qu'une production minime; pour presque tous, l'aquaculture n'est qu'une de leurs nombreuses activités, qu'ils combinent pour assurer au mieux leur sécurité alimentaire. Le secteur fournit actuellement une quantité insignifiante de poisson au niveau national (moins de 1 %) par rapport à la pêche de capture. La production moyenne est de 7,5 kg par étang, soit 700 kg/ha ou environ 12 kg par an par exploitant. Compte tenu du nombre d'étangs ou d'exploitants, la production annuelle totale du Malawi était estimée entre 50 et 75 tonnes annuelles en 2003.

L'aquaculture produit 93 pour cent de tilapia (*Oreochromis shiranus*, *Oreochromis karongae* et *Tilapia rendalli*), 5 pour cent de poisson-chat (*Clarias gariepinus*) et 2 pour cent d'espèces exotiques comme la carpe ordinaire, le bar noir (*black bass*) et la truite. Le système le plus fréquemment utilisé est l'aquaculture intégrée avec peu d'intrants essentiellement la polyculture d'*Oreochromis shiranus* et de *Tilapia rendalli*, et parfois *Clarias gariepinus*.

Source: Andrew *et al.*, 2003.

pêches de capture en termes de retour sur investissement en main-d'œuvre et en capital (Béné *et al.*, 2009).

- iii. La concentration d'oxygène dissous dans l'eau est d'environ 30 fois inférieure à ce qu'elle est dans l'air, et la solubilité diminue avec l'augmentation de la température. L'eau stagnante tiède a donc généralement de très faibles concentrations d'oxygène, et cela est particulièrement vrai pour les étangs eutrophiques turbides ou les réservoirs enrichis avec des déchets de cuisine et/ou du fumier. Dans les petits réservoirs du Burkina Faso, par exemple, on enregistre des niveaux d'oxygène qui varient énormément selon le moment de la journée et avec les saisons (Baijot *et al.*, 1997). C'est généralement le matin et pendant la saison des pluies que l'on note le taux le plus faible, soit environ 2,5 mg/litre (environ 25 pour cent de saturation). Les variations entre le matin et l'après-midi sont importantes (de 4 à 8 mg/litre) à cause de la respiration et de la photosynthèse du phytoplancton; la colonne d'eau se stratifie fortement et devient sursaturée à la surface. Dans de tels environnements, la croissance du poisson est fortement contrainte par le manque d'oxygène (Kolding, 1993a; Kolding *et al.*, 2008). C'est l'une des raisons pour lesquelles la culture en cage en eau ouverte gagne de plus en plus de terrain sur la culture en étang. Les petits aquaculteurs qui utilisent des étangs d'eau stagnante font face à de sérieux problèmes, car l'ajout d'ingrédients d'alimentation décomposables ou de nutriments organiques dans l'eau pour renforcer la croissance produit l'effet inverse: il ralentit la croissance par manque de concentration d'oxygène suffisante. Plus les étangs sont eutrophiques, plus le poisson utilise son énergie pour la respiration au lieu de la croissance. La petite aquaculture en étang aboutit donc rapidement à un cercle vicieux où l'augmentation de l'alimentation dans le but de favoriser la croissance produit l'effet inverse, c'est-à-dire un retard de croissance en raison de l'augmentation de l'hypoxie.

En résumé, l'histoire montre que la petite aquaculture a peu de chance de devenir une option viable pour l'amélioration de la production de protéines dans des environnements arides par rapport à l'élevage traditionnel des animaux terrestres (van der Mheen, 1999; FAO, 1999). Ceci étant, la pêche de capture (qui fait partie de la culture sociale) avec repeuplement ou introduction d'espèces dans les petits réservoirs des zones arides peut permettre d'accroître efficacement la production de poisson dans les réservoirs lorsque les populations de poissons diminuent ou après de graves sécheresses (van der Mheen, 1994). Baijot *et al.* (1997) ont examiné et comparé l'établissement des populations de poissons dans les petits réservoirs nouvellement créés sur l'ensemble du Sahel, et ils ont constaté que l'évolution des communautés de poissons avec des espèces indigènes et/ou introduites est plus ou moins similaire. La plupart de ces réservoirs ont été peuplés avec succès par de petits cyprinidés (*Barbus* et *Labeo*) et characidés (*Alestes* et *Micralestes*), des espèces de tilapia (*Oreochromis niloticus*, *O. mossambicus*, *O. gallilaeus* et *Tilapia zilli*), des mormyridés et des gymnotides (*Marcusenius* spp.), et des poissons-chat (*Clarias*). Les réservoirs plus profonds et les lacs pourraient parfois accueillir de plus grands prédateurs comme le poisson-tigre (*Hydrocynus* spp.), l'*Hepsetus* et la perche du Nil (*Lates niloticus*). Dans les plans d'eau qui ne s'assèchent pas entièrement, l'introduction d'*O. niloticus* a toujours été couronnée de succès (Baijot *et al.*, 1997). Même les lacs et les réservoirs peu profonds, qui s'assèchent presque entièrement régulièrement, sont encore capables de soutenir des populations viables d'espèces résistantes comme le *Clarias* sp. parce qu'elles peuvent survivre enterrées dans la boue ou qu'elles sont généralement les premières à peupler des zones nouvellement inondées par des affluents, ou même à se déplacer à terre sur de courtes distances (Huchzermeyer, 2013).

3. CONTRIBUTION À LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET À LA MALNUTRITION

Il est indéniable que le poisson contribue à la nutrition et à la sécurité alimentaire de façon significative (Béné *et al.*, 2016). Le poisson et les produits de la pêche représentent une source précieuse de nutriments d'une importance fondamentale pour des régimes diversifiés et sains. Le poisson a une faible teneur en graisses saturées, en glucides et en cholestérol, et outre des protéines de forte valeur, il fournit également une large gamme de micronutriments essentiels dont plusieurs vitamines (D, A et B), des minéraux (dont le calcium, l'iode, le zinc, le fer et le sélénium) et des acides gras polyinsaturés (oméga-3) qui sont importants pour le bon développement du cerveau et des fonctions neurologiques chez l'enfant. Les petites espèces de poissons qui sont consommées entières, avec la tête et les arêtes,

peuvent être une excellente source de minéraux essentiels tels que l'iode, le sélénium, le zinc, le fer, le calcium, le phosphore et le potassium, mais aussi de vitamines A et D et de plusieurs vitamines du groupe B (Kawarazuka et Béné 2011; HLPE, 2014; Longley *et al.*, 2014; Béné *et al.*, 2016). Leur valeur nutritionnelle est particulièrement importante en Afrique subsaharienne, où environ 28 pour cent des décès sont attribués à la malnutrition (Benson, 2008). Le poisson assure de façon vitale la sécurité alimentaire et la nutrition. Il représente en moyenne 19 pour cent de l'offre totale de protéines animales en Afrique. Les chiffres varient d'un pays africain à l'autre; en Guinée équatoriale, en Gambie, au Ghana et en Sierra Leone, le poisson constitue plus de 50 pour cent des protéines animales. Cependant, dans de nombreuses régions d'Afrique subsaharienne, les niveaux de consommation de poisson restent trop faibles et certains pays ne bénéficient pas des contributions que la pêche et l'aquaculture apportent de plus en plus ailleurs pour une sécurité alimentaire et un revenu durables (FAO, 2012).

Le poisson consommé dans les zones arides est constitué d'un ensemble de poissons débarqués et transformés dans les zones côtières et transportés vers les zones arides pour y être vendus, comme le chinchard de Namibie (Sen, 1995; Hara, 2001), les poissons pêchés localement dans les zones arides et les poissons élevés localement. Dans certains cas, le poisson peut également provenir d'autres régions. La consommation de poisson moyenne par habitant en Afrique est de 9,7 kg/an, soit à peu près la moitié de la moyenne mondiale (FAO, 2014). Cependant, même si la consommation de poisson par habitant est faible, de petites quantités de poissons peuvent avoir un impact nutritionnel positif important car elles fournissent des acides aminés, des graisses et des micronutriments essentiels qui sont rares dans les régimes alimentaires à base de légumes (FAO, 2012; PAM, 2012c).

Tableau 4

Disponibilité du poisson par habitant dans différents pays d'Afrique ayant des zones arides importantes (moyenne de 2008 à 2010)

Pays	Disponibilité par habitant (kg)	Pays	Disponibilité par habitant (kg)
Sénégal	27,0	Afrique du Sud	5,7
Ghana	24,8	Tanzanie	5,7
Égypte	18,6	Tchad	3,7
Nigéria	14,9	Burkina Faso	3,5
Ouganda	13,2	Kenya	3,4
Namibie	11,7	Somalie	3,1
Mauritanie	9,2	Niger	2,2
Malawi	5,3	Soudan (ancien)	1,8
Mali	7,9	Éthiopie	0,2

Source: Annuaire statistique des pêches et de l'aquaculture de la FAO, 2013.

La consommation de poisson par habitant est restée stable ou a diminué dans certains pays d'Afrique subsaharienne (par ex., en Afrique du Sud, au Gabon, au Malawi et au Libéria), mais a augmenté en Afrique du Nord (de 2,8 kg en 1961 à 10,6 kg en 2009). On prévoit qu'à l'avenir, la consommation de poisson par habitant va augmenter sur tous les continents sauf en Afrique (en raison de la croissance démographique plus rapide que l'offre) (Béné et Heck, 2005). La baisse prévue de la consommation de poisson par habitant est particulièrement préoccupante car le poisson a tendance à être la protéine animale dont le prix est le plus bas dans la majeure partie de l'Afrique. Cette tendance indique que la qualité nutritionnelle de l'alimentation générale est en baisse, en particulier en Afrique subsaharienne (Banque mondiale et FAO, 2009). Les chiffres sur la disponibilité du poisson dans certains pays arides sont présentés dans le tableau 4.

Le tableau 4 montre clairement l'énorme variabilité de l'offre dans ces pays et les possibilités d'une plus grande disponibilité par habitant. Dans certains pays, la chute de l'offre a été assez importante. Au Malawi, par exemple, de faibles débarquements ont conduit à une baisse de la consommation par habitant, qui est passée de 13 kg par personne par an dans les années 80 à 5,3 kg par personne par an, au cours des dernières années (Banda *et al.*, 2010).

Le transport de poisson dans les zones arides est mal documenté mais on sait que le poisson fait largement partie des régimes alimentaires des zones arides. Dans le nord du Kenya, par exemple, le poisson est une source importante de nourriture chez les éleveurs qui ont perdu leur bétail à cause de la sécheresse ou qui sont des réfugiés en provenance du Soudan du Sud, déchiré par la guerre (USAID et FEWSNET, 2011). Au Tchad, on rapporte que l'insécurité alimentaire est plus faible dans les ménages où l'on capture des poissons (PAM *et al.*, 2012).

Dans certains endroits, le poisson est transformé en sauce et utilisé en petites quantités pour donner de la saveur à d'autres aliments, ce qui permet de compléter le régime alimentaire de beaucoup de personnes avec une petite quantité de poissons, par exemple au Burkina Faso (FAO, 2008b). Le poisson est également une source d'aide alimentaire d'urgence — même si, en 2003, les quantités rapportées étaient très faibles (Murphy et McAfee, 2005). Dans le nord-est du Kenya, on a constaté que, même avec l'aide alimentaire, la malnutrition chez les jeunes était élevée, mais que lorsque l'on a remplacé les aliments importés par des produits locaux, dont le poisson, la nutrition s'est améliorée et l'approvisionnement a stimulé les marchés locaux (Save the Children, Nd.). La Somalie possède 3 300 km de côtes, malgré cela, les Somaliens mangent très peu de produits de la mer. La consommation de poisson par habitant du pays est l'une des plus basses du monde.⁸ Les ressources halieutiques sont sous-utilisées et la FAO a lancé une campagne et mis en place des activités pilotes visant à encourager les familles déplacées et les jeunes locaux qui vivent à Dolow et Jowha et aux alentours, à inclure le poisson dans leur régime alimentaire.

3.1 Moyens de subsistance

On dénombre environ 6,1 millions de pêcheurs et 0,9 million de personnes qui travaillent dans l'aquaculture en Afrique (de Graaf et Garibaldi, 2014), soit environ 5 pour cent du nombre total des pêcheurs à temps plein ou à temps partiel (120 millions) dans le monde (Kolding *et al.*, 2014b). En outre, environ 5,2 millions de personnes travaillent dans le secteur après-récolte, ce qui porte l'emploi total dans le secteur de la pêche en Afrique à quelque 12,3 millions de personnes, soit 7 pour cent du total général. Si l'on prend en compte les dépendants, on constate que la pêche fait vivre environ 50 millions de personnes. Ceci étant, la plupart des petits pêcheurs en Afrique, et en particulier dans les zones arides, associent habituellement la pêche à d'autres activités comme l'agriculture ou l'élevage (Baijot *et al.*, 1997; Sarch et Birkett, 2000; Kolding *et al.*, 2016; encadré 6). L'Afrique a montré l'augmentation annuelle la plus élevée (5,9 pour cent) du nombre de personnes travaillant dans l'aquaculture sur la période de 2000 à 2010 (FAO, 2012), bien que le succès réel de l'augmentation de la production reste incertain (voir point 3.9). Même dans les pays où les pêcheries sont relativement petites, les emplois fournis par la pêche et l'aquaculture peuvent être nombreux: au Burkina Faso, par exemple, 20 000 personnes travaillent dans la pêche, la transformation et le commerce du poisson (FAO, 2008b).

Sur les 3,4 millions de femmes qui travaillent dans la pêche et l'aquaculture,⁹ 91,5 pour cent sont employées dans le sous-secteur après-récolte, 7,2 pour cent pratiquent la pêche et 1,3 pour cent sont employées dans l'aquaculture (de Graaf et Garibaldi, 2014). La plupart des personnes travaillant dans la petite pêche utilisent une technologie rudimentaire, ce qui les rend particulièrement sensibles aux phénomènes météorologiques extrêmes et aux autres menaces.

⁸ www.wfp.org/node/3584/3413/582064.

⁹ 27,3 pour cent du total des emplois.

Comme on le voit dans de nombreuses régions du monde (Whittingham *et al.*, 2003), la dépendance des ménages par rapport à la pêche est très variable. Certains dépendent de la pêche toute l'année pour leur principale source de nourriture, de revenus et d'emploi. Pour la plupart, cependant, la pêche fait partie d'un ensemble diversifié d'activités de subsistance. Pour certains, elle constitue une ressource essentielle qu'ils utilisent à certains moments de l'année ou comme un filet de sécurité lorsque les autres activités de subsistance ne donnent rien. En outre, comme la migration a toujours été une stratégie importante dans les zones arides, on peut considérer les systèmes de production de poissons marins et d'eau douce, à la fois dans les zones arides et à proximité, comme un filet de sécurité pour les personnes déplacées qui perdent l'accès aux moyens de subsistance traditionnels (encadré 6).

3.2 Transformation, manutention et commerce

Le poisson ne contribue pas seulement à la consommation locale ; dans les zones arides, il est transporté à partir des zones d'abondance vers les zones de pénurie. Le commerce régional continue d'être important, même s'il n'est pas toujours suffisamment pris en compte dans les statistiques officielles. L'amélioration des systèmes de distribution nationaux du

poisson et des produits de la pêche a joué un rôle dans l'augmentation des échanges régionaux, au même titre que la croissance de la production aquacole (voir encadré 7). Entre 2008 et 2010, par exemple, 45 pour cent du poisson (en valeur) importé en Afrique centrale¹⁰ provenait d'Afrique de l'Ouest (FAO, 2010). La COI (COI, 2012) décrit certains de ces liens commerciaux complexes entre les systèmes de production et les marchés internes.

Encadré 6. Les pêcheurs du lac Turkana au Kenya

Les personnes qui pêchent dans le lac Turkana, le plus grand lac de désert du monde, appartiennent généralement aux groupes ethniques Turkana et Dassanech, avec quelques émigrants Lou du lac Victoria. La moitié environ des habitants autochtones sont entièrement sédentaires, 40 pour cent sont des nomades et 10 pour cent des travailleurs migrants. Les principales activités économiques sont l'élevage et la pêche. Culturellement, la communauté des pêcheurs fait encore largement partie de la communauté des éleveurs, bien que beaucoup d'entre eux aient perdu leur bétail à cause de la sécheresse et qu'ils soient venus à la pêche par nécessité.

Ceux qui réussissent et gagnent de l'argent dans la pêche le réinvestissent généralement dans le bétail et retournent à l'élevage. La richesse relative est déterminée par le nombre de têtes de bétail que l'on possède, ainsi que par l'accès aux bateaux, filets et lignes de pêche. Toutefois, la pêche n'est pas très développée.

L'essentiel de la pêche se fait au moyen de lignes simples et de filets fixés à des radeaux ou à des bateaux de planches, ou avec des sennes de plage. Le commerce du poisson est inhibé par des infrastructures anciennes et les prix qu'obtiennent les pêcheurs sont faibles. Le lac Turkana est le moins exploité des grands lacs d'Afrique, mais l'avenir de la pêche y est incertain en raison des impacts possibles du barrage Gibe III sur la rivière Omo en Éthiopie, qui fournit 90 pour cent de l'eau qui se jette dans le lac.

Source: Kolding, 1989 et Gownaris *et al.*, 2016a.

¹⁰ Y compris l'Angola, le Cameroun, la République centrafricaine, la République démocratique du Congo, la République du Congo, la Guinée équatoriale, le Gabon et São Tomé-et-Principe.

Le poisson est également un élément clé du commerce de l'Afrique avec le reste du monde et il est une source vitale de devises (voir tableau 5). En valeur, l'Afrique est un exportateur net de poisson depuis 1985, mais elle est un importateur net en termes de quantité, ce qui reflète la valeur unitaire inférieure des importations (principalement pour les petites espèces pélagiques). Si les preuves du rôle que le commerce international du poisson joue dans la sécurité alimentaire en Afrique ne sont pas concluantes (Béné *et al.*, 2010, 2016), une réorientation des poissons négociés à l'échelle internationale pourrait augmenter sensiblement la disponibilité du poisson en Afrique, en particulier dans les zones arides (Hara, 2001). Le potentiel du commerce régional en Afrique est reconnu comme étant considérable (Ndiaye, 2013), mais il est entravé par un certain nombre de contraintes. Parmi les principaux obstacles, on peut citer l'insuffisance des réseaux de transport, la complexité des procédures

d'importation et d'exportation et des formalités de passage aux frontières, l'utilisation limitée des technologies de l'information et de la communication, la participation limitée du secteur privé dans la conception de programmes destinés à accroître le commerce intrarégional, ainsi que la fragilité des dispositifs de règlement financier des échanges commerciaux et leur complexité (Ekra, 2010).

Encadré 7. Le commerce du poisson dans le bassin du lac Tchad

Le commerce du poisson dans le bassin du lac Tchad a deux composantes majeures. La première est le commerce local dans chaque pays, les pêcheurs et les commerçants locaux fournissant à la fois du poisson frais et transformé, en moindre quantité, aux marchés locaux des villages et villes. Ce commerce est de courte distance, il n'est pas transfrontalier et se pratique à proximité des lieux de pêche et des sites de débarquement.

La seconde caractéristique du commerce du poisson est le transport transfrontalier du poisson transformé (fumé ou séché au soleil) sur longue distance vers des marchés situés loin des zones de pêche. Par exemple, une grande partie des produits de la pêche en provenance du Cameroun, Niger et Tchad est transportée chaque semaine par les ressortissants de ces pays vers le marché au poisson de Doro Baga au Nigéria. De Doro Baga, le poisson repart par camion sur une longue distance vers le sud du Nigéria et les marchés aux poissons de gros ou de détail d'Onitsha, d'Enugu, de Lagos, d'Ibadan, d'Ilorin, du Bénin et d'Ondo. Entre 80 et 90 pour cent des produits de la pêche du bassin du lac Tchad finissent dans le sud du Nigéria.

Source: Olie et Emma, 2012.

Tableau 5
Montant (en tonnes) et valeur (en milliers de \$EU) des exportations et importations de poisson de différents pays africains (2013)

Pays	Tonnes	USD	Tonnes	USD
Nigéria	86119 *	283 390	885 043 *	1 213 562
Ghana	21 846	53 752 *	356 097	373 034
Cameroun	2 605 *	1 758 *	170 521 *	220 415 *
Afrique du Sud	135 079	517 873	138 975	364 991
Angola	3 220 *	17 304 *	100 553 *	290 092 *
Bénin	481	376	85 932	39 189
Burkina Faso	2 160	650	63 705	10 702
Maroc	529 409	1 817 852	53 427	161 979
Mozambique	9 463	43 431	45 671	94 393
Zambie	1 078	860	35 740	55 167
Namibie	404 498	784 565	24 341	46 184
Mali	389 *	155 *	21 942 *	13 210 *

Gabon	538 *	2 017 *	18 749 *	40 715 *
Zimbabwe	3 258	8 790	18 689	30 658
Kenya	11 710	39 044	15 850	15 535
Guinée équatoriale	24 *	46 *	12 092 *	29 384 *
Tanzanie	36 113	80 967	9 287	5 894
Sénégal	149 917	288 730	8 913	19 283
Libéria	98 *	541 *	6 828 *	7 414 *
République centrafricaine	0	0	4 954	2 609
Niger	1 282	1 123	4 856	2 277
Botswana	254	523	4 450	11 709
Mauritanie	261 949	353 003	3 142	958
Soudan	202 *	422 *	3 043 *	7 572 *
Burundi	158	320	3 015	2 478
Somalie	1 256 *	1 083 *	2 004 *	11 489 *
Malawi	23	254	1 925	2 241
Guinée	9 645	8 036	1 916	2 515
Sierra Leone	5 420 *	10 812 *	1 371 *	3 390 *
Éthiopie	798	406	1 237	3 836
Ouganda	20 835	125 590	1 036	2 408
Tchad	66 *	53 *	729 *	1 173 *
Guinée-Bissau	4 579 *	3 102 *	562 *	1 266 *
Érythrée	4 *	115 *	28 *	137 *
Total	1 704 476	4 446 943	2 106 623	3 087 859
* =estimation FAO, mise à jour 2016. Disponible sur : www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en				

Le poisson est une denrée très périssable et les pertes de pêche après-récolte en Afrique sont souvent importantes. Le NEPAD estime que les pertes annuelles de poissons représentent entre 20 et 25 pour cent du poisson débarqué en Afrique, soit environ 2 millions de tonnes par an. Ces pertes peuvent s'expliquer par une perte physique de poids, une perte de valeur nutritive, notamment par le fumage (Stolywho et Sikorski, 2005), la contamination et d'autres pertes de qualité ou de valeur. Cela est dû en partie au fait que le poisson est périssable, mais également à la mauvaise manipulation, au stockage défectueux ou à la transformation trop rudimentaire. Les changements météorologiques pendant le séchage du poisson, des feux non adaptés pendant son fumage, les infestations d'insectes, une mauvaise utilisation de la glace, l'absence d'installations de conservation de froid et de transport réfrigéré, les coupures d'électricité et le mauvais état des routes sont autant de facteurs de pertes. Une étude réalisée récemment dans cinq pays de l'Afrique subsaharienne (Ghana, Kenya, Mali, République-Unie de Tanzanie et Ouganda) indique que les pertes de poisson après capture dans la petite pêche se produisent à tous les stades de la chaîne d'approvisionnement, depuis la capture jusqu'au consommateur. Des pertes physiques et qualitatives significatives ont été constatées dans certaines chaînes d'approvisionnement dans tous les pays, les pertes de qualité signalées représentant plus de 70 pour cent des pertes totales (Akanke et Diei-Ouadi, 2010). Si l'on pouvait réduire les pertes après-récolte, on augmenterait considérablement la préservation du poisson en termes de quantité et/ou valeur en Afrique.

3.3 Contribution à l'économie

Vu le manque d'informations précises sur la production, la transformation et le commerce du poisson en Afrique, il est difficile d'estimer la contribution économique du secteur. Sur la base d'un prix africain moyen du poisson, on estime la valeur des ventes de poisson au premier débarquement à environ 19 milliards de dollars EU. On considère que l'Afrique génère 4,8 milliards de dollars EU seulement pour les exportations (voir tableau 5).

Encadré 8. La pêche continentale au Sénégal

Sur la base d'études réalisées dans deux des trois grands bassins hydrographiques du Sénégal, on estime la valeur de la pêche continentale entre 14,5 et 19,6 millions de \$EU en valeur ajoutée pour le pays dans son ensemble. Ces valeurs représentent entre 19 et 26 pour cent de la valeur des pêches halieutiques, qui constituent le premier secteur en valeur de l'économie sénégalaise.

Source: Nations Unies, 2011.

La part du poisson pêché dans les zones arides est inconnue, mais des estimations montrent de plus en plus que cette valeur est considérable. Welcome et Lymer (2012) ont souligné la nécessité d'une clarification spécifique pour les pays de la zone du Sahel, car on signale une hausse des captures malgré des conditions climatiques négatives. On estime que rien qu'au Sénégal, la valeur du poisson de deux des trois principales pêcheries de rivière se situait entre 19 et 26 millions de dollars EU (ONU, 2011; encadré 8). Le lac Tchad est particulièrement important sur le plan économique: ses pêches fournissent 45 pour cent du revenu des ménages régionaux dans le bassin du lac Tchad, soit 45,1 millions de dollars EU (Ovie et Emma, 2012).

La petite pêche joue un rôle remarquable dans la lutte contre la pauvreté par sa capacité à absorber la main-d'œuvre excédentaire (Béné *et al.*, 2007; Béné *et al.*, 2010). En fait, le secteur de la pêche artisanale, souvent dénigré pour son côté arriéré et son incapacité à générer de la richesse, est remarquablement efficace (au sens économique) pour absorber l'excédent de main-d'œuvre non qualifiée dans les pays en développement (Kolding *et al.*, 2014b). Cependant, les liens entre la pêche/l'aquaculture et la lutte contre la pauvreté sont parfois complexes et encore peu clairs (Béné *et al.*, 2016).

La contribution globale du secteur de la pêche au PIB en Afrique a été estimée à 1,26 pour cent (de Graaf et Garibaldi, 2014). Mais il existe de grandes différences régionales: les pêches du Ghana contribuent à environ 8 pour cent du PIB, celles de Mauritanie à 4,5 pour cent, du Mali à 4,5 pour cent, du Malawi à 4 pour cent, et de Namibie à 3 pour cent (Banque mondiale, 2012). Il existe également des variations importantes dans les différentes sources d'information. Les estimations ci-dessus ne prennent en compte que les effets directs de la pêche commerciale (sous-secteurs de la production primaire de récolte et après-récolte). Les impacts économiques induits indirects ne sont pas inclus, pas plus que le sous-secteur de l'aquaculture (qui est encore négligeable, comme indiqué plus haut). Compte tenu de l'importance de la pêche artisanale en Afrique (Kolding *et al.*, 2016) et des difficultés concernant la collecte des données, ces chiffres enregistrés peuvent être sensiblement inférieurs aux chiffres réels.

On a estimé la valeur des captures de poissons illicites, non déclarées et non réglementées (INDNR) sur l'ensemble de l'Afrique subsaharienne à 16 pour cent de la valeur totale des prises courantes, ce qui représente un montant d'environ 0,9 milliard de dollars EU. Cette valeur est perdue pour les économies nationales et pour l'approvisionnement alimentaire dans la zone (MRAG, 2005).

4. VULNERABILITÉ DES PÊCHES ET DE L'AQUACULTURE EN ZONE ARIDE AUX NIVEAUX NATIONAL ET DES MÉNAGES

Selon une étude récente de Béné *et al.* (2016), il existe une littérature abondante mais contradictoire sur le lien entre les facteurs de stress, l'exposition et la vulnérabilité des communautés de pêcheurs, ces aspects se combinant (ou se renforçant mutuellement) pour aboutir à des risques liés aux dangers, maladies et infortunes. Si la pêche est considérée comme l'une des professions les plus dangereuses

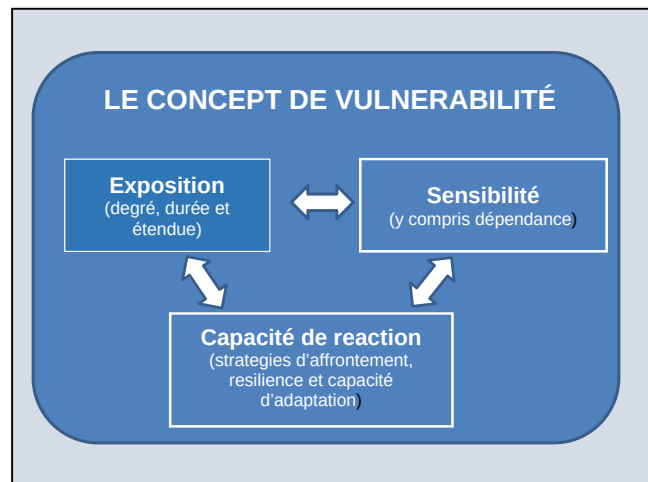
au monde, et si de nombreuses communautés de pêche montrent une très forte prévalence des maladies et des infections (en particulier transmises par l'eau), c'est souvent en dehors de la pêche elle-même que l'on trouve l'origine de nombreuses vulnérabilités liées à des besoins humains de base tels que l'accès à l'eau potable, la présence d'hôpitaux et d'écoles, ou tout simplement le besoin de reconnaissance politique (Kolding *et al.*, 2014b). Les communautés de pêcheurs ne considèrent pas généralement les conditions d'environnement pauvre ou dégradé comme la cause principale de la «pauvreté». Ainsi, face aux périls immédiats de la maladie, des accidents, de la mort, du vol ou de la perte d'engins de pêche, de l'indisponibilité de trouver des moyens de production alternatifs (comme la terre) ou des droits de l'homme fondamentaux, les communautés locales ne donnent souvent pas la priorité aux risques de dégradation des ressources ou du changement climatique, qui sont souvent le plus prégnants pour les organisations internationales. Il existe donc souvent un net écart entre les communautés locales et la communauté internationale en matière d'analyse et de compréhension de la notion de vulnérabilité.

Figure 13
Synthèse des concepts

Pour la mise au point d'un cadre de compréhension de la vulnérabilité et de la résilience des communautés, des ménages et des économies, il est utile d'agrèger différents concepts, comme indiqué en figure 13. La vulnérabilité est considérée comme un ensemble de trois facteurs (Chambers, 1989, 2006):

- l'exposition aux chocs (changement défavorable);
- la sensibilité à leurs effets;
- la capacité à réagir à ces changements.

Ces éléments, en relation à la production et la consommation de poisson, sont exposés ci-dessous.



L'exposition qui affecte la pêche se présente sous plusieurs formes et peut comprendre des changements progressifs à long terme, comme les variations des régimes de précipitations en raison du changement climatique (voir point 3.2), l'augmentation des prix alimentaires et du carburant, l'évolution des marchés mondiaux de poisson, les changements météorologiques (sécheresses, inondations, dommages causés par les tempêtes et autres catastrophes), et l'augmentation de la fréquence des conflits et des épidémies. En 2009, par exemple, les stocks de poissons dans la vallée du fleuve Zambèze ont été infectés par le syndrome ulcéreux épizootique, avec un risque de voir se propager la maladie dans sept pays riverains du bassin de la rivière et affectant potentiellement la sécurité alimentaire et les moyens d'existence de 32 millions de personnes (FAO, 2013). La croissance de l'aquaculture et de l'utilisation des espèces génétiquement améliorées (comme le tilapia «GIFT») ont des effets potentiels sur la biodiversité naturelle des ressources halieutiques de l'Afrique¹¹ qui doivent être étroitement surveillées (Lind *et al.*, 2012). Parmi les autres changements auxquels est exposé le secteur, on note la destruction des habitats, la disparition des espèces, les prélèvements d'eau et les changements dans l'accès aux stocks de poissons récoltables. L'exposition dépend de la durée de la modification et de l'étendue de la zone qui peut être touchée.

¹¹ Le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*), introduit dans la lac Kariba par une ferme aquacole commerciale vers 1994, a depuis envahi l'ensemble du fleuve Zambèze en aval des chutes Victoria et a pratiquement supplanté l'espèce indigène *Oreochromis*. De même, le prédateur *snakehead* (*Parachanna obscura*) s'est échappé des fermes aquacoles et a envahi la province de Luapula au nord de la Zambie. www.lusakatimes.com/2014/08/22/alien-fish-species-invades-luapula-waters/

À l'heure actuelle, l'une des contraintes les plus fréquentes de la pêche mondiale est la structure de pêche très sélective, qui modifie la structure de l'écosystème (Garcia *et al.*, 2012). Dans une récente étude mondiale, basée sur 110 modèles Ecopath, Kolding *et al.* (2015a), il est apparu que le modèle de la pêche mondiale était fortement biaisé en faveur des grandes espèces à faible productivité, situées à un niveau élevé dans la chaîne alimentaire, et dont beaucoup ont été surexploitées localement. En revanche, les petites espèces très productives, et les espèces de niveaux trophiques plus bas dans la chaîne, n'ont été que peu exploitées. Un tel schéma de pêche asymétrique, tiré principalement par la demande des consommateurs des pays industrialisés occidentaux, se traduit par des changements potentiellement importants à long terme sur la structure et le fonctionnement de l'écosystème. Ces changements vont à l'encontre des objectifs des normes de conservation de la biodiversité et de l'approche écosystémique des pêches (AEP) (Garcia *et al.*, 2015). La petite pêche continentale en Afrique est généralement moins sélective car les petits poissons nutritifs sont en forte demande dans tout le continent (Kolding et van Zwieten, 2014). Or, la capture de petits poissons entre souvent en conflit avec les règlements de pêche actuels (Kolding et van Zwieten, 2011). Ce dilemme provoque un fort antagonisme entre les pêcheurs et les gestionnaires des pêches et aboutit souvent à des actions punitives, y compris la confiscation d'engins qui ne font que renforcer la vulnérabilité et l'exposition des petits pêcheurs. Malheureusement, ces conflits permanents n'ont souvent aucune justification écologique et n'ont d'autre effet que de réduire les rendements potentiels (Kolding *et al.*, 2015b). De plus, ils alimentent l'image généralement mauvaise des pêcheurs, considérés comme des membres indisciplinés de la société qui provoquent leurs propres malheurs par une pêche aveugle. Ce point de vue est un autre exemple de l'échec général de la gouvernance qui, pense-t-on, caractérise la pêche mondiale (Kolding *et al.*, 2014a).

La surpêche sélective est aggravée par la destruction et la pollution de l'habitat, qui réduisent la capacité de charge de l'environnement. Dans les zones côtières, les méthodes de récolte inappropriées, le tourisme, l'urbanisation et les écoulements provoquent la destruction des récifs, des herbiers et des mangroves, avec les effets négatifs qui en résultent pour la reproduction des poissons et des sources de nourriture. Dans les zones intérieures, le prélèvement d'eau, la pollution et la mauvaise gestion des plans d'eau aboutissent à la diminution des ressources en eau et à la pollution des lacs et des rivières (Dudgeon *et al.*, 2006; Welcomme et Lymer, 2012). La construction de barrages sur les grands et petits cours d'eau pour l'irrigation et l'énergie hydroélectrique pose également problème dans la mesure où les barrages nuisent souvent à la ressource en poissons potamodromes¹² (Kolding et van Zwieten, 2006; Badjeck *et al.*, 2010). De plus en plus, les communautés de pêcheurs sont exposées aux effets du changement climatique (Cochrane *et al.*, 2010) qui commence à amplifier ces autres effets indésirables. Le long des côtes, le changement climatique augmente la fréquence et la durée des tempêtes et les inondations. L'augmentation de la température de l'eau cause la destruction, à grande échelle, des récifs coralliens et force certains poissons à migrer. Dans les zones intérieures, la modification du régime des précipitations peut entraîner une augmentation de la sécheresse ou des inondations soudaines et imprévisibles qui affectent les exploitations aquacoles et la production des pêches de capture. En Éthiopie, par exemple, une réduction de la pluviométrie a considérablement fait baisser le débit des rivières et des ruisseaux, et le volume des lacs et des réservoirs. Le changement climatique lié aux activités humaines a déjà gravement affecté les lacs éthiopiens Haramaya et Adele (Alemayehu *et al.*, 2007; Abebe *et al.*, 2014). On a constaté que le lac Tana, le lac Ziway et la rivière Awash sont également soumis à un stress (Georgis, 2010). Au Kenya, la sécheresse qui a eu lieu entre 2008 et 2011 a causé des pertes et des dommages dans le secteur de la pêche évalués à environ 50 millions de dollars EU, soit environ 30 pour cent de la valeur de la production de la pêche en 2010 (GoK, 2012). De même, dans le lac Chilwa au Malawi et le lac Victoria en Afrique de l'Est, les effets du changement climatique sont de plus en plus perceptibles et ont affecté les écosystèmes (Allison *et al.*, 2007; Van Zwieten *et al.*, 2016).

¹² Les espèces de poissons potamodromes migrent vers l'amont des affluents des cours d'eau pour frayer et se reproduire. Beaucoup des grandes espèces de poissons africains comme les cyprinidés et les characidés sont potamodromes.

La **sensibilité** aux chocs et aux autres changements indique dans quelle mesure le changement affecte les ménages, les communautés et/ou l'économie. Cela dépend en partie de l'importance de la dépendance à la ressource de la population affectée et de la façon dont elle est touchée par le changement. La dépendance est très variable entre les hommes et les femmes et entre les ménages, qui ont souvent des moyens de subsistance diversifiés, précisément pour réduire la sensibilité, comme indiqué plus haut. Une étude sur le lac Chilwa au Malawi, par exemple, a constaté que les pêcheurs étaient soit des migrants fortement dépendants de la pêche et du commerce du poisson (qui contribuaient à plus de 80 pour cent au revenu de leur ménage), soit des résidents pratiquant un mélange d'agriculture, de commerce, d'emploi salarié, de pêche artisanale, et pour qui la pêche et le commerce du poisson en général constituaient 30 à 50 pour cent du revenu total de leur ménage (Allison et Mvula, 2002). On voit souvent cette diversification des stratégies de subsistance dans les zones arides où l'exposition aux risques naturels est élevée. De même, l'absence de contrôle sur l'accès à la pêche, le faible coût d'entrée, la diversité des chances et la nature immédiate de la récolte sont des éléments attractifs importants pour les pauvres et les personnes déplacées qui ont peu d'autres possibilités (Kolding et van Zwieten, 2011). Ces différentes formes de dépendance ont naturellement une incidence sur la sensibilité des différents groupes aux changements de la base de ressources de la pêche.

D'autres facteurs affectent également la sensibilité des personnes dépendantes de la pêche et de l'aquaculture: la fréquence, la durée et la forme des menaces, et la façon dont les gens sont exposés à ces menaces. La pauvreté de nombreux pêcheurs rend les choses encore plus compliquées et augmente leur exposition au danger. Dans les zones côtières, ce sont les ménages de pêcheurs pauvres qui ont tendance à occuper les endroits les plus exposés, où les inondations et les tempêtes affectent les habitations, les bateaux de pêche, les infrastructures côtières et les engins de pêche (Blaikie *et al.*, 1994). Les inondations et les maladies des poissons peuvent aussi anéantir la production aquacole (comme on l'a vu au nord de la Namibie, où les inondations dans le district de Caprivi ont détruit les installations aquacoles nouvellement construites) (Shigwedha, 2014), ou augmenter les coûts de production, ce qui a des effets directs sur la disponibilité et le prix du poisson sur les marchés des zones arides. L'abondance des pluies et l'imprévisibilité du régime des précipitations peuvent également affecter la capacité de préservation et de transport du poisson. À l'inverse, on peut considérer les inondations comme très bénéfiques, car la fluctuation saisonnière des niveaux d'eau stimule fortement la productivité des poissons, comme indiqué plus haut. La pêche dans les plaines inondables est considérée comme l'une des plus productives dans les pays tropicaux, avec un taux de production de poisson potentiel moyen de 2,5 à 4 fois celui des lacs et des réservoirs tropicaux à surface d'eau annuelle moyenne égale (Bayley, 1991; Welcomme, 1979; Jonque *et al.*, 1989). Dans le sud du Soudan et dans la vallée de l'Omo, au sud de l'Éthiopie, les inondations sont un phénomène naturel ordinaire et essentiel qui favorisent les moyens de subsistance, dont la pêche. Les eaux de crue augmentent le volume du poisson capturé et enrichissent le sol. Traditionnellement, les communautés se déplacent vers des terres plus élevées lorsque les basses terres sont inondées et reviennent cultiver les champs fertiles inondés une fois la saison des pluies terminée (Sarch et Birkett, 2000; PAM, 2012b). Les transformateurs de poisson sont également sensibles aux variations météorologiques, en particulier pour le séchage, le fumage ou le saumurage du poisson. De mauvaises conditions météorologiques peuvent entraîner d'importantes pertes de poisson au cours de ces étapes de transformation.

La sensibilité des consommateurs aux modifications de la disponibilité du poisson dépend de la disponibilité et du prix des autres protéines et des sources de micronutriments que fournit le poisson. Elle dépend également de la situation de chacun. Les gens âgés, les malades, les très jeunes et les femmes enceintes sont particulièrement sensibles aux modifications de disponibilité des sources de nourriture essentielles comme le poisson. Pour ceux qui ont besoin d'un minimum de poisson dans leur régime alimentaire comme source de vitamines et de minéraux, l'effet du changement de disponibilité peut être très grave, surtout lorsqu'aucune source n'est disponible (HLPE, 2014; Longley *et al.*, 2014).

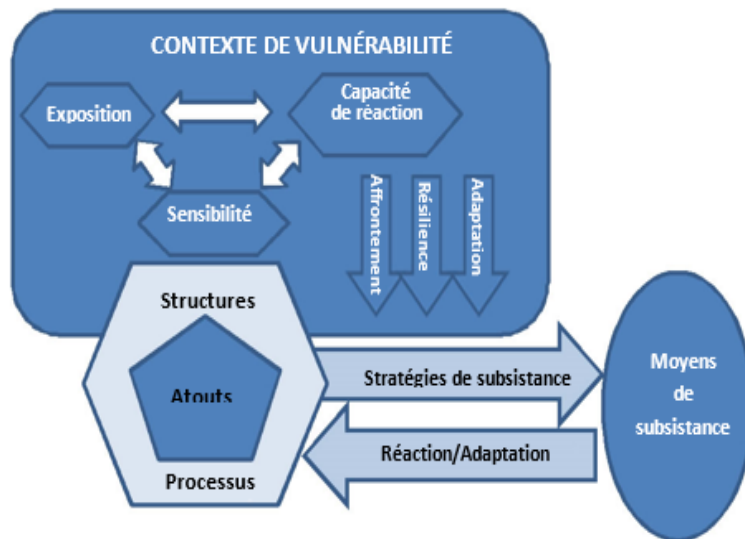
La **capacité de réaction** aux chocs comporte trois aspects:

- l'affrontement de la situation: la capacité à faire face aux conséquences du changement et de les accepter;

- la résilience: la capacité à rebondir par rapport aux effets du changement;
- l'adaptation: la capacité à s'adapter de manière à ce que le changement ait moins d'effets négatifs à l'avenir.

La nécessité de s'adapter au changement est bien connue de la plupart des communautés de pêcheurs, car elles occupent souvent des milieux naturels dynamiques qui déterminent fortement la production de poissons. Mais la baisse des ressources, l'accroissement de la concurrence, la destruction de l'habitat et le changement climatique, lorsqu'ils se combinent avec l'augmentation de la fréquence, de la gravité et de la vitesse du changement, la hausse du prix du carburant et la recrudescence des conflits, sont des facteurs qui réduisent leur capacité de résilience et d'adaptation.

Figure 14
Vulnérabilité et moyens de subsistance



La capacité à faire face au changement, à être résilient ou à s'y adapter, dépend de nombreuses circonstances liées entre elles et qui déterminent et impactent les stratégies de subsistance des pêcheurs (voir figure 14), l'une des moindres n'étant pas l'ensemble des biens dont peuvent disposer les ménages, la communauté ou la nation. Parmi ces biens, on peut citer le capital naturel qui peut fournir des alternatives au poisson, le capital social¹³ qui peut soutenir l'adaptation et la reprise; le capital financier¹⁴ qui peut aider à reconstruire rapidement les moyens de subsistance; le capital physique comme les infrastructures, les routes, les maisons et les bateaux qui peuvent assurer une protection, et du capital humain comme la connaissance, les compétences et le leadership qui peuvent accompagner l'innovation et le changement. Le niveau de diversité des stratégies de subsistance peut également affecter la capacité des pêcheurs à réagir au changement: la variété des espèces et des écosystèmes donne aux populations un éventail d'occasions de s'engager dans différents types de pêche grâce aux biens financiers, aux biens physiques et au capital humain (Campbell et Townsley, 2013). La perte de certains biens peut signifier le passage à une autre activité basée sur une meilleure utilisation des biens restants.

¹³ On définit le capital social comme l'ensemble des biens physiques, humains, politiques, sociaux, des règles juridiques, etc., dont le contrôle est assuré par l'ensemble de la société.

¹⁴ Un capital financier est un actif incorporel dont la valeur dérive d'une créance contractuelle comme les dépôts bancaires, les obligations et les actions. Les actifs financiers sont généralement plus liquides que d'autres capitaux physiques tels que les denrées ou les biens immobiliers, et ils peuvent se négocier sur les marchés financiers.

Les ménages et les communautés fortement dépendants de la pêche peuvent ne pas être en mesure de se diversifier dans d'autres domaines d'activité, et affronter la situation peut consister à simplement s'accommoder d'un niveau de vie plus bas. Les personnes moins dépendantes et disposant de plusieurs moyens de subsistance peuvent éventuellement passer à une autre forme d'activité (Sarch et Allison, 2000). Par exemple, dans certaines régions, comme sur les bords du lac Turkana au Kenya, les populations pratiquent la pêche et l'élevage (USAID et FEWSNET, 2011). Toutefois, si les éleveurs du Turkana perdent leur bétail en période de sécheresse, la pêche devient leur dernier recours et beaucoup sont incapables de se rediversifier avec l'élevage; ils se trouvent alors démunis de tout, de façon permanente (Kolding, 1989). Au Soudan du Sud, les communautés ont adopté plusieurs stratégies pour faire face aux inondations dont le déplacement des personnes et des biens vers des terres plus élevées, le déménagement chez des amis ou des parents dans les villages voisins ou la construction de digues et de buttes autour des maisons pour détourner l'eau de ruissellement; de nombreuses personnes se tournent vers d'autres activités et comptent davantage sur la pêche comme activité de subsistance (PAM, 2012b). Au lac Chilwa, au Malawi, on a identifié un certain nombre de réponses à la diminution régulière des possibilités offertes par la pêche¹⁵ (Allison *et al.*, 2007): 1) la pêche à échelle très réduite dans les marécages, les ruisseaux et les lagunes subsistants dans le bassin versant du Chilwa; 2) le transfert de l'activité vers les lacs Malombe, Malawi ou Chiuta voisins; 3) le développement de la culture du riz, du coton, du manioc et des légumes; 4) le passage à l'artisanat commercial comme le tissage de tapis; 5) l'augmentation du temps passé au piégeage des oiseaux et à la chasse aux rongeurs; ou enfin 6) la recherche d'emplois à un autre endroit. Dans de nombreuses régions arides, les personnes font face aux pénuries alimentaires en pêchant du poisson et en le vendant pour acheter des produits alimentaires de base moins chers.

Les structures institutionnelles qui favorisent ou entravent les moyens de subsistance peuvent également jouer un rôle très important. Avec une gestion efficace de la base des ressources, la récupération peut être plus rapide et les dommages moindres. Avec un marché du travail efficace, les pêcheurs peuvent trouver d'autres emplois ou des emplois complémentaires. Avec la mise en place de programmes de réduction des risques de catastrophes (RRC)¹⁶ et d'adaptation au changement climatique (ACC), on peut réduire considérablement les effets des risques. Avec de bons mécanismes de mobilisation communautaire, la récupération peut être plus rapide. Malheureusement, le manque de droits reconnus dans la plupart des pêcheries des pays en voie de développement, les faibles niveaux d'autonomisation et le manque de liens avec des institutions formelles signifie souvent que de nombreux pêcheurs ne disposent pas du soutien dont ils ont besoin pour faire face à un changement défavorable, et à s'en remettre et s'y adapter. De même, les conflits fréquents entre pêcheurs et gestionnaires des pêches sur l'utilisation de méthodes de pêche illégales qui, à bien y réfléchir, se révèlent être à la fois durables et favorables à la préservation de l'écosystème (Kolding et van Zwieten, 2014; Kolding *et al.*, 2015b, 2015c), sont un exemple de structures institutionnelles qui entravent la capacité des pêcheurs à réagir et à s'adapter aux changements.

L'accroissement de la demande du côté production, du secteur de la pêche et de l'aquaculture, à la fois dans les zones arides et les zones non arides adjacentes, peut aboutir à la réduction de l'approvisionnement en poisson des consommateurs des terres arides et/ou à des augmentations de prix. Pour les producteurs de poissons des zones arides, la perte en termes de captures peut être compensée par l'augmentation du revenu de la vente du poisson, qui va permettre d'acheter d'autres produits alimentaires moins coûteux. D'autres consommateurs des zones arides pourront diversifier à court terme les sources de protéines grâce à la viande, au lait et aux légumes, mais la baisse de la

¹⁵ Le lac Chilwa subit un assèchement régulier, entrecoupé d'épisodes de hautes eaux dont la périodicité varie entre 10 et 20 ans (Jul-Larsen *et al.*, 2003; figure 8).

¹⁶ L'UNISDR définit la RRC comme «Concept et pratique de la réduction des risques de catastrophe grâce à des efforts pour analyser et gérer leurs causes, notamment par une réduction de l'exposition aux risques, qui permet de réduire la vulnérabilité des personnes et des biens, la gestion rationnelle des terres et de l'environnement et l'amélioration de la préparation aux événements indésirables.» Disponible sur: www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyFrench.pdf

quantité de poisson disponible par habitant en Afrique est une menace pour la sécurité alimentaire et la nutrition.

5. POSSIBILITÉS DE RENFORCEMENT DE LA RÉSILIENCE DES COMMUNAUTÉS DE PÊCHEURS DANS LES ZONES ARIDES

La création de communautés locales et d'économies plus résilientes implique un travail à plusieurs niveaux qui engage les ménages producteurs et les consommateurs. L'objectif de la présente étude est d'identifier les possibilités dans trois domaines:

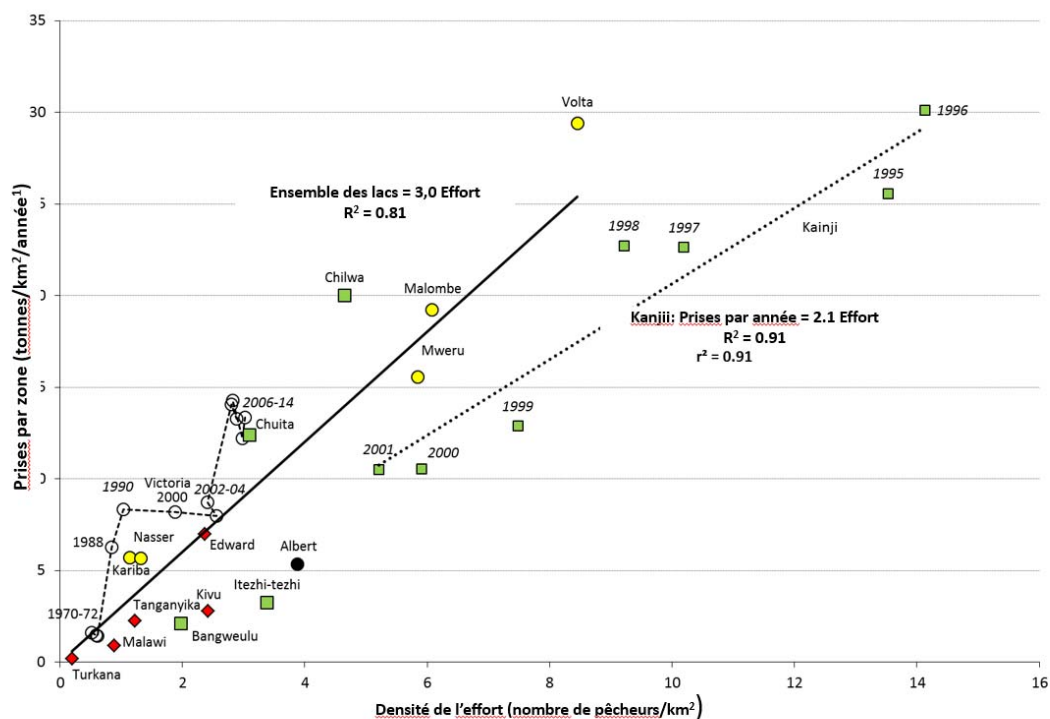
- (i) les possibilités de réduction de l'exposition aux changements néfastes ou au (facteurs de) stress;
- (ii) les possibilités de réduction de la sensibilité aux changements néfastes;
- (iii) les possibilités d'augmentation de la capacité de réaction aux changements néfastes.

5.1 Réduction de l'exposition

La réduction de l'exposition aux risques de manque de poissons auxquels sont confrontés les pêcheurs, les transformateurs, les aquaculteurs et les consommateurs nécessite l'amélioration de la gestion et du développement des pêches, lesquels sont actuellement insuffisants, voire inexistant, et fondés dans une large mesure sur des principes et des théories archaïques. Par exemple, une grande partie de la législation sur la pêche en Afrique anglophone remonte à la législation coloniale britannique sur la chasse et la pêche, considérées à l'époque comme un divertissement de «gentlemen», et selon laquelle il était important de «laisser une chance équitable à l'animal» (Malasha, 2003). Cette attitude a des implications importantes sur différentes méthodes de pêche qui peuvent être interdites car considérées comme des activités d'«élevage», «sans discernement» et «sélectives», et particulièrement contraires à l'éthique lorsqu'elles ciblent des juvéniles. En outre, au cours de la dernière décennie de la période coloniale, une nouvelle théorie révolutionnaire de la pêche, conçue au Royaume-Uni, est rapidement devenue la doctrine de gestion moderne de la pêche rationnelle. Cette théorie (Beverton et Holt, 1957), basée sur des modèles mathématiques, établissait des limites de taille minimale pour les espèces exploitées afin de maximiser les rendements. Elle a été rapidement exportée dans les colonies (Beverton, 1959), avec pour résultat la généralisation d'une réglementation sur la taille des mailles des filets et l'interdiction de capture de petits poissons et de juvéniles (Kolding et van Zwieten, 2011). On a ainsi encouragé une vision simpliste et statique de la pêche, l'effort de pêche étant le seul critère, ce qui ne reflète pas la nature complexe et dynamique de cette activité, ni sa relation intime avec les facteurs environnementaux discutés plus haut. Sur le lac Victoria, par exemple, la notion omniprésente de surpêche utilise des approches classiques de l'évaluation des stocks de poissons basées sur des hypothèses d'état stable, en ignorant l'observation évidente que le lac Victoria n'est pas dans un état stable en raison de son eutrophisation continue (les captures sont toujours en hausse constante en dépit des prévisions systématiquement contraires du modèle). Non seulement cette notion illustre le danger de l'application aveugle des modèles d'évaluation des stocks, mais elle montre également comment on en arrive à croire aveuglément les prévisions du modèle (la limite est atteinte et l'effondrement est imminent) en dépit des faits contradictoires (les stocks n'ont pas changé et les captures continuent d'augmenter) (Kolding *et al.*, 2008). Cette vision statique de la pêche a pour résultat un harcèlement incessant des pêcheurs et des demandes continues d'application et de restrictions plus sévères (Kolding *et al.*, 2014b).

Figure 15

Taux de capture (tonnes/km²/année⁻¹) déterminé par rapport à la densité de l'effort (pêcheurs/km²) dans 18 lacs africains, dont 16 lacs avec des données de la période 1989-1992 sont utilisés pour la régression «Ensemble des lacs» (ligne pleine, à l'exclusion des lacs Victoria et Kainji). La relation montre un rendement moyen d'environ 3 tonnes par pêcheur et par an, quel que soit le plan d'eau et le pays. Les losanges rouges = faible (RLLF < 10), les cercles jaunes = intermédiaire (RLLF entre 10 et 30), et les carrés verts = élevé (RLLF > 30) indiquent la productivité. La ligne pointillée superposée (tirets, cercles incolores) indique l'évolution sur le lac Victoria entre 1970 et 2014 et montre comment la productivité a augmenté avec le temps simultanément avec l'augmentation de l'effort et de l'eutrophisation et le passage à la pêche au *dagaa* pélagique (*Rastrineobola argentea*) vers 2002. Le lac Kainji, très fluctuant et très productif (ligne de régression pointillée, carrés vert clair) montre une tendance opposée à la baisse entre 1995 et 2001, où les réductions de l'effort depuis 1996, suite à des mesures de gestion impulsées par les donateurs, ont eu pour effet une forte réduction du rendement mais n'ont pas modifié le taux de capture moyen de 2,1 tonnes par pêcheur et par an.



Source: Adapté de Kolding et van Zwieten (2011).

L'autre position, contraire, selon laquelle les pêcheurs africains sont effectivement guidés par la productivité des ressources halieutiques, comme indiqué en figure 10, n'est jamais prise en compte. Or dans une méta-analyse de 18 lacs africains (figure 15), la densité de l'effort (nombre de pêcheurs) semble se répartir selon la productivité du système, de sorte que la capture moyenne par pêcheur est d'environ 3 tonnes par an, quel que soit le système.

En outre, on assiste maintenant à une prise de conscience accrue que la gestion et le développement de la pêche et de l'aquaculture doivent faire partie intégrante d'un contexte social, économique, environnemental et politique plus large, tant au niveau local que national et international. Cette vision de la pêche comme système socioécologique complexe, qui est en train de subir un changement continu, nécessite une démarche de gestion plus adaptée à tous les niveaux (Mahon *et al.*, 2008; Ostrom, 2009; Campbell et Townsley, 2013; Downing *et al.*, 2014). Une réglementation appropriée, des cadres politiques et de planification qui facilitent l'évolution de la pêche vers une utilisation plus durable des ressources, avec des gains pour la société en général et pour les pêcheurs en particulier, sont nécessaires pour assurer une utilisation équitable et durable des ressources. Si la pêche et l'agriculture (parfois aussi la pêche et le pastoralisme), sont souvent des activités intégrées permettant d'assurer la sécurité alimentaire dans l'ensemble de l'Afrique, la gouvernance, les politiques et la gestion de ces activités sont la plupart du temps séparées, et souvent basées sur des paradigmes différents (Kolding *et al.*, 2016).

À cela s'ajoute la nécessité de veiller étroitement à ce que l'environnement naturel au sens large dans lequel fonctionnent la pêche et l'aquaculture soit maintenu ou restitué de façon à pouvoir soutenir la production durable de la pêche. Cela nécessite d'inscrire la pêche et l'aquaculture dans une gestion environnementale plus large et d'adopter une approche transversale, comme on la trouve dans les systèmes intégrés de gestion des zones côtières et des bassins versants.

L'intégration de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche de capture de poissons d'élevage par la mise en place d'installations de récupération d'eau et de petits réservoirs pluviaux peut avoir des avantages importants pour ces trois activités, non seulement dans le domaine de la gestion des déchets et de l'eau, mais aussi pour l'augmentation de la productivité (Critchley et Siegert, 1991; Baijot *et al.*, 1997; encadré 9). On peut également prévoir l'intégration de nouvelles technologies dans la récupération, le stockage, la gestion et l'utilisation de l'eau qui peuvent profiter à un certain nombre de secteurs.

Un des problèmes de la faiblesse de la gestion des pêches et de la séparation administrative entre l'agriculture et la pêche vient de l'absence de droits juridiques des pêcheurs aux ressources (poisson, eau et terre). Les droits permettent d'envisager l'utilisation des ressources à plus long terme et réduisent les risques d'investissement dans des pratiques non durables. Lorsqu'on associe la pêche plus étroitement au bien-être des communautés, on en vient de plus en plus à replacer le droit d'accès aux ressources dans le contexte plus large des droits de l'homme (Charles, 2011; Allison *et al.*, 2012). Pour atteindre le niveau de confiance et de coopération nécessaire entre les pêcheurs et les gestionnaires des pêches, il faut convenir de droits exécutoires et les mettre en place, ce qui permettra également de réduire les frictions, car les pêcheurs qui ont des droits aux ressources ont également le droit de les gérer.

Ce type d'évolution demande la mise en place de cadres et de plans d'action appropriés et de structures et de processus institutionnels adéquats pour en assurer le bon fonctionnement. À l'heure actuelle, un tel environnement fait défaut dans de nombreux pays, de même que les infrastructures, les compétences et les connaissances nécessaires pour faire avancer le secteur. On devra s'assurer que des politiques *ad hoc* sont conçues pour l'Afrique et non pas simplement transposées depuis d'autres parties du monde.

Encadré 9. La diversification de la pêche au Mali

Un projet «Nourriture contre travail» du PAM qui a aidé à la construction d'un petit barrage à Ouelessebouougou, dans la région de Koulikoro, au Mali, a permis à la population de diversifier sa production agricole.

«Avant, je ne cultivais que du mil, dit l'une des personnes qui a bénéficié du projet du PAM; les agriculteurs de la région étaient fortement tributaires de la pluie. Lorsque la saison des pluies était peu importante, comme en 2011, nos familles étaient affamées. Maintenant nous pouvons mieux contrôler la situation et diversifier nos cultures. Avec l'eau du barrage, nous cultivons désormais le riz, la pomme de terre, la tomate et bien sûr le mil. Nous avons aussi construit un petit étang de pêche, ce qui nous permet de mieux manger. Et nous vendons nos produits, ce qui rapporte de l'argent à la communauté.»

Source: www.wfp.org/stories/food-work-helps-farmers-in-mali-diversify-their-production

L'efficacité d'une communauté qui prend en charge un plus grand nombre de rôles régaliens dans la gestion des pêches est de plus en plus apparente (Berkes, 2006; Scott, 2010) et un tel dispositif est probablement plus rentable. Ceci étant, on ne peut pas non plus faire comme si les communautés ont toujours la capacité de prendre en charge la gestion des pêches sans soutien ou environnement favorable, en particulier dans les cas où les structures sociales du pouvoir sont très inégales, car on peut alors aboutir directement à une marginalisation accrue des populations les plus pauvres et les plus vulnérables (Jul-Larsen *et al.*, 2003). Les modifications exigent également que les institutions de gestion centrales transfèrent effectivement les responsabilités aux communautés locales. Dans la plupart des pêcheries continentales africaines (Nielsen et Hara, 2003; Nielsen *et al.*, 2004), les conflits en cours entre la réglementation harmonisée et publiée au Journal officiel sur les engins de pêche et la taille des poissons que l'on a le droit de pêcher et le respect de cette réglementation par les pêcheurs, n'ont pas été résolus par la mise en place d'une politique de cogestion. Comme cela augmente la frustration au sein des institutions et parmi les gestionnaires de la gouvernance, le souhait de voir les états intervenir est de plus en plus fort. À ce jour, le processus de cogestion en Afrique, malgré ses bons résultats au niveau social, est toujours un exercice piloté par le pouvoir central où les communautés locales ne sont pas impliquées dans la (co-)détermination des objectifs de pêche. Elles seraient plutôt censées appliquer la réglementation existante en s'auto-régulant (Kolding *et al.*, 2014b).

On peut aussi réduire considérablement l'exposition aux risques si l'on comprend mieux quand, comment, où et dans quelle mesure ils vont se poser. L'amélioration des mécanismes d'identification, de suivi et d'évaluation des risques et la mise en place de systèmes d'alerte précoce face aux inondations, à la sécheresse, aux tempêtes et autres catastrophes et risques naturels peut permettre aux populations de prendre les mesures de protection appropriées en temps utile. La migration des pêcheurs vers des sites moins exposés peut réduire les pertes en vies humaines et en matériel. Le suivi et l'alerte précoce en cas de propagation de maladies des poissons peuvent permettre aux aquaculteurs de réduire leur exposition. Au lieu des efforts faits jusqu'ici en matière de réponse humanitaire aux catastrophes, il serait plus efficace de mettre davantage l'accent sur la RRC et de la lier plus étroitement aux stratégies de développement plus globales.

5.2 Réduction de la sensibilité

S'il est possible de réduire l'exposition à certains des risques et des obstacles auxquels sont confrontés les pêcheurs, les aquaculteurs, les transformateurs et les consommateurs de poisson, le risque zéro n'existe pas. La réduction de la sensibilité aux chocs consiste en partie à modifier la dépendance des personnes à l'égard des ressources halieutiques. On peut aussi réduire les effets et les impacts de cette dépendance.

Diversifier les moyens de subsistance dont disposent les pêcheurs permet de réduire leur dépendance à une pêche dont le produit fluctue en fonction du climat, et donc leur sensibilité au changement. Il faut alors replacer la pêche dans l'économie au sens large et la considérer comme partie intégrante de celle-ci. La diversification des moyens de subsistance est également essentielle pour réduire la pression sur les ressources halieutiques et l'environnement naturel. Pour de nombreux ménages des zones arides, une stratégie de subsistance diversifiée est déjà une façon de faire face aux risques et d'aller de l'avant (Ellis, 2000; Little *et al.*, 2001). Il faut également s'assurer que si la pêche est considérée comme un moyen de diversification par rapport à d'autres activités de subsistance, par exemple l'élevage, d'autres secteurs sont également intégrés au processus de diversification des moyens de subsistance. Et si la diversification des moyens de subsistance est souvent considérée comme un outil important dans la gestion des pêches, il faut, pour assurer son succès, des infrastructures et un soutien systématique sur le long terme (Cattermoul *et al.*, 2008).

La sensibilité du consommateur aux changements dans la disponibilité des protéines est particulièrement aigüe dans les zones arides où de grandes fluctuations dans les populations animales dues aux sécheresses récurrentes sont de plus en plus courantes et où la densité de la population humaine augmente. Les avantages du poisson comme source supplémentaire de protéines sont évidents, mais ils sont souvent ignorés ou sous-estimés dans les différents discours sur la sécurité alimentaire, même si on reconnaît de plus en plus son importance en tant que composante de l'alimentation humaine. Ce sont les petites espèces résilientes de poissons que l'on trouve

généralement dans les plans d'eau et les réservoirs de petite taille qui ont le niveau de production biologique le plus élevé (Kolding *et al.*, 2015b) et la plus forte teneur en micronutriments essentiels, car ils sont généralement consommés entiers. En outre, les petites espèces sont les plus «écologiques» en termes de conservation à long terme, car elles n'ont besoin que de soleil pour le séchage, contrairement aux grandes espèces dont la conservation nécessite réfrigération, salage et/ou fumage.

Les petits plans d'eau peu profonds comme les réservoirs et les milieux humides sont parmi les systèmes aquatiques les plus productifs par unité de surface (Marshall et Maes, 1994; Kolding et van Zwieten, 2012). Pris ensemble, ils couvrent une superficie plus grande que les lacs, les grands réservoirs et les rivières d'Afrique (Lehner et Döll, 2004; Welcomme *et al.*, 2010), mais leur contribution relative à la sécurité alimentaire est largement inconnue. Les poissons d'eau douce des plans d'eau fluctuants constituent probablement les ressources naturelles exploitables les plus résistantes, pour peu que soient conservés leurs habitats (Welcomme et Petr, 2004; Dugan *et al.*, 2007). La productivité de l'eau augmente avec ses fluctuations saisonnières de niveau (Kolding et van Zwieten, 2012); il est donc important que les zones humides et les lacs conservent leurs cycles naturels. Quant aux barrages et aux réservoirs construits par l'homme, ils peuvent être régulés pour imiter les fluctuations naturelles et augmenter ainsi leur productivité.

On voit que le poisson est de plus en plus utilisé comme source alternative de protéines. La consommation de poisson est également très sensible à l'évolution de sa disponibilité, même si on peut tirer profit de la consommation de poisson avec des quantités relativement faibles (Beveridge *et al.*, 2013; Longley *et al.*, 2014). Sensibiliser davantage la population aux bienfaits du poisson dans l'alimentation de certains groupes comme les femmes enceintes, les jeunes, les personnes âgées et les malades permet de s'assurer que ces groupes vont consommer de petites quantités de poisson comme complément alimentaire efficace. Le poisson est également un substitut précieux en cas de perte d'autres protéines animales, et il a un rôle de plus en plus important à jouer dans l'aide alimentaire d'urgence.

Par ailleurs, des améliorations dans la transformation après-récolte sont susceptibles d'accroître la disponibilité du poisson afin d'améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition, et générer des revenus accrus pour les pêcheurs et les transformateurs. Investir pour comprendre les pertes après-récolte et leurs causes, et pour les surmonter le cas échéant, permet d'augmenter considérablement le rendement du commerce du poisson. Cela nécessite des améliorations dans la manipulation, le stockage, la transformation et le transport du poisson (Akanke et Diei-Ouadi, 2010).

On peut aider les communautés exposées aux tempêtes, aux inondations et à l'érosion côtière/lacustre en construisant des infrastructures améliorées pour résister aux risques: protection du littoral, équipements pour le débarquement des bateaux sur la plage, meilleurs abris pour les engins et maisons plus éloignées du danger.

Encadré 10. WorldFish développe l'aquaculture au Mali

Les sécheresses des années 1970 et 1980 ont appauvri la plupart des ménages ruraux vivant dans les régions sahéliennes de l'Afrique de l'Ouest, et dans de nombreux cas, les familles ont été contraintes d'envoyer certains de leurs membres vivre et travailler dans les villes. Depuis lors, la population rurale a du mal à reconstruire et à diversifier ses moyens de subsistance.

Dans la zone de 30 000 km² du delta intérieur du fleuve Niger au Mali, les ressources essentielles qui rendent possible la diversification des moyens d'existence sont les eaux résiduelles retenues dans les «mares» (dépressions de la plaine d'inondation) qui permettent l'agriculture, le pâturage et fournissent un habitat pour le poisson durant la saison sèche. L'aquaculture a une histoire très limitée au Mali; cependant, les plaines inondables étendues qui parsèment le pays offrent d'excellentes possibilités inexploitées pour l'aquaculture extensive et intensive dans ces mares.

Source: www.worldfishcenter.org/our-research/ongoing-projects/fish-culture-in-seasonal-floodplains-partners-mali

Des dispositifs de conservation de l'environnement comme les zones protégées, s'ils ne sont pas correctement planifiés, peuvent aussi constituer une menace importante pour les pêcheurs et les consommateurs (Campbell et Townsley, 2013). L'imposition de mesures de protection et de conservation sans la compréhension adéquate des conséquences pour les populations pauvres concernées peut aboutir à priver ces dernières de moyens de subsistance essentiels. Toutes les parties prenantes (y compris les pêcheurs) doivent être pleinement engagées dans la conception de ces dispositifs pour faire en sorte que les pêcheurs ne soient pas marginalisés encore plus. De même, les mesures de conservation peuvent avoir des conséquences imprévues pour les consommateurs des zones arides; ces mesures doivent donc être planifiées en tenant compte des besoins des consommateurs. En particulier, la disponibilité du poisson et la forme sous laquelle il se présente devront, dans le cadre de la sécurité alimentaire générale des zones arides, être déterminées en fonction de celles des autres sources de protéines de façon plus intégrée. Toutefois, les communautés de poissons dans les écosystèmes fluctuants des zones arides sont généralement très résilientes et adaptées aux conditions environnementales changeantes (Jul-Larsen *et al.*, 2003; Kolding et van Zwieten, 2012), ce qui réduit le besoin de mesures de protection, sauf la prévention de la destruction de leur habitat.

La mise en place et la reconnaissance des droits de l'homme au sein des communautés de pêche ont également un rôle important à jouer afin que les processus d'aménagement ou de préservation de l'environnement dans leur ensemble n'augmentent pas la sensibilité des pêcheurs.

5.3 Augmentation de la capacité de réponse

On peut améliorer la capacité des pêcheurs et des consommateurs à faire face au changement, à s'en remettre ou à s'y adapter par un certain nombre d'interventions. Il faut d'abord reconnaître qu'avec le changement climatique et les autres menaces, les conditions des zones arides et des terres adjacentes sont plus difficiles à prévoir. La gestion de la pêche et de l'aquaculture, ainsi que le rôle du poisson dans la nutrition et la sécurité alimentaire, vont donc changer. Il faudra adopter une forme de planification et de gestion beaucoup plus souple et innovante que les paradigmes actuels basés sur des hypothèses d'état stable (Mahon *et al.*, 2008; Allen et Gunderson, 2011; Evans *et al.*, 2011), apprendre à vivre avec l'incertitude (McConney et Charles, 2008), et faire de la flexibilité un but en soi (Kolding, 1992; Knapp, 2000).

Pour que les personnes puissent s'adapter et innover, il faut souvent qu'elles aient elles-mêmes accès à des moyens de subsistance plus diversifiés et de meilleure qualité. Les programmes de protection sociale reconnaissent de plus en plus les avantages des transferts en espèces pour les très pauvres, particulièrement efficaces lorsqu'ils sont accompagnés de formation qui développent les compétences. Le programme «Espèces contre travail» dans le cadre de la RRC peut être particulièrement efficace lorsqu'il est utilisé pour la restauration de l'environnement et la construction d'installations de stockage des eaux de ruissellement pouvant servir à la production de poisson en lien avec l'agriculture et l'élevage. On constate de plus en plus d'innovations dans les assurances contre les pertes importantes dues à des événements violents, en particulier dans le pastoralisme et l'agriculture en zones arides (Venot *et al.*, 2012), qui pourraient être développées et intégrées pour mieux répondre aux besoins du secteur de la pêche.

De meilleures informations sur la météorologie et le changement climatique et sur les maladies sont également importantes pour permettre aux populations de prendre les bonnes décisions en matière de moyens de subsistance. Comme indiqué plus haut, les systèmes d'alerte précoce face aux inondations, aux tempêtes, à la sécheresse et autres catastrophes naturelles, peuvent aider les personnes à éviter les pertes en vies humaines et en matériel et à prendre les meilleures décisions en matière de récolte. Il est donc essentiel d'ajouter les systèmes d'alerte précoce au titre de l'intégration générale de la RRC dans les stratégies de pêche — et la pêche dans les stratégies de RRC.

La pénurie d'eau en général est naturellement l'un des principaux défis auxquels sont confrontées les zones arides. Dans de nombreux cas, toutefois, le problème n'est pas la rareté absolue de l'eau mais la répartition très inégale de la pluie au cours des saisons, et le manque d'infrastructures de régulation de l'approvisionnement pour l'utilisation en saison et en années sèches. La plupart des pays d'Afrique subsaharienne ont peu d'infrastructures de stockage de l'eau: seulement 5 pour cent des barrages dans

le monde se trouvent en Afrique subsaharienne selon le Registre mondial des barrages (ADB *et al.*, 2008). Le stockage de l'eau sous la forme de petits réservoirs est considéré comme un moyen efficace de faire face aux défis environnementaux dans la région et comme une option viable pour l'adaptation à la désertification et au changement climatique (McCartney et Smakhtin, 2010).

La recherche en matière d'accroissement de la production alimentaire dans des conditions d'approvisionnement en eau limitées est majoritairement axée sur l'agriculture et très peu sur la production de poisson (Dugan *et al.*, 2007; Molden *et al.*, 2010). Or là où il y a de l'eau, il y a généralement aussi du poisson (Kolding *et al.*, 2016) et on peut facilement intégrer la pêche ou l'aquaculture aux dispositifs de gestion de l'eau tels que les barrages, les réservoirs et les systèmes d'irrigation construits principalement pour l'agriculture. Bien que la plupart des barrages et des petits réservoirs des zones arides soient construits et financés à des fins agro-pastorales, ils peuvent contribuer (et ils contribuent) de manière significative à la sécurité alimentaire par la pêche ou la production de poissons d'élevage. Si les barrages et les réservoirs sont prévus et conçus au départ pour fournir également des produits de la pêche, par exemple par l'ajout de déversoirs qui facilitent les migrations vers l'amont pendant les inondations, on ajoute une valeur considérable à l'eau récoltée en zone aride (Baijot *et al.*, 1997). En outre, on peut améliorer la fonction des barrages pour la pêche en défrichant certaines zones arborées et en enlevant certains obstacles avant les inondations (comme cela a été fait au lac Kariba), ou en créant des «zones profondes» qui faciliteront la survie des populations de poissons en période de sécheresse. Il ne faut cependant pas défricher toutes les zones pour la pêche mais prévoir des zones de refuge où les poissons sont naturellement protégés des filets et des sennes de plage, afin d'éviter la surpêche.

Des politiques et des plans efficaces et bien pensés mis en place pour gérer les dispositifs de production de poisson, permettent aux populations de faire face au changement et de s'y adapter. Des pêches et des plans d'eau bien gérés permettent de mieux prévenir la surexploitation ou les dommages environnementaux. Une meilleure compréhension de la dynamique des populations de poissons selon l'évolution de l'environnement, l'utilisation des connaissances de terrain de la communauté scientifique et des connaissances traditionnelles des communautés locales peuvent aider les pêcheurs des zones côtières et des zones arides à gérer les ressources de façon à s'adapter au changement. L'adoption d'une approche de planification intégrée, qui concilie les besoins des pêcheurs, aquaculteurs, éleveurs et agriculteurs est essentielle pour renforcer la complémentarité et la synergie mutuelle entre les secteurs (par ex., FAO, 2008a; Venot *et al.*, 2012).

Cependant, la principale solution aux changements climatiques à venir dans les zones arides, où l'on s'attend à une plus grande variabilité et volatilité des régimes de précipitations, est le stockage de l'eau (FAO, 2008a). Le NEPAD propose donc dans son Programme détaillé de développement de l'agriculture africaine (PDDAA) une meilleure gestion de l'eau, notamment par l'augmentation du nombre de petits réservoirs, pour répondre au développement agricole de l'Afrique subsaharienne (NEPAD, 2003). On admet généralement que le développement de la gestion de l'eau doit prendre plusieurs formes et bénéficier au plus grand nombre grâce à une meilleure irrigation et à l'intégration d'autres usages tels que l'approvisionnement en eau domestique et d'élevage, la pêche et l'hydroélectricité (BAD *et al.*, 2008). La diversification des compétences, des comportements et des connaissances pour améliorer la production de poisson en combinaison avec l'agriculture et l'élevage, ainsi qu'une meilleure gestion des pêches et des autres moyens de subsistance, renforceront les capacités et les possibilités de résilience, qui sera donc accrue. Renforcer la capacité des communautés et des ménages à mieux orienter leur réflexion et à être plus innovants dans leur utilisation de leurs biens et ressources leur permettra de s'adapter plus rapidement et avec succès aux changements à venir. À cette fin, il faut renforcer les compétences du personnel de soutien au sein des gouvernements et des ONG et favoriser les partenariats dans le secteur privé. Ces projets ont besoin de cadres politiques forts pour soutenir et améliorer la production halieutique dans les zones arides, avec une stratégie alimentaire intégrée, une aide financière appropriée et des changements législatifs au niveau de la gestion des ressources naturelles.

6. CHOIX ÉCONOMIQUES

On ne peut faire de généralisation sur les décisions en termes d'investissement dans les différents pays: c'est le contexte local qui détermine les besoins et les opportunités, mais on peut ici donner quelques pistes sur les investissements et les bénéfices que cela peut procurer.

Il est de plus en plus reconnu que la pêche et l'aquaculture en Afrique ne produisent pas au maximum de leur potentiel. Des législations inadaptées et obsolètes, la surexploitation sélective de ressources moins productives à des niveaux trophiques élevés et la dégradation de l'environnement due à la réglementation des flux se traduisent par des prises inférieures au niveau maximal durable (Kolding *et al.*, 2015a, 2015b). Les surinvestissements pour les produits destinés à l'exportation (comme la perche du Nil dans le lac Victoria) et les subventions produisent des rentes économiques sur des ressources qui sont perdues ou qui ne sont pas pleinement exploitées. Pour certaines ressources marines, la pêche INDNR a atteint un niveau tel que la plupart des poissons qui pourraient être pêchés pour être consommés en Afrique, sont perdus au profit d'autres pays, avec un coût avoisinant 1 milliard de dollars EU par an. En outre, au moins 20 à 25 pour cent du poisson est perdu avant qu'il n'arrive au consommateur en raison de mauvaises conditions de manipulation et de conservation, de la faible qualité de la transformation après-récolte, du stockage et de la distribution du poisson en Afrique. Les pêches continentales en Afrique dépendent en général plus de facteurs environnementaux externes que des réglementations en matière de gestion (Jul-Larsen *et al.*, 2003), et la plupart des investissements publics dans les pêcheries sont basés sur des modèles de gestion en situation d'équilibre qui reflètent rarement la réalité (Kolding et van Zwieten, 2011). Lorsque les chocs qui affectent souvent les communautés de producteurs de poissons se produisent, il en résulte invariablement des coûts énormes pour les ménages, les communautés et les États. Ces coûts pourraient être considérablement réduits si l'on investissait davantage en amont par le biais d'adaptation et de la RRC plutôt que d'attendre l'arrivée des catastrophes pour prendre des mesures.

La perte combinée des possibilités de pêches en Afrique représente une part importante de leur valeur. Si cette valeur était récupérée par une meilleure gestion, une pêche moins sélective des grandes espèces moins productives (même si ces espèces atteignent des prix plus élevés à l'exportation) et une planification adaptée, les coûts de reconstruction de ces pêcheries pourraient être assez largement compensés. L'importance du poisson et de la pêche est de plus en plus reconnue. Le Partenariat pour les pêches africaines (PAF) et le Programme poisson du NEPAD-FAO (NFFP) ont contribué à redonner à la pêche son importance dans les économies nationales africaines: on évalue maintenant la contribution de la pêche au PIB et au PIB agricole (de Graaf et Garibaldi, 2014). De même, l'inclusion de la pêche dans les Plans nationaux d'investissement agricole (PNIA) en Afrique doit également stimuler l'investissement dans le renforcement des capacités, la gestion améliorée des connaissances, les infrastructures et les innovations technologiques et de recherche pouvant contribuer à une meilleure gestion de l'eau, au stockage de l'eau et donc à la croissance associée de la production de poissons et de la pêche. Ces investissements constitueraient des avantages substantiels pour accroître la résilience dans les zones arides. À plus long terme, des mesures comme le droit d'accès et le droit à l'assurance pourraient aussi faciliter les investissements.

Tant qu'elle sera contrainte par l'obligation d'utiliser des aliments d'un prix abordable, de grande qualité et riches en protéines, l'aquaculture aura un potentiel d'expansion limité dans les zones arides d'Afrique et pourra difficilement contribuer à accroître la sécurité alimentaire, l'emploi, les exportations et la croissance économique. Les risques associés à l'aquaculture à petite échelle dans les communautés rurales sont trop nombreux, comme les nombreuses tentatives d'investissements qui ont échoué l'ont montré. On peut cependant faire beaucoup de choses pour développer la pêche de capture de poissons d'élevage à petite échelle en lien avec le développement des infrastructures de stockage de l'eau, généralement destinée à l'amélioration de l'élevage et de l'agriculture dans les zones arides.

7. RECOMMANDATIONS ET ORIENTATIONS POLITIQUES

La disponibilité de poisson est considérée comme faible en Afrique par rapport aux autres régions du monde, même si les captures déclarées et les statistiques de consommation sont sans doute largement sous-estimées. Avec la croissance démographique et l'augmentation de la demande mondiale de poisson, la situation risque d'empirer dans les années à venir (Banque mondiale, 2013), ce qui aura des effets très graves sur la sécurité alimentaire et la nutrition des personnes vivant dans les zones arides, en particulier lorsqu'elles deviennent de plus en plus vulnérables aux effets du changement climatique. Pour les zones arides d'Afrique, les changements climatiques attendus dans le futur sont principalement l'augmentation de la variabilité et de la volatilité des régimes de précipitations (FAO, 2008a; Müller, 2013). L'impact prévu des changements hydrologiques sur la production alimentaire va donc se faire sentir principalement en termes de stabilité de l'approvisionnement. Les plus menacées par l'impact de ces changements climatiques sont les populations rurales qui vivent dans les zones semi-arides et arides et qui ont peu d'autres choix que la migration pour s'adapter à une pénurie d'eau encore plus grave. L'émigration permanente ou saisonnière est déjà une caractéristique constante de nombreuses communautés rurales en Afrique subsaharienne et en Asie du Sud, où la sécurité alimentaire dépend davantage des produits cultivés localement (FAO, 2008a). Avec la perspective d'une variabilité accrue des précipitations, de températures plus élevées et de pertes par évaporation plus fortes, il sera essentiel, pour assurer le développement et la sécurité alimentaire, de bien comprendre la nature des épisodes de pluie et d'améliorer la gestion des eaux pour compenser ou stocker les précipitations. Ce sont les systèmes pluviaux qui continueront d'offrir le plus de possibilités d'adaptation en termes de superficie, de nombre d'agriculteurs et de contribution générale à la production alimentaire mondiale. On peut maîtriser le ruissellement dans une certaine mesure, mais pas les précipitations ni l'évapo-transpiration. La gestion et le stockage efficaces de l'eau dans les zones arides restent donc des défis très importants pour assurer la pérennité des moyens d'existence et de la sécurité alimentaire. La plupart des organisations internationales voient dans les petits réservoirs «des instruments efficaces permettant d'utiliser l'agriculture pour le développement» (FAO et FIDA, 2008). On s'intéresse aux nouvelles initiatives de gestion de l'eau agricole car on les considère comme des outils efficaces pour l'amélioration de la production alimentaire et donc, au final, pour la réduction de la pauvreté et pour fournir des moyens de subsistance en milieu rural, en particulier en Afrique subsaharienne (Molden, 2007; ADB *et al.*, 2008; FAO et FIDA, 2008; Venot et Hirvonen, 2013). C'est ainsi que le NEPAD propose dans le cadre du PDDAA, une meilleure gestion de l'eau, y compris par les petits réservoirs, une des solutions proposées pour la croissance agricole en Afrique subsaharienne (NEPAD, 2003). Cela signifie que dans de nombreux pays arides, le développement de l'agriculture pluviale devra s'accompagner de la construction de nouvelles structures de conservation de l'eau pour faire face à la variabilité saisonnière et à la pénurie d'eau locale (BAD *et al.*, 2008). Ceci étant, il est généralement admis que le développement de la gestion de l'eau doit prendre plusieurs formes et profiter au plus grand nombre grâce à une meilleure intégration de l'irrigation et d'autres utilisations de l'eau (approvisionnement en eau domestique et d'élevage, pêche et hydroélectricité) (Venot *et al.*, 2012). La recommandation générale de la BAD (BAD *et al.*, 2008) est présentée ci-dessous; on notera au passage que cette citation illustre la négligence générale dont fait l'objet la pêche comme solution possible:

«Les pays d'Afrique subsaharienne devraient élaborer des stratégies nationales pour le sous-secteur de l'eau agricole qui reconnaissent son importance à la fois pour la croissance agricole et pour la réduction de la pauvreté [...] ainsi que le besoin de replacer la gestion de l'eau dans un cadre plus large qui favorise la croissance agricole par de l'investissement rentable et une production destinée au marché. Les stratégies en matière d'eau agricole devraient être intégrées à la fois dans une stratégie plus vaste de gestion des ressources en eau et dans la stratégie de réduction de la pauvreté. Ces stratégies doivent être adossées à une analyse du rôle de l'investissement public et privé, des façons de favoriser l'investissement privé, et de la gamme des choix d'investissements publics intégrés dans un plan d'investissement, et mises en œuvre autant que possible dans le cadre d'approches sectorielles.»

Le secteur de la pêche dépend du développement de la gestion de l'eau; il doit être inclus, et les décideurs «agricoles» doivent reconnaître son importance. Si les plans d'eau naturels continuent à jouer un rôle important, l'augmentation du volume d'eau de surface disponible grâce à de petits réservoirs doit également fournir des occasions d'améliorer de manière significative la production de poisson.

Pour ce faire, il est nécessaire d'arriver à un niveau d'investissement dans les populations, les institutions, les pratiques et les infrastructures bien plus élevé que le niveau actuel. L'interdépendance de la pêche et de l'aquaculture côtières, lacustres et de rivière tant en zone aride que dans les zones adjacentes, fait qu'elles ont toutes un rôle essentiel à jouer à l'avenir dans la résilience et la sécurité alimentaire des personnes vivant en zones arides. Il faudra également prendre en compte le problème des inégalités entre les genres.

On retiendra de la discussion ci-dessus les quelques recommandations et orientations politiques suivantes:

1. **Intégrer la pêche, l'agriculture et l'élevage pour accroître la production de poisson et la sécurité alimentaire** : il existe de nombreux exemples d'association de la pêche avec d'autres activités de subsistance comme l'élevage et l'agriculture (van der Mheen, 1994; Baijot *et al.*, 1997), et la pêche est rarement la seule activité dans les stratégies de subsistance en Afrique (Jul-Larsen *et al.*, 2003). Il faut donc intégrer la pêche dans les projets de récolte de l'eau, d'irrigation/agriculture et d'aménagement des installations de stockage de l'eau, non seulement pour améliorer la façon dont sont gérées les ressources naturelles (et l'eau en particulier), mais aussi pour échanger les connaissances sur les dangers potentiels, réduire les coûts d'investissement et fournir une sorte de filet de sécurité. La pénurie d'eau généralisée est l'un des principaux défis auxquels sont confrontées les zones arides. Les stratégies nationales de gestion et de stockage des ressources en eau devraient contribuer aux stratégies de réduction de la pauvreté, profiter aux personnes qui pratiquent l'agriculture, l'irrigation, l'élevage et la pêche, et améliorer l'usage domestique et la production d'énergie hydroélectrique.
2. **Soutenir l'inclusion de la pêche dans les PNIA des pays africains** ainsi que dans les stratégies et les plans d'ACC et de gestion des risques de catastrophes (GRC) afin de stimuler l'investissement et de faciliter l'accès aux fonds d'adaptation. La politique alimentaire est largement orientée vers les denrées agricoles. On parle peu du poisson, même dans les pays où il constitue la base de l'alimentation, quel que soit le niveau de revenu et statut social de la personne. Le rôle essentiel que le poisson peut directement jouer dans la sécurité alimentaire et dans la nutrition n'est pas suffisamment reconnu (HLPE, 2014; Béné *et al.*, 2015).
3. **Inclure le poisson dans les programmes et les interventions nutritionnels** visant à lutter contre les carences en micronutriments, en particulier chez les enfants et les femmes tout en respectant les spécificités culturelles, en favorisant l'achat local et en tenant compte des coûts et des avantages (HLPE, 2014). Le poisson contient diverses protéines et micronutriments et acides gras essentiels que l'on trouve rarement dans d'autres types d'aliments. Grâce à sa valeur nutritive et son rôle dans le régime alimentaire des groupes vulnérables comme les personnes âgées, les nourrissons et les femmes enceintes, le poisson (et en particulier le petit poisson) peut avoir des avantages nutritionnels importants même en petite quantité. La contribution réelle du petit poisson au régime alimentaire des ménages africains est largement inconnue, mais elle est probablement très sous-estimée (Kolding *et al.*, 2016).
4. **Aider à une meilleure gestion des pêches et des écosystèmes aquatiques**: une gestion efficace des ressources en eau naturelles et artificielles, que ce soit pour l'amélioration de la pêche classique ou de capture de poissons d'élevage ou pour l'introduction d'espèces appropriées, est importante tant au niveau national que régional pour assurer la sécurité alimentaire et la nutrition des populations africaines, en particulier dans les zones arides, et pour la protection et la réhabilitation de l'environnement. Il est également nécessaire d'améliorer la coopération régionale (par ex., dans le cadre des Organisations régionales de gestion de la pêche, les ORGP), en particulier pour les plans d'eau internationaux. Il faut toutefois se souvenir que les plans d'eau

des zones arides, qui fluctuent en volume et en productivité sur une base saisonnière et/ou interannuelle, ne peuvent pas être gérés sur des hypothèses traditionnelles d'état stable (Sarch et Allison, 2000; Jul-Larsen *et al.*, 2003) et qu'ils peuvent être partagés entre plusieurs pays. Les processus de gestion doivent s'adapter à la fluctuation naturelle des ressources ; à cet égard, on peut apprendre bien des choses de la manière traditionnelle avec laquelle les pêcheurs ajustent leurs stratégies de subsistance pour s'adapter à ces changements. Les structures et les processus institutionnels nécessaires pour atteindre ces objectifs devront revoir et adapter la législation et les mesures réglementaires actuelles fondées sur des hypothèses inadaptées qui n'ont pas changé depuis la période coloniale (Malasha, 2003; Kolding et van Zwieten, 2011; Kolding *et al.* 2016). Le **Code de conduite pour une pêche responsable** (FAO, 1995) et l'**AEP** (approche écosystémique des pêches) donnent des recommandations sur la manière de procéder dans le respect des normes de préservation de la biodiversité (Garcia *et al.*, 2015).

5. **Respecter le droit d'accès aux ressources** conformément aux *Directives volontaires pour une gouvernance responsable des régimes fonciers applicables aux terres, aux pêches et aux autres ressources naturelles* (VGGT) et aux *Directives volontaires pour garantir des pêches artisanales durables dans le contexte de la sécurité alimentaire et de l'éradication de la pauvreté* (Directives SSF, FAO, 2015) : le problème de la mauvaise gestion des pêches vient en partie de l'absence de droits d'accès des pêcheurs aux ressources, dont le poisson, l'eau et la terre. Dans la pêche artisanale, le droit d'accéder à des ressources doit être assorti du droit de gérer ces ressources, et en particulier de pêcher ces ressources à tous les niveaux trophiques de manière plus efficace. Les droits encouragent les utilisateurs des ressources à adopter une vision à plus long terme de l'utilisation de ces ressources et donc à mieux comprendre le risque qu'il y a à adopter des pratiques non durables. Le droit d'accès aux ressources s'inscrit de plus en plus dans le contexte plus large des droits de l'homme, ce qui tend à associer plus étroitement la pêche au bien-être général des communautés (Charles, 2011; Allison *et al.*, 2012).
6. **Renforcer les capacités en pratiques de pêche et gestion après-récolte au niveau local.**
On estime à au moins 20 à 25 pour cent le taux de perte de poisson le long de la chaîne d'approvisionnement en Afrique pendant la manipulation à bord des bateaux et au cours des étapes ultérieures de transformation, y compris l'emballage, le stockage et la distribution. Il y a donc beaucoup à faire pour améliorer et augmenter l'offre par la réduction des pertes après-récolte, en particulier par une meilleure gestion et un meilleur stockage :
 - Il faut investir dans les infrastructures : sites de débarquement, routes reliant les principaux centres de production ou de collecte aux marchés, machines à glace, chambres froides, installations pour la transformation (tables de séchage, racks...), installations de stockage, installations sanitaires sur les marchés, etc.
 - Il convient de s'adapter à la production de poisson en dents de scie dans la plupart des plans d'eau des zones arides, qui dépend de la fluctuation des conditions environnementales, en investissant dans des dispositifs tampon de façon à capturer, transformer, sécher et stocker le poisson pendant les bonnes saisons et à l'utiliser pendant les périodes de disette ou pour des urgences à d'autres endroits.
 - Il faut changer les pratiques, la formation, les interventions (techniques ou non), par exemple:
 - Former les pêcheurs, les transformateurs et les négociants de poisson sur l'amélioration de la manutention des produits de la pêche et l'élaboration et l'application de dispositifs de traçabilité simples;
 - Former les personnels du secteur public et les partenaires du secteur privé à comprendre la valeur nutritive du poisson, les préférences des consommateurs, ainsi que la qualité et l'innocuité du poisson et des produits de la pêche;
 - Valoriser et expliquer aux consommateurs les avantages de la consommation du poisson et les aider à choisir/reconnaître le poisson de bonne qualité et à le conserver en bon état;

- o Intégrer le poisson dans l'alimentation normale des enfants d'âge scolaire par le biais de programmes d'alimentation dans les écoles.

7. Mettre en place des politiques, une planification et des services de soutien adéquats pour promouvoir des dispositifs de production et de commercialisation durables dans un environnement fluctuant :

- a. **Créer un contexte favorable au commerce interrégional du poisson:** En 2005, la Déclaration de la FAO sur la pêche et l'aquaculture durable en Afrique a appelé les pays africains à «promouvoir le commerce des produits de la pêche artisanale et industrielle pour répondre aux opportunités du marché régional et mondial des produits halieutiques africains». Le plan d'action du NEPAD pour le développement de la pêche et de l'aquaculture en Afrique (NEPAD, 2005) a également recommandé le renforcement du commerce interrégional des produits de la pêche en Afrique. Pour concrétiser le potentiel du commerce interrégional des produits de la pêche, des investissements sont nécessaires dans les domaines suivants:
 - les normes d'hygiène et de qualité, en particulier pour les produits transformés;
 - les infrastructures et le matériel de manutention, de transport, de stockage et de conservation des produits halieutiques frais, surgelés ou transformés;
 - la quantité et la qualité des informations sur les règles commerciales et sur les marchés potentiels;
 - la création d'un contexte d'affaires plus sûr, propice au développement du commerce sous-régional (Ndiaye, 2013) pour les hommes comme pour les femmes;
 - l'amélioration de l'accès aux marchés, en particulier pour les petits producteurs, les transformateurs et les négociants (NEPAD, 2005).
- b. **La résilience générale aux risques de catastrophe et l'ACC dans les politiques et plans de pêche inclus dans les plans nationaux et régionaux :** Même avec une planification plus adaptée, les chocs, les défis et les contraintes continueront d'affecter la pêche et l'aquaculture, et le changement climatique va probablement aggraver ces menaces. Il est important d'améliorer les prévisions météorologiques et l'information sur le changement climatique et les maladies, qui permettent aux gens de prendre les bonnes décisions en termes de subsistance. Les alertes précoces en cas d'inondation, de tempête, de sécheresse et d'autres catastrophes naturelles peuvent aider les gens à éviter les pertes en vies humaines et en matériel, et à prendre les meilleures décisions pour les récoltes. Il convient donc d'intégrer les systèmes d'alerte précoce dans le cadre général de la RRC pour les stratégies de pêche, et la pêche dans les stratégies de RRC. De même, avec l'importance croissante de l'aquaculture intensive basée principalement sur les espèces exotiques génétiquement améliorées, le potentiel de propagation rapide des maladies en milieu aquatique augmente. Il faudra investir dans les infrastructures et les services destinés à améliorer la sécurité des zones aquatiques et des biens, prévoir les épidémies et les traiter. La pratique actuelle qui consiste à remédier aux catastrophes après qu'elles aient eu lieu doit changer radicalement : on doit aboutir à une situation où la RRC vient en premier, de sorte que les pêcheurs et les consommateurs deviennent plus résistants et s'adaptent mieux au changement, plutôt que d'en être les victimes.

On devra favoriser une plus grande coopération entre les fonctionnaires chargés de la sensibilisation, les chercheurs, les services météorologiques, les ONG et les communautés afin de mieux comprendre les effets potentiels du changement climatique, renforcer la résilience dans ce domaine afin d'éviter les catastrophes plutôt que d'y réagir. Il faudra donc intégrer la RRC dans les politiques, les plans et les efforts de développement, et s'assurer qu'ils sont compatibles d'un secteur à l'autre.

8. **Veiller à respecter la parité homme-femme dans la pêche à l'occasion de chaque intervention et surmonter le manque de parité non intentionnel de beaucoup de démarches.** La pêche est une activité typiquement masculine : les pêcheurs sont généralement les hommes de la famille. Mais les femmes interviennent souvent dans la transformation ou la commercialisation du poisson, sa capture dans les petits réservoirs après la saison des pluies ou la petite pêche dans les rivières. Il faudra prévoir une sensibilisation à la parité et le renforcement des capacités des partenaires et des communautés afin d'améliorer la compréhension de l'inégalité entre les genres dans la pêche et veiller à ce que les politiques et les interventions dans l'aquaculture et la pêche **n'aient pas d'effets négatifs pour les femmes, mais encouragent l'égalité des genres.**
9. **Améliorer la préparation aux crises** en accord avec le guide sur les interventions d'urgence pour la pêche et l'aquaculture de la FAO¹⁷ et les meilleures pratiques correspondantes. On établira un plan de préparation et d'urgence pour assurer une réponse réelle et efficace, et on développera les formations et le renforcement des capacités des parties prenantes concernées.

8. CONCLUSIONS

Dans le discours du développement, la croissance agricole est considérée comme essentielle pour la réduction de la pauvreté rurale. Le secteur agricole représente 20 pour cent du PIB de l'Afrique subsaharienne et occupe 67 pour cent de la population active totale (FAO et FIDA, 2008). Mais l'Afrique subsaharienne y est aussi décrite comme la partie du monde qui a la plus faible productivité agricole, et qui a connu une augmentation de la population pauvre et souffrant de malnutrition en raison de l'écart croissant entre la production agricole et l'augmentation démographique (BAD *et al.*, 2008; FAO et FIDA, 2008). Une meilleure gestion de l'eau, avec, entre autres, la construction d'un plus grand nombre de petits réservoirs, est l'une des solutions proposées à la croissance agricole et à la résilience au changement climatique en Afrique subsaharienne (NEPAD, 2003; FAO, 2008a). S'il est généralement convenu que le développement de la gestion de l'eau doit prendre plusieurs formes et bénéficier au plus grand nombre, en intégrant mieux l'irrigation et les autres usages (Venot *et al.*, 2012), le potentiel de la pêche pour l'amélioration de la nutrition n'a suscité jusqu'ici qu'une attention négligeable (HLPE, 2014).

Les scénarios de changement climatique prévoient avant tout l'augmentation de la variabilité et de la volatilité des régimes de précipitations des zones arides. L'impact de ces changements sur la production alimentaire se fera sentir principalement en termes de fluctuation de l'offre. Sans une résilience accrue et une meilleure adaptation, les populations rurales les plus menacées par les impacts prévus du changement climatique sont celles qui demeurent dans les zones semi-arides et arides. La diversification et des capacités régulatrices sont essentielles pour l'amélioration de la résilience, et on peut ici augmenter considérablement le rôle du poisson comme moyen de subsistance des populations des zones arides. Les écosystèmes d'eau douce sont parmi les plus volatiles et les plus éphémères, et de nombreuses espèces de poissons s'adaptent très bien aux fluctuations et à la variabilité. Des recherches récentes (Kolding et van Zwieten, 2012; Gownaris *et al.*, 2016b) montrent que le caractère fluctuant de la plupart des systèmes d'eau douce africains semble favoriser la production de poisson plutôt que l'entraver. Avec la reconnaissance accrue de la valeur nutritive du poisson pour la sécurité alimentaire et une nutrition saine, il convient de souligner, promouvoir et développer l'importance du poisson dans une stratégie de subsistance diversifiée pour les zones arides, en parallèle à d'autres activités de production alimentaire.

L'objectif de la présente étude est à la fois de documenter la résilience générale de nombreuses ressources halieutiques à la variabilité climatique, de souligner combien ces ressources sont sous-estimées comme moyens de subsistance, mais aussi de présenter les moyens d'améliorer l'offre potentielle en poissons dans les zones arides grâce à une meilleure utilisation des plans d'eau

¹⁷ Fisheries and aquaculture emergency response guidance, Rome. www.fao.org/3/a-i3432e.pdf

disponibles, en particulier les petits réservoirs, et au recours à des petites espèces très productives. Le rôle des petits plans d'eau pour procurer les protéines et les micronutriments essentiels aux communautés rurales a été largement négligé depuis la fin du programme ALCOM en 1998 (FAO, 1999), même si ces plans d'eau sont plus productifs par unité de surface que les grands lacs et réservoirs et si, pris ensemble, ils forment une surface bien plus grande. Ceci étant, la plus grande part de la production de poisson est consommée localement et n'est pas enregistrée dans les statistiques officielles de capture.

En recentrant l'attention sur la productivité halieutique des petits plans d'eau et des réservoirs des zones arides, et en particulier en intégrant la pêche aux aménagements de récupération de l'eau, à l'irrigation et aux installations de stockage de l'eau améliorées, on peut augmenter considérablement le rôle du poisson dans l'alimentation des populations des zones arides et leur offrir ainsi de meilleures possibilités de subsistance.

9. REFERENCES

- Abebe, S., Haji, J. et Ketema, M.** 2014. Impact of disappearance of Lake Haramaya on the livelihood of the surrounding community: the case of Haramaya District in Oromia National Regional State, Ethiopia. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 5(18): 141-47.
- ABD, FAO, FIDA, IWMI et Banque mondiale.** 2008. Investment in agricultural water for poverty reduction and economic growth in sub-Saharan Africa. A collaborative programme of ADB, FAO, FIDA, IWMI et Banque mondiale. Synthesis report. Abidjan, Côte d'Ivoire; Rome, Italie; Colombo, Sri Lanka. 71 pp.
- Adhikari, B.** 2013. Poverty reduction through promoting alternative livelihoods: Implications for marginal drylands. *Journal of International Development*, 25: 947-67.
- Akande, G. et Diei-Ouadi, Y.** 2010. Post-harvest losses in small-scale fisheries: Case studies in five sub-Saharan African countries. FAO Document technique sur les pêches et l'aquaculture n° 550. Rome, FAO.
- ALCOM.** 1994. Aquaculture in the 21st century in southern Africa. *ALCOM News*, 16:2-4. Harare, Zimbabwe. Aquaculture for Local Community Development Programme.
- Alemayehu, T., Furi, A. et Legesse, D.** 2007. Impact of water overexploitation on highland lakes of eastern Ethiopia. *Environ. Geol.*, 52: 147-54. doi 10.1007/s00254-006-0468-x.
- Allen, C.R. et Gunderson, L.H.** 2011. Pathology and failure in the design and implementation of adaptive management. *Journal of Environmental Management*; 92: 1379-84.
- Allison, E.H., Andrew, N.L. et Oliver, J.** 2007. Enhancing the resilience of inland fisheries and aquaculture systems to climate change. SAT eJournal, 4 (1). Disponible sur: ejournal.icrisat.org.
- Allison, E.H., Ratner, B.D., Åsgård, B., Willmann, R., Pomeroy, R. et Kurien, J.** 2012. Rights-based fisheries governance: from fishing rights to human rights. *Fish and Fisheries*, 13(1): 14-29.
- Allison, E.H. et Mvula, P.M.** 2002. Fishing livelihoods and fisheries management in Malawi. LADDER Working Paper n° 23. Norwich, Royaume-uni. Overseas Development Group. Disponible sur: <http://www.odg.uea.ac.uk/ladder/>.
- Andrew, T.G., Weyl, O.L.F. et Andrew, M.** 2003. Aquaculture masterplan development in Malawi: socio-economic survey report. Report to JICA and Ministry of Natural Resources and Environment of the Malawi Government. Disponible sur: www.fao.org/fishery/country/sector/naso_malawi.en
- Badjeck, M.C., Allison, E.D.H., Halls, A.S. et Dulvy, N.K.** 2010. Impacts of climate variability and change on fishery-based livelihoods. *Marine Policy*, 34: 375-83.
- Baijot, E., Moreau, J. et Bouda, S.** 1997. Hydrobiological aspects of fisheries in small reservoirs in the Sahel region. Wageningen, Pays-Bas. Centre technique de coopération agricole et rurale ACP-UE.

- Banda, L., Matsimbe, M., Longwe, P., Kaunda, E., Khando, S., Chitsulo, T., Kapondamgaga, P., Jamu, D., Banda, J., Ng'ong'ola, D., Chirwa, B., Moyo, N. et Maluwa, A.** 2010. *Fish farming for improved income and food security of small scale farmers*. An Initiative of the RUFORUM Community Action Research Programme (CARP). Second RUFORUM Biennial Meeting, Entebbe, Ouganda, 20-24 septembre 2010.
- Banque mondiale.** 2012. Hidden harvest: The global contribution of capture fisheries. Washington D.C.
- Banque mondiale.** 2013. Fish to 2030. Prospects for fisheries and aquaculture. Rapport de la Banque mondiale n° 83177-GLB. Washington D.C.
- Banque mondiale et FAO.** 2009. The sunken billions: The economic justification for fisheries reform. Washington D.C et Rome, Italie.
- Barrett, C.B., Reardon, T. et Webb, P.** 2001. Nonfarm income diversification and household livelihood strategies in rural Africa: concepts, dynamics, and policy implications. *Food Policy*, 26: 315-31.
- Bayley, P.B.** 1991. The flood pulse advantage and restoration of river floodplain systems. *Regulated Rivers: Research and Management* 6:75-86.
- Béné, C. et Heck, S.** 2005. Fish and food security in Africa. Caire, Égypte. WorldFish Center, Africa and West Asia Programme. 12 pp.
- Béné, C. et Neiland, A.E.** 2004. *Contribution of inland fisheries to rural livelihoods in Africa: an overview from the Lake Chad Basin areas*. In Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries, 2. Rome, FAO.
- Béné, C., Lawton, R. et Allison, E.** 2010. Trade matters in the fight against poverty: narratives, perceptions and lack of evidence in the case of fish trade in Africa. *World Development*, 38(7): 933-54.
- Béné, C., Arthur, R., Norbury, H., Allison, E.H., Beveridge, M., Bush, S., Campling, L., Leschen, W., Little, D., Squires, D., Thilsted, S.H., Troell, M. et Williams, M.** 2016. Contribution of fisheries and aquaculture to food security and poverty reduction: assessing the current evidence. *World Development*, 79: 177-96.
- Béné, C., Barange, M., Subasinghe, R., Pinstrup-Andersen, P., Merino, G., Hemre, G.-I. et Williams, M.** 2015. Feeding 9 billion by 2050 – putting fish back on the menu. *Food Sec.*, 7: 261-74. doi 10.1007/s12571-015-0427-z.
- Béné, C., Abban, E.K., Abdel-Rahman, S.H., Brummett, R., Dankwa, H.R., Das, A.K., Habib, O.A., Katiha, P.K., Kolding, J., Obirih-Opareh, N., Ofori, J.K., Shehata, M., Shrivastava, N.P. et Vass, K.K.** 2009. Improved fisheries productivity and management in tropical reservoirs. Final Project Report of Project n° CP34. CGIAR Challenge Program on Water and Food. 117 pp.
- Béné, C., Hersoug, B. et Allison, E.H.** 2010. Not by rent alone: analysing the pro-poor functions of small-scale fisheries in developing countries. *Development Policy Review*, 28: 325-58.
- Béné, C., Macfadyen, G. et Allison, E.H.** 2007. Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and food security. FAO, Document technique sur les pêches n° 481. Rome, FAO. 125 pp.

- Benemann, J.R.** 2008. Opportunities and challenges in algae biofuels production. Position paper by Dr John R. Benemann in line with Algae World 2008. 15 pp. Disponible sur: www.fao.org/uploads/media/algae_positionpaper.pdf
- Benson, T.** 2008. Improving nutrition as a development priority; addressing undernutrition in national policy processes in sub-Saharan Africa. Research Report n° 156. International Food Policy Research Institute, Washington DC, États-Unis.
- Berkes, F.** 2006. From community-based resource management to complex systems: the scale issue and marine commons. *Ecology and Society*, 111: 45.
- Beveridge, M.C.M., Thilsted, S.H., Phillips, M.J., Metian, M., Troell, M. et Hall, S.J.** 2013. Meeting the food and nutrition needs of the poor: the role of fish and the opportunities and challenges emerging from the rise of aquaculture. *Journal of Fish Biology*, 83: 1067-84.
- Beverton, R.J.H.** 1959. Report on the state of the Lake Victoria fisheries. Fisheries Laboratory, Lowestoft, Royaume-Uni. 44 pp + appendices, mimeo.
- Beverton, R.J.H. et Holt, S.J.** 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fishery Investigations Series II*, 19: 1-533.
- Blaikie P., Cannon T., Davis, I et Wisner, B.** 1994. At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters. Disponible sur: http://www.preventionweb.net/files/670_72351.pdf
- Boko, M., Niang, I., Nyong, A., Vogel, C., Githeko, A., Medany, M., Osman-Elasha, B., Tabo, R. et Yanda, P.** 2007. *Africa*. In M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. Linden, et C.E. Hanson, eds. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Royaume-Uni. Cambridge University Press. pp. 433-67.
- Bromley, D.W.** 2009. Abdicating responsibility: the deceptions of fisheries policy. *Fisheries*, 346: 280-302.
- Brooks, A.C.** 1992. Viability of commercial farming in Malawi. Central and Northern Regions Fish Farming Project, Rapport UE. 54 pp.
- Campbell, J. et Townsley, P.** 2013. Biodiversity and poverty in coastal environments. In D. Roe, J. Elliot, C. Sandbrook et M. Walpole, eds. *Biodiversity conservation and poverty alleviation: exploring the evidence for a link*. Chichester, Royaume-Uni, John Wiley et Sons, Ltd.
- Cattermoul, B., Townsley, P. et Campbell, J.** 2008. Sustainable livelihoods enhancement and diversification (SLED): a manual for practitioners. Gland, Switzerland and Colombo, Sri Lanka, Kalmar, Sweden and Cambridge, Royaume-Uni. UICN, CORDIO et ICRAN.
- CCNUCC, PNUD et PNUE.** 2009. Climate change in the African drylands: options and opportunities for adaption and mitigation. Convention des Nations Unies pour la lutte contre la désertification, PNUD, PNUE.
- Chambers, R.** 1989. Vulnerability: How the Poor Cope. IDS Bulletin Volume 20 (2).
- Chambers, R.** 2006. Vulnerability, Coping and Policy. IDS Bulletin Volume 37 (4).
- Charles, A.** 2011. Human rights and fishery rights in small-scale fisheries management. In R.S. Pomeroy et N.L. Andrew, eds. *Small-scale fisheries management: frameworks and approaches for the developing world*. Wallingford, Royaume-Uni, CABI Books.

- Coche, A.G., Haight, B.A. et Vincke, M.M.J.** 1994. Aquaculture development and research in sub-Saharan Africa. Synthesis of national reviews and indicative action plan for research. Document technique du CPCA n° 23. Rome, FAO. 151 pp.
- Cochrane, K., De Young, C., Soto, D. et Bahri, T.** 2010. Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge. FAO Document technique sur les pêches et l'aquaculture n° 530. Rome, FAO.
- COI.** 2012. Regional fish trade in eastern and southern Africa – products and markets. A fish trade guide. Smart Fish Working Paper n° 13. Ebène, Maurice, Commission de l'océan Indien. 53 pp.
- Crespi, V. et Lovatelli, A.** 2010. Aquaculture in desert and arid lands. Development constraints and opportunities. Atelier technique de la FAO, Hermosillo, Mexique, 6-9 juillet 2010.
- Critchley, W. et Siegert, C.** 1991. Water harvesting manual. Document FAO AGL/MISC/17/91. Rome, FAO.
- Darwall, W.R., Allison, E.H., Turner, G.F. et Irvine, K.** 2010. Lake of flies, or lake of fish? A trophic model of Lake Malawi. *Ecological Modelling*, 221: 713-27.
- De Graaf, G., Bartley, D., Jørgensen, J. et Marmulla, G.** 2012. The scale of inland fisheries, can we do better? Alternative approaches for assessment. *Fisheries Management and Ecology*, 22: 64-70. doi: 10.1111/j.1365-2400.2011.00844.x.
- De Graaf, G.J. et Garibaldi, L.** 2014. The value of African fisheries. FAO Circulaire sur les pêches et l'aquaculture n° 1093. Rome, FAO. 76 pp.
- Downing, A., van Nes, E., Balirwa, J., Beuving, J., Bwathondi, P.O.J., Chapman, L., Cornelissen, I., Cowx, I., Goudswaard, K.P.C., Hecky, R., Janse, J., Janssen, A., Kaufman, L., Kishe-Machumu, M., Kolding, J., Ligtvoet, W., Mbabazi, D., Medard, M., Mkumbo, O., Mlaponi, E., Munyaho, A., Nagelkerke, L., Ogutu-Ohwayo, R., Ojwang, W., Peter, H., Schindler, D., Seehausen, O., Sharpe, D., Silsbe, G., Sitoki, L., Tumwebaze, R., Tweddle, D., van de Wolfshaar, K., van Dijk, H., van Donk, E., van Rijssel, J., van Zwieten, P., Verreth, J., Wanink, J. et Mooij W.** 2014. Coupled human and natural system dynamics as key to the sustainability of Lake Victoria's ecosystem. *Ecology and Society*, 19(4): 31.
- Dudgeon, D., Arthington, A.H., Gessner, M.O., Kawabata, Z.-I., Knowler, D.J., Lévêque, C., Naiman, R.J., Prieur-Richard, A.-H., Soto, D., Stiassny, M.L.J. et Sullivan C.A.** 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 81: 163-82.
- Dugan, P., Sugunan, V.V., Welcomme, R.L., Béné, C., Brummett, R.E., Beveridge, M.C.M., Abban, K., Amarasinghe, U., Arthington, A., Blixt, M., Chimatiro, S., Kathia, P., King, J., Kolding, J., Nguyen Khoa, S. et Turpie, J.** 2007. Inland fisheries and aquaculture. In *Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in Agriculture*. Londres, Royaume-Uni et Colombo, Sri Lanka. Earthscan et International Water Management Institute. ISBN 978-1-84407-396-2. pp. 459-83.
- Ekra, J.L.** 2010. Obstacles to intra-regional trade in West Africa – the challenge of non-tariff barriers and poor trade settlement system. Disponible sur: www.howwemadeitinafrica.com/obstacles-intra-regional-trade-west-africa/.
- Ellis, F.** 2000. The determination of rural livelihood diversification in developing countries. *Journal of Agricultural Economics*, 51: 289-302.

- El-Thair, S. et Kolding, J.** 1995. *Fishing, flushing and fish behaviour – a case study from the seasonal Khashm el Girba reservoir in Sudan*. In L. Santbergen et C.J. Van Westen, eds. *Reservoirs in river basin development*. Proceedings of the ICOLD symposium, Oslo, Norvège, juillet 1995. pp. 197-211. ISBN 90 5410 559 3.
- Evans, L.S., Brown, K. et Allison, E.H.** 2011. Factors influencing adaptive marine governance in a developing country context: a case study of southern Kenya. *Ecology and Society*, 16(2): 21.
- FAO.** 1995. *Le code de conduite pour une pêche responsable*. Rome. 41 pp.
- FAO.** 1999. *Utilization of small water bodies for aquaculture and fisheries – aquaculture for local community development programme*. Project findings and recommendations. Rapport final de projet FI:GCP/RAF/277/BEL. Rome. Disponible sur: www.fao.org/3/a-x1679e.pdf.
- FAO.** 2000. *Land resource potential and constraints at regional and country levels*. World Soil Resources Report n° 90. Rome.
- FAO.** 2003. *L'approche écosystémique des pêches*. FAO Directives techniques pour une pêche responsable n° 4, Suppl.2. Rome. 112 pp.
- FAO.** 2008a. *Climate change, water and food security*. Technical background and document from the expert consultation, 26–28 février 2008. Synthesis Paper n° HLC/08/BAK/2. Rome.
- FAO.** 2008b. *Vue générale du secteur des pêches nationales au Burkina Faso*. Rome.
- FAO.** 2010. *Annuaire statistique des pêches et de l'aquaculture de la FAO*. Rome, 100 pp.
- FAO.** 2012. *La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2012*. Rome.
- FAO.** 2013. *Resilient livelihoods. Disaster risk reduction for food and nutrition security framework Programme*. Rome.
- FAO.** 2014. *Fisheries and Aquaculture Emergency Response Guidance*. Rome.
- FAO.** 2014. *La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture (SOFIA) 2014*. Rome. Disponible sur: www.fao.org/3/a-i3720f.pdf.
- FAO et FIDA.** 2008. *Water and the rural poor. Interventions for improving livelihoods in sub-Saharan Africa*. J.M. Faurès et G. Santini, Rome.
- Fetahi, T. et Mengistou, S.** 2007. Trophic analysis of Lake Awassa (Ethiopia) using mass-balance Ecopath model. *Ecological modelling*, 201: 398-408.
- Fetahi, T., Schagerl, M., Mengistou, S. et Libralato, S.** 2011. Food web structure and trophic interactions of the tropical highland lake Hayq, Éthiopie. *Ecological Modelling*, 222: 804-13.
- Garcia, S. E., Kolding, J., Rice, J., Rochet, M.-J., Zhou, S., Arimoto, T., Beyer, J. E., Borges, L., Bundy, A., Dunn, D., Fulton, E. A., Hall, M., Heino, M., Law, R., Makino, M., Rijnsdorp, A., Simard, F. et Smith, A.** 2012. Reconsidering the consequences of selective fisheries. *Science*, 335:1045-47.
- Garcia, S.M., Rice, J. et Charles, A.** 2015. Bridging fisheries management and biodiversity conservation norms: potential and challenges of balancing harvest in ecosystem-based frameworks. *ICES J. Mar. Sci. online*, doi: 10.1093/icesjms/fsv230.

- Garibaldi, L.** 2011. The FAO global capture production database: a six-decade effort to catch the trend. *Marine Policy*, 36: 760-68.
- Georgis, K.** 2010. Agricultural based livelihood systems in drylands in the context of climate change: inventory of adaptation practices and technologies of Ethiopia. Environment and Natural Resources Document de travail n° 38. Rome, FAO.
- GIEC.** 2013. Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Royaume-Uni. Cambridge University Press. T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley, eds. Cambridge, Royaume-Uni et New York, États-Unis. Cambridge University Press. 1535 pp.
- Gouvernement de Kenya.** 2012. Kenya post-disaster needs assessment (PDNA) for the 2008–2011 drought. Nairobi, Kenya. Government of Kenya with technical support from the European Union, United Nations et Banque mondiale. Disponible sur: www.gfdr.org/sites/gfdr/files/Kenya_PDNA_Final.pdf.
- Goulding, I. et Kamel, M.** 2013. Institutional, policy and regulatory framework for sustainable development of the Egyptian aquaculture sector. Worldfish Project Report n° 2013-39. Penang, Malaisie, WorldFish.
- Gownaris, N.J., Rountos, K.J., Kaufman, L., Kolding, J., Lwiza, K.M.M. et Pikitch, E.K.** 2016a. To manage fish we must manage water: the case of African Lakes. *Ecosystems* (en prép.).
- Gownaris, N.J., Pikitch, E., Aller, J.Y., Kaufman, L., Kolding, J., Lwiza, K.M.M., Obiero, K.O., Ojwang, W.O., Malala, J.O. et Rountos, K.J.** 2016b. Reconciling fisheries and water level fluctuations in the world's largest desert lake. *Ecohydrology* (en prép.).
- Hara, M.M.** 2001. Could marine resources provide a short-term solution to declining fish supply in SADC inland countries? The case of horse mackerel. *Food Policy*, 26: 11-34.
- Hecht, T., Moehl, J. Halwart, M. et Subasinghe, R.** 2005. Regional review on aquaculture development. Sub-Saharan Africa. FAO Circulaire des pêches n° 1017/4. FIRI/C1047/4. Rome, FAO.
- Heck, S., Béné, C. et Reyes-Gaskin, R.** 2007. Investing in African fisheries: building links to the Millennium Development Goals. *Fish and Fisheries*, 8(3): 211-26.
- Hempel E.** 2010. Value chain analysis in the fisheries sector in Africa. Report for INFOSA and the NEPAD Trade Working Group. 85 pp.
- Henderson, H.F. et Welcomme, R.L.** 1974. Relation entre la production, l'indice morpho-édaphique et le nombre de pêcheurs des pêcheries des eaux continentales d'Afrique. Document occasionnel du CPCA n° 1. Rome, FAO.
- HLPE.** 2012. Sécurité alimentaire et changement climatique. Un rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition au Comité de la sécurité alimentaire mondiale n° 3. Rome, FAO.
- HLPE.** 2014. La durabilité de la pêche et de l'aquaculture au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition. Un rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition au Comité de la sécurité alimentaire mondiale n° 7. Rome, FAO.

- Hoffman, A.** 2010. *Social networks and power relations in the dagaa business in Mwanza, Tanzania*. Law and Governance Group, Wageningen University. (MSc thesis).
- Huchzermeyer, C.F.** 2013. Fish and fisheries of Bangweulu wetlands, Zambia. Rhodes University, South Africa. (MSc. thesis). 174 pp.
- IRD.** 2013. *Le développement du lac Tchad: Situation actuelle et futurs possibles. Rapport de synthèse (version provisoire)*. Marseille, France. IRD Editions. 64 pp.
- Jamu, D.M. et Chimatiro, S.** 2004. Sustainable agro-pisciculture in Malawi. *Entwicklung und Ländlicher Raum*, 386: 27–28.
- Jenness, J., Dooley, J., Aguilar-Manjarrez, J. et Riva, C.** 2007. African water resource database. GIS-based tools for inland aquatic resource management. 2. Technical manual and workbook. Document technique du CPCA n° 33, Partie 2. Rome, FAO. 308 pp.
- Jul-Larsen, E., Kolding, J., Nielsen, J.R., Overa, R. et van Zwieten, P.A.M.** 2003. Management, co-management or no management? Major dilemmas in southern African freshwater fisheries. Partie 1: Rapport de synthèse. FAO Document technique sur les pêches n° 426/1. Rome, FAO. 137 pp. ISBN 925104919X.
- Junk, W.J., Bayley, P.B. et Sparks, R.E.** 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences Special Publication*, 106: 110-27.
- Kaputé, A.T., Hanan, N.P. et Prihodko, L.** 2013. Characterization of the spatial and temporal variability of surface water in the Soudan-Sahel region of Africa. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 118: 1472-83. doi:10.1002/jgrg.20121.
- Karege, L.P. et Kolding, J.** 1995. On the relationship between hydrology and fisheries in Lake Kariba, central Africa. *Fish. Res.*, 22: 205-26.
- Kawarazuka, N. et Béné, C.** 2011. The potential role of small fish species in improving micronutrient deficiencies in developing countries: building evidence. *Public Health Nutrition*, 1411: 1927-38.
- Keitel, J., Zak, D. et Hupfer, M.** 2015. Water level fluctuations in a tropical reservoir: the impact of sediment drying, aquatic macrophyte dieback, and oxygen availability on phosphorus mobilization. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 23(7): 6883-94. doi 10.1007/s11356-015-5915-3.
- Kerr, S.R. et Dickie, L.M.** 2001. *The biomass spectrum – a predator-prey theory of aquatic production. Complexity in ecological systems series*. New York, États-Unis. Columbia University Press. 320 pp.
- Knapp, G.** 2000. *Implications of climate change for fisheries management. Microbehavior and macroresults*. In 10th international Conference of the Institute of Fisheries Economics and Trade. Corvallis, Oregon, 9-14 juillet 2000. Corvallis, États-Unis. Institute of Fisheries Economics and Trade, Oregon State University.
- Kolding, J.** 1989. *The fish resources of Lake Turkana and their environment*. Department of Fisheries Biology, University of Bergen. (Msc thesis and final report of project KEN 043 Trial Fishery 1986–1987). 262 pp.
- Kolding, J.** 1992. A summary of Lake Turkana: an ever-changing mixed environment. *Mitt. Int. Verein. Limnol.*, 23: 25-35.

- Kolding, J.** 1993a. Population dynamics and life history styles of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Fergusons Gulf, Lake Turkana, Kenya. *Env. Biol. Fish.*, 37: 25-46.
- Kolding, J.** 1993b. *Trophic interrelationships and community structure at two different periods of Lake Turkana, Kenya – a comparison using the ECOPATH II box model.* In V. Christensen and D. Pauly, eds. *Trophic models of aquatic ecosystems*, pp. 116-23. ICLARM Conference Proceedings n° 26. Totnes, Royaume-Uni. International Centre for Living Aquatic Resources.
- Kolding, J.** 1994. *Plus ça change, plus c'est la même chose. On the ecology and exploitation of fish in fluctuating tropical freshwater systems.* Department of Fisheries and Marine Biology, University of Bergen (Thèse de doctorat). 197 pp. ISBN 82-7744-011-1.
- Kolding, J.** 1997. Diversity, disturbance and dubious dogma. On some difficult concepts in community ecology. In R. Strand et G. Bristow, eds. *Naturvitere Filosoferer*, pp. 122-41. Megaloceros in cooperation with Centre for the Studies of Science and the Humanities, University of Bergen.
- Kolding, J. et van Zwieten, P.A.M.** 2006. Improving productivity in tropical lakes and reservoirs. Challenge Program on Water and Food – Aquatic Ecosystems and Fisheries Review Series 1. Thème 3. Caire, Égypte. WorldFish Center. 139 pp. ISBN: 977-17-3087-8.
- Kolding, J. et van Zwieten, P.A.M.** 2011. The tragedy of our legacy: how do global management discourses affect small-scale fisheries in the south? *Forum for Development Studies*, 383: 267-97.
- Kolding, J. et van Zwieten, P.A.M.** 2012. Relative lake level fluctuations and their influence on productivity and resilience in tropical lakes and reservoirs. *Fisheries Research*, 115-116: 99-109. doi:10.1016/j.fishres.2011.11.008.
- Kolding, J. et van Zwieten, P.A.M.** 2014. Sustainable fishing in inland waters. *Journal of Limnology*, 73: 128-44. doi: 10.4081/jlimnol.2014: 818.
- Kolding, J., van Zwieten, P.A.M., Mkumbo, O., Silsbe, G. et Hecky, R.E.** 2008a. Are the Lake Victoria fisheries threatened by exploitation or eutrophication? Towards an ecosystem based approach to management, pp. 309-54. In G. Bianchi et H.R. Skjoldal, eds. *The ecosystem approach to fisheries*. CAB International. ISBN: 978-1-84593-414-9.
- Kolding, J., Béné, C et Bavinck, M.** 2014a. Small-scale fisheries – importance, vulnerability, and deficient knowledge, chapter 22. In S. Garcia, J. Rice et A. Charles, eds. *Governance for marine fisheries and biodiversity conservation. Interaction and co-evolution*. pp. 317-31. Wiley-Blackwell. doi: 10.1002/9781118392607.ch22.
- Kolding, J., Bundy, A., van Zwieten, P.A.M. et Plank, M.** 2015a. Fisheries, the inverted food pyramid. *ICES Journal of Marine Science*. doi: 10.1093/icesjms/fsv225.
- Kolding, J., Haug, L. et Stefansson, S.** 2008b. Effect of oxygen on growth and reproduction in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 657: 1413-24. doi:10.1139/F08-059.
- Kolding, J., Jacobsen, N.S., Andersen, K.H. et van Zwieten, P.A.M.** 2015b. Maximizing fisheries yields while maintaining community structure. *Can. J. Fish and Aquatic. Sci.* doi: 10.1139/cjfas-2015-0098.
- Kolding, J., Law, R., Plank, M. et van Zwieten, P.A.M.** 2015c. The optimal fishing pattern, Chapitre 5.5. In J. Craig, ed. *Freshwater Fisheries Ecology*. Wiley-Blackwell. ISBN: 978-1-118-39442-7.

- Kolding, J., Medard, M., Mkumbo, O. et van Zwieten, P.A.M.** 2014b. Status, trends and management of the Lake Victoria fisheries. In R.L. Welcomme, J. Valbo-Jørgensen, et A.S. Halls, eds. *Inland fisheries evolution and management – case studies from four continents*, pp. 49-62. FAO Document technique sur les pêches et l'aquaculture n° 579. Rome, FAO. ISBN 978-92-5-108125-9.
- Kolding, J., van Zwieten, P.A.M. et Mosepele, K.** 2016. "Where there is water there is fish". Small-scale inland fisheries in Africa: dynamics and importance. In T. Tvedt et T. Oestigaard, eds. *A history of water. Series 3, Volume 3. Water and food: from hunter-gatherers to global production in Africa*. Londres, I.B. Tauris. (sous-presses).
- Koohafkan, P. et Stewart, B.A.** 2008. *Water and cereals in drylands*. Rome et Londres. FAO et Earthscan.
- Laë, R. et Mahé, G.** 2002. *Crue, inondation et production halieutique. Un modèle prédictif des captures dans le delta intérieur du Niger*. In D. Orange, R. Arfi, M. Kuper, P. Morand et Y. Poncet, eds. *Gestion intégrée des ressources naturelles en zone inondable tropicale*, pp. 865-82. Paris, France. Éditions de l'IRD, Colloques et séminaires. 987 pp.
- Lehner, B. et Döll, P.** 2004. Development and validation of a global database of lakes, reservoirs and wetlands. *Journal of Hydrology*, 296: 1-22. Disponible sur: www.worldwildlife.org/science/data/item1877.html
- Lemoalle, J.** 2008. Water productivity of aquatic systems. Final report for the project Improved Fisheries Productivity and Management in Tropical Reservoirs, CP-PN34., Penang, Malaisie. Challenge Program on Water and Food and the WorldFish Center. 32 pp.
- Lemoalle, J., Bader, J.-C., Leblanc, M. et Sedick, A.** 2012. Recent changes in Lake Chad: observations, simulations and management options (1973–2011). *Global and Planetary Change*, 80-81: 247-54. doi:10.1016/j.gloplacha.2011.07.004.
- Lind, C.E., Brummett, R.E. et Ponzoni, R.W.** 2012. Exploitation and conservation of fish genetic resources in Africa: issues and priorities for aquaculture development and research. *Reviews in Aquaculture*, 4(3): 125-44.
- Little, P.D., Smith, K., Cellarius, B.A., Coppock, D.L. et Barrett, C.B.** 2001. Avoiding disaster: diversification and risk management among East African herders. *Development and Change*, 32: 401-33.
- Longley, C., Thilsted, S.H., Beveridge, M., Cole, S., Nyirenda, D.B., Heck, S. et Hother, A.-L.** 2014. The role of fish in the first 1 000 days in Zambia. IDS Special Collection. Brighton, Royaume-Uni. Institute of Development Studies. Disponible sur: www.ids.ac.uk.
- Machena, C. et Moehl, J.** 2001. African aquaculture: a regional summary with emphasis on sub-Saharan Africa. In R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough, S.E. McGladdery et J.R. Arthur, eds. *Aquaculture in the third millennium*, pp. 341-55. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thaïlande, 20–25 février 2000. Bangkok, NACA et Rome, FAO.
- Machena, C., Kolding, J. et Sanyanga, R.A.** 1993. *A preliminary assessment of the trophic structure of Lake Kariba – a man-made lake, Africa*. In V. Christensen and D. Pauly, eds. *Trophic models of aquatic ecosystems*, pp. 130-37. ICLARM Conference Proceedings n° 26. Totnes, Royaume-Uni. International Centre for Living Aquatic Resources.

- Mahon, R., McConney, P. et Roy, R.N.** 2008. Governing fisheries as complex adaptive systems. *Marine Policy*, 32: 104-12.
- Malasha, I.** 2003. Colonial and post-colonial fisheries regulations: the cases of Zambia and Zimbabwe. In E. Jul-Larsen, J. Kolding, J.R. Nielsen, R. Overa, et P.A.M van Zwieten, eds. Management, co-management or no management? Major dilemmas in southern African freshwater fisheries. Part 2: case studies, pp. 253-66. FAO Document technique sur les pêches n° 426/2. Rome, FAO.
- Mapfumo, B.** 2011. *An overview of desert aquaculture in southern Africa*. In V. Crespi et A. Lovatelli, eds. Aquaculture in desert and arid lands: development constraints and opportunities. FAO Technical Workshop, Hermosillo, Mexique, 6-9 juillet 2010. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings n° 20. Rome, FAO. pp. 119-40.
- Marshall, B.E.** 1984. Predicting ecology and fish yields in African reservoirs from preimpoundment physico-chemical data. Document technique du CPCA n° 10. Rome, FAO. 36 pp.
- Marshall, B.E. et Maes, M.** 1994. Small water bodies and their fisheries in southern Africa. Document technique du CPCA n° 29. Rome, FAO.
- Mavuti, K., Moreau, J., Munyandorero, J. et Plisnier, P.** 1996. Analysis of trophic relationships in two shallow equatorial lakes, Lake Naivasha (Kenya) and Lake Ihema (Rwanda) using a multispecies trophic model. *Hydrobiologia*, 321: 89-100.
- McCartney, M. et Smakhtin, V.** 2010. Water storage in an era of climate change: addressing the challenge of increasing rainfall variability. IWMI Blue Paper. Colombo, Sri Lanka. International Water Management Institute.
- McConney, P. et Charles, A.** 2008. Managing small-scale fisheries: moving towards people-centred perspectives. In R.Q. Grafton, R. Hilborn, D. Squires, T. Maree, et M. Williams, eds. *Handbook of marine fisheries conservation and management*. Oxford, Royaume-Uni. Oxford University Press.
- McPeak, J. et Barrett, C.B.** 2001. Differential risk exposure and stochastic poverty traps among East African pastoralists. *American Journal of Agricultural Economics*, 83(3): 674-79.
- Melcher, A.H., Ouedraogo, R. et Schmutz, S.** 2012. Spatial and seasonal fish community patterns in impacted and protected semi-arid rivers of Burkina Faso. *Ecological Engineering*, 48: 117-29.
- Molden, D., ed.** 2007. Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture. Londres, Royaume-Uni et Colombo, Sri Lanka. Earthscan et IWMI. ISBN-13:978-1844073962.
- Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., Bindraban, P., Hanjra, M.A. et Kijne, J.** 2010. Improving agricultural water productivity: between optimism and caution. *Agricultural Water Management*, 97: 528-35.
- Morand, P., Kodio, A., Andrew, N.L., Sinaba, F., Lemoalle, J. et Béné, C.** 2012. Vulnerability and adaptation of African rural populations to hydro-climatic change: experience from fisher communities of the inner Niger Delta (Mali). *Climatic Change*, 115: 463-83.
- Moreau, J., Christensen, V. et Pauly, D.** 1993a. *A trophic ecosystem model of Lake George, Uganda*. In V. Christensen et D. Pauly, eds. Trophic models of aquatic ecosystems, pp 124-29. ICLARM Conference Proceedings, 26. Totnes, Royaume-Uni. International Centre for Living Aquatic Resources Management.

- Moreau, J., Ligtoet, W. et Palomares, M.** 1993b. *Trophic relationship in the fish community of Lake Victoria, Kenya, with emphasis on the impact of Nile perch (*Lates niloticus*)*. In V. Christensen et D. Pauly, eds. *Trophic models of aquatic ecosystems*, pp. 144-52. ICLARM conference proceedings, 26. Totnes, Royaume-Uni. International Centre for Living Aquatic Resources Management.
- Moreau, J., Mavuti, K. et Daufresne, T.** 2001. A synoptic Ecopath model of biomass flows during two different static ecological situations in Lake Nakuru (Kenya). *Hydrobiologia*, 458: 63-74.
- Moreau, J., Nyakageni, B., Pearce, M. et Petit, P.** 1993c. *Trophic relationships in the pelagic zone of Lake Tanganyika (Burundi Sector)*. In V. Christensen et D. Pauly, eds. *Trophic models of ecosystems*, pp. 138-43. ICLARM Conference Proceedings, 26. Totnes, Royaume-Uni. International Centre for Living Aquatic Resources Management.
- MRAG.** 2005. Review of impacts of illegal, unreported and unregulated fishing on developing countries: synthesis report. MRAG, Royaume-Uni.
- MRAG.** 2009. Illegal, unreported and unregulated fishing. Policy Brief n° 8. Londres, Royaume-Uni. MRAG.
- Murphy, S. et McAfee, K.** 2005. US food aid: time to get it right. Minneapolis, États-Unis. The Institute for Agriculture and Trade Policy.
- Müller, C.** 2013. African lessons on climate change risks for agriculture. *Annual review of nutrition*, 33: 395-411. doi: 10.1146/annurev-nutr-071812-161121.
- NAC.** 2002. National Aquaculture Center annual report 2001/2002. Department of Fisheries, Gouvernement du Malawi. 20 pp.
- Nations Unies.** 2011. Global drylands: a UN system-wide response. United Nations Environment Management Group. 132 pp. Disponible sur: http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/Global_Drylands_Full_Report.pdf
- Ndiaye, P.G.** 2013. Fishing and fish products in West Africa: the untapped potential for a regional market. *Bridges Africa*, 2(1). Geneva, Switzerland. The International Centre for Trade and Sustainable Development. Disponible sur: <http://ictsd.org/i/competitiveness/158111/>.
- NEPAD.** 2003. Comprehensive Africa agriculture development program. Pretoria, Afrique. Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD).
- NEPAD.** 2005. The NEPAD action plan for the development of African fisheries and aquaculture. NEPAD-Fish for All Summit, Abudja, Nigéria, 23 août 2005.
- Nicholson S.E.** 1998. Historical fluctuations of Lake Victoria and other lakes in the Northern Rift Valley of East Africa, in *Environmental change and response in East African lakes*, Lehman J.T. (ed.), Dordrecht, Kluwer Academic Publishers: 7-36.
- Nielsen, J.R., Degnbol, P., Viswanathan, K.K., Ahmed, M., Hara, M., et Abdullah, N.M.R.** 2004. Fisheries co-management-an institutional innovation? Lessons from South East Asia and Southern Africa. *Marine Policy*, 28: 151-60.
- Nielsen, J.R., et Hara, M.M.** 2003. Experiences with fisheries co-management in Africa. In: Wilson, D.C., Nielsen, J.R., et Degnbol, P. (Eds.), *The fisheries co-management experience*.

Accomplishments, challenges and prospects. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Pays-Bas, pp. 81-98.

Odum, E.P. 1969. The strategy of ecosystem development. *Science*, 164: 262-70.

Ostrom, E. 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325: 419-22.

Overå, R. 2003. Market development and investment 'bottlenecks' in the fisheries of Lake Kariba, Zambia. In E. Jul-Larsen, J. Kolding, J.R. Nielsen, R. Overa, et P.A.M. van Zwieten, eds. Management, co-management or no management? Major dilemmas in southern African freshwater fisheries, Part 2. Case studies, pp. 201-31. FAO Document technique sur les pêches n° 426/2. Rome, FAO.

Ovie, S.I. et Emma, B. 2012. *Identification and reduction of climate change vulnerability in the fisheries of the Lake Chad basin*. In C. De Young, ed. Climate change implications for fishing communities in the Lake Chad Basin: what have we learned and what can we do better? FAO/Lake Chad Basin Commission Workshop, N'Djamena, Tchad, 18-20 novembre 2011. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings n° 25. Rome, FAO.

Palomares, M., Horton, K. et Moreau, J. 1993. *An ECOPATH II model of the Lake Chad system*. In V. Christensen et D. Pauly, eds. Trophic models of ecosystems, pp. 153. ICLARM Conference Proceedings, 26. Totnes, Royaume-Uni. International Centre for Living Aquatic Resources Management.

PAM. 2012a. Somalia: Trend analysis of food and nutrition insecurity (2007-2012). Nairobi, Kenya. Programme alimentaire mondial Somalie.

PAM. 2012b. Report on food security and nutrition in South Sudan: How a new country can feed its people. Programme alimentaire mondial pour le Sud-Soudan.

PAM. 2012c. Emergency Food Security Assessment (EFSA) in rural areas, Djibouti, juillet 2012. Rome, Programme alimentaire mondial.

PAM, OAA et Ministère de l'agriculture et de l'irrigation. 2012. *Enquête nationale post-récoltes sur la sécurité alimentaire des ménages ruraux du Tchad*. Programme alimentaire mondial des Nations Unies (PAM).

Peel, R.A., Tweddle, D., Simasiku, E.K., Martin, G.D., Lubanda, J., Hay, C.J. et Weyl, O.L.F. 2015. Ecology, fish and fishery of Lake Liambezi, a recently refilled floodplain lake in the Zambezi Region, Namibia. *African Journal of Aquatic Science*. doi:10.2989/16085914.2015.1105779.

Rai, H. 1978. Distribution of carbon, chlorophyll-*a* and pheo-pigments in the black water ecosystem of Central Amazonian Region. *Archiv für Hydrobiologie*, 82: 74-87.

Sadek, S. 2011. *An overview on desert aquaculture in Egypt*. In V. Crespi et A. Lovatelli, eds. Aquaculture in desert and arid lands: development constraints and opportunities, pp. 141-58. Atelier technique de la FAO, Hermosillo, Mexique, 6-9 juillet 2010. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings. n° 20. Rome, FAO.

Sarch, M.T. et Allison, E.H. 2000. *Fluctuating fisheries in Africa's inland waters: well adapted livelihoods, maladapted management*. Proceedings of the 10th International Conference of the Institute of Fisheries Economics and Trade, Corvallis, Oregon, 9-14 juillet 2000. Disponible sur: <http://osu.orst.edu/dept/IIFET/2000/papers/sarch.pdf>.

- Sarch, M.-T. et Birkett, C.** 2000. Fishing and farming at Lake Chad: response to lake-level fluctuations. *The Geographical Journal*, 166: 156-72.
- Save the Children.** Nd. Doing food aid differently in Kenya's arid lands. What we are learning, and why it's worth investing in the pastoralist economy. Londres, Royaume-Uni. Save the Children.
- Scott, A.** 2010. New direction in fishery management. In D. Leal, ed. Political economy of natural resource use: lessons for fisheries reform. Washington D.C. Agriculture and Rural Development Department, Banque mondiale.
- Sen, S.** 1995. The markets for fish and fish products in Zimbabwe. ALCOM Field Document No.34. Harare, Zimbabwe. Aquaculture for Local Community Development Programme.
- Sheldon, R.W., Prakash, A., et Sutcliffe Jr., W.H.** 1972. The size distribution of particles in the ocean. *Limnology and Oceanography*, 17: 327-40.
- Shigwedha, A.** Aquaculture disappoints Esau. Windhoek, Namibie. The Namibian, 13 avril 2011. Disponible sur: <http://www.namibian.com.na/index.php?id=78574etpage=archive-read>
- Stolywho, A. et Sikorsky, Z.** 2005. Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish – a critical review. *Food Chemistry*, 91: 303-11.
- Swallow, B.M.** 1994. The role of mobility within the risk management strategies of pastoralists and agro-pastoralists. Gatekeeper Series n° 47. Londres, International Institute for Environment and Development.
- Tacon, A.G.J. et Metian, M.** 2015. Feed matters: satisfying the feed demand of aquaculture. *Reviews in Fisheries Science et Aquaculture*, 23(1): 1-10. doi: 10.1080/23308249.2014.987209.
- Thébaud, B. et Batterbury, S.** 2001. Sahel pastoralist: opportunism, struggle, conflict and negotiation. A case study from the eastern Niger. *Global Environ. Change*, 11: 69-78. doi:10.1016/S0959-37800000046-7.
- Tilho, J.** 1928. *Variations et disparations possibles du Lac Tchad. Annales de géographie*, 37.
- USAID et FEWSNET.** 2011. Livelihoods zoning plus activity in Kenya. A special report by the Famine Early Warning Systems Network (FEWS NET). 81 pp. Disponible sur: <http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/ena/wfp239943.pdf>.
- Van Anrooy, R., Ahmad, I.U., Hart, T., Hotta, M., Ping, Y., Yang, W., Shipton, T., Benoit, C., Ruchismita, R., Upare, S. et Siar, S.V.** 2009. Review of the current state of world capture fisheries insurance. FAO Document technique sur la pêche et l'aquaculture n° 510. Rome, FAO. 162 pp.
- Van der Heijden, P.G.M.** 2011. Integrated aquaculture-agriculture in Egypt towards more efficient use of water resources. Workshop report. Centre for Development Innovation, Wageningen University et Research Centre.
- Van der Knaap, M.** 1994. Status of fish stocks and fisheries of thirteen medium-sized African reservoirs. Document technique du CPCA n° 26. Rome, FAO.
- Van der Mheen, H.W.** 1994. Practical aspects of stocking small water bodies. An example from Zimbabwe. Document technique du CPCA n° 28. Rome, FAO.

- Van der Mheen, H.W.** 1999. Compendium of the results from the ALCOM Aquaculture Programme for Smallholder Farmers in southern Africa. Rapport n° GCP/INT/555/SWE. Rome, FAO. Disponible sur: <http://www.fao.org/docrep/005/ac991e/ac991e00.HTM>.
- Van Zwieten, P.A.M., Kolding, J., Plank, M.J., Hecky, R.E., Bridgeman, T.B., MacIntyre, S., Seehausen, O. et Silsbe, G.M.** 2016. The Nile perch invasion in Lake Victoria: cause or consequence of the haplochromine decline? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 73(4): 622-43, 10.1139/cjfas-2015-0130.
- Venot, J.-P. et Hirvonen, M.** 2013. Enduring controversy: small reservoirs in sub-Saharan Africa. *Society and Natural Resources*, 26: 883-97.
- Venot, J.-P., de Fraiture, C. et Nti Acheampong, E.** 2012. Revisiting dominant notions: a review of costs, performance and institutions of small reservoirs in sub-Saharan Africa. IWMI Research Report n° 144. Colombo, Sri Lanka. International Water Management Institute. 39 pp. doi:10.5337/2012.202
- Vetaas, O.R. et Kolding, J.** 1991. Environmental variability in the Sahel and its constraints on animal husbandry. *FORUM for utviklingsstudier*, 1991(2): 215-28.
- Wantzen, K., Junk, W. et Rothhaupt, K.-O.** 2008. An extension of the floodpulse concept (FPC) for lakes. *Hydrobiologia*, 613: 151-70.
- Watts, C.J.** 2000. Seasonal phosphorus release from exposed, reinundated littoral sediments of two Australian reservoirs. *Hydrobiologia*, 431:27-39. doi:10.1023/A:1004098120517.
- Welcomme, R.L.** 1979. *The fisheries ecology of floodplain rivers*. Londres, Longman.
- Welcomme R.L. et Petr T.** (eds.) 2004. *Proceedings of the second international symposium on the management of large rivers for fisheries*, Vols I et II. Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique, Bangkok, Thaïlande. RAP Publication 2004/17, 356 et 309 pp.
- Welcomme, R.L., Cowx, I.G., Coates, D., Béné, C., Funge-Smith, S., Halls, A. et Lorenzen, K.** 2010. Inland capture fisheries. *Phil. Trans. R. Soc.*, B 365: 2881-96. doi:10.1098/rstb.2010.0168.
- Welcomme, R. et Lymer, D.** 2012. An audit of inland capture fishery statistics – Africa. FAO Circulaire sur les pêches et l'aquaculture n° 1051. Rome, FAO. 61 pp.
- WFP.** 2012a. Somalia: Trend Analysis of Food and Nutrition Insecurity (2007-2012). World Food Programme Somalia, Nairobi, Kenya.
- WFP.** 2012b. Report on Food Security and Nutrition in South Sudan: How a new country can feed its people. WFP South Sudan.
- WFP.** 2012c. Emergency Food Security Assessment (EFSA) in rural areas, Djibouti, July 2012. WFP, Rome, Italy.
- WFP, FAO & Ministry of Agriculture and Irrigation.** 2012. Enquête Nationale Post-récoltes sur la Sécurité Alimentaire des Ménages Ruraux du Tchad. Programme alimentaire mondial des Nations Unies (PAM).
- Whittingham, E., Campbell, J. and Townsley, P.** 2003. Poverty and Reefs. DFID-IMM-IOC/UNESCO, UNESCO, Paris, France.
- World Bank et FAO.** 2009. The Sunken Billions: The economic justification for fisheries reform.
- World Bank.** 2012. Hidden Harvest: The Global Contribution of Capture Fisheries.

World Bank. 2013. Fish to 2030. Prospects for Fisheries and Aquaculture. World Bank report Number 83177-GLB

ISBN 978-92-5-209219-3 ISSN 2070-7045



9 7 8 9 2 5 2 0 9 2 1 9 3

I5616FR/1/05.17