

*AfricaInteract: Faciliter l'interaction entre la recherche et les politiques pour l'adaptation au changement politique en Afrique*

# Revue de la recherche et des politiques en matière d'adaptation au changement climatique dans le secteur de l'agriculture en Afrique de l'Ouest

Edward R. Rhodes<sup>1</sup>, Abdulai Jalloh<sup>2</sup> et Aliou Diouf<sup>3</sup>

Mai 2014

## Remerciements

Le présent rapport a été réalisé sous les auspices du projet AfricaInteract financé par le Centre de recherche pour le développement international (CRDI).



Ce document a été rédigé par Abdulai Jalloh, Aboubakar Njoya et Harold Roy-Macauley, et révisé par Amos Majule et Lars Otto Naess.

## Affiliations des auteurs

- <sup>1</sup> **Consultant en développement agricole et président de l'Institut de recherche agricole de la Sierra Leone**
- <sup>2</sup> **Gestionnaire de programme**  
Programme de gestion des ressources naturelles Conseil ouest et centre africain pour la recherche et le développement agricoles/West and Central African Council for Agricultural Research and Development (CORAF/WECARD), 7 Avenue Bourguiba, BP 48, cp 18523 Dakar, Sénégal
- <sup>3</sup> **Chargé de programme**  
Changement climatique, gestion des ressources naturelles, développement rural et urbain Enda Énergie-Environnement-Développement, 54 rue Carnot, BP 3370 Dakar, Sénégal

## À propos d'AfricalInteract

*AfricalInteract* (<http://africainteract.coraf.org/fr>) est une plateforme destinée à faciliter le dialogue entre la recherche et les politiques pour l'adaptation au changement climatique en Afrique impliquant un large éventail d'acteurs africains en Afrique subsaharienne. Ces acteurs comprennent les membres de la société civile, les chercheurs, les décideurs politiques, les bailleurs de fonds et les entreprises du secteur privé, actifs dans le domaine de l'adaptation au changement climatique dans les secteurs de l'agriculture et de la santé ainsi que dans les zones urbaines. L'eau et le genre s'avèrent des questions transversales pour ces trois secteurs susmentionnés. *AfricalInteract* a pour objectif global de mettre en place une plateforme permettant un transfert efficace de l'information aux décideurs politiques et l'objectif spécifique vise à améliorer la résilience des populations vulnérables.

*AfricalInteract* est financé par le Centre de recherche pour le développement international (CRDI) et coordonné par le Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement agricoles/*West and Central African Council for Agricultural Research and Development* (CORAF/WECARD), sous les auspices du Forum africain pour la recherche agricole (FARA). Sur le plan régional, *AfricalInteract* se concentre sur les Communautés économiques régionales des quatre sous-régions de l'Afrique subsaharienne. La coordination des activités régionales est assurée par les points focaux suivants: l'Association pour le renforcement de la recherche agricole en Afrique du Centre et de l'Est (ASARECA) – Afrique de l'Est; le Réseau pour l'analyse des politiques sur l'alimentation, l'agriculture et les ressources naturelles (FANRPAN) – Afrique australe; la Commission des Forêts d'Afrique Centrale (COMIFAC) – Afrique centrale; et Énergie-Environnement et Développement (ENDA) – Afrique de l'Ouest.



*Le Conseil Ouest et Centre africain pour la recherche et le développement agricoles (CORAF/WECARD) est membre du Forum africain pour la recherche agricole. Il regroupe les systèmes nationaux de recherche agricole de 22 pays d'Afrique du Centre et de l'Ouest. Le CORAF/WECARD a pour mission « d'améliorer, de manière durable, la productivité, la compétitivité et les marchés agricoles en Afrique de l'Ouest et du Centre par la satisfaction des principales demandes adressées au système de recherche sous-régional par les groupes cibles ». Cette mission s'inscrit dans le cadre du Programme détaillé pour le développement de l'agriculture africaine (PDDAA) du Nouveau Partenariat Économique pour le Développement en Afrique (NEPAD), dont le CORAF/WECARD s'est engagé à réaliser l'objectif global. [www.coraf.org](http://www.coraf.org)*

# Sommaire

<b>Acronymes et abréviations .....</b>	<b>8</b>
<b>Synthèse .....</b>	<b>9</b>
<b>1. Introduction .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Concepts et méthodologie .....</b>	<b>11</b>
2.1 Méthodologie .....	11
2.2 Concepts clés .....	12
<b>3. Aperçu de l'agriculture en Afrique de l'Ouest .....</b>	<b>12</b>
3.1 Points clé du secteur agricole .....	12
3.1.1 Types de systèmes agricoles .....	12
3.1.2 Indicateurs et tendances clés en matière de développement .....	13
3.2 Défis posés par le changement climatique .....	13
3.2.1 Caractéristiques essentielles du climat .....	13
3.2.2 Projections du changement climatique en Afrique de l'Ouest .....	13
3.2.3 Aperçu des divers impacts possibles du changement climatique sur le secteur agricole.....	14
3.2.4 Aperçu des principales causes de la vulnérabilité du secteur agricole .....	14
3.3 Implications du changement climatique sur d'autres défis (et opportunités) clés dans le secteur agricole.	14
3.3.1 Croissance de la population et urbanisation .....	14
3.3.2 Les défis de l'approvisionnement, de la demande et de la gouvernance des ressources en eau.....	15
3.3.3 Ressources en terres .....	15
3.3.4 Égalité des sexes et agriculture .....	16
3.3.5 Jeunesse et futurs agriculteurs .....	17
3.3.6 Utilisation des savoirs locaux et autochtones en association avec les connaissances scientifiques.....	17
3.3.7 Changement climatique et conflits .....	18

<b>4.</b>	<b>Vulnérabilité et adaptation des systèmes agricoles .....</b>	<b>18</b>
4.1	Vulnérabilité et adaptation des systèmes de culture .....	18
4.1.1	Preuves scientifiques des effets du changement climatique sur les cultures dans un contexte de stress multiples .....	18
4.1.2	Options pour le renforcement de la capacité d'adaptation et de l'appui à l'agriculture .....	19
4.1.3	Adaptation documentée des cultivateurs .....	23
4.1.4	Enseignements tirés des projets et interventions d'adaptation dans l'agriculture .....	25
4.1.5	Principales barrières documentées s'opposant aux pratiques d'adaptation à adopter par les cultivateurs.....	25
4.2	Vulnérabilité et adaptation des systèmes d'élevage de bétail .....	27
4.2.1	Preuves scientifiques des effets du changement climatique sur l'élevage de bétail dans un contexte à stress multiples .....	27
4.2.2	Options de renforcement de la capacité d'adaptation et d'appui à l'élevage de bétail .....	28
4.2.3	Pratiques documentées d'adaptation par des éleveurs de bétail, et enseignements tirés des projets et interventions d'adaptation .....	29
4.2.4	Principales barrières documentées s'opposant aux pratiques d'adaptation à adopter par les éleveurs de bétail .....	29
4.3	Vulnérabilité et adaptation des systèmes pastoraux .....	29
4.3.1	Preuves scientifiques des effets du changement climatique sur le pastoralisme dans un contexte de stress multiples .....	29
4.3.2	Options de renforcement de la capacité d'adaptation et d'appui au pastoralisme .....	29
4.3.3	Cas documentés d'adaptation par les pasteurs .....	30
4.3.4	Enseignements tirés des projets et interventions d'adaptation dans le secteur du pastoralisme .....	30
4.3.5	Principales barrières documentées s'opposant aux pratiques d'adaptation à adopter par les pasteurs .....	30
4.4	Vulnérabilité et adaptation des systèmes de pêche .....	31
4.4.1	Preuves scientifiques des effets du changement climatique sur la pêche .....	31

4.4.2	Options de renforcement de la capacité d'adaptation et d'appui à la pêche .....	32
4.4.3	Cas documentés d'adaptation par des pêcheurs .....	33
4.4.4	Enseignements tirés des projets et interventions d'adaptation dans le secteur de la pêche, et principales barrières documentées à l'adaptation par les pêcheurs .....	33
<b>5. Politiques de développement agricole et d'adaptation au changement climatique .....</b>		<b>34</b>
5.1	Considérations liées au changement climatique dans les politiques continentales du secteur de l'agriculture .....	34
5.2	Considérations liées au changement climatique dans les politiques régionales du secteur agricole .....	34
5.3	Considérations liées à l'agriculture dans les politiques ou stratégies régionales de lutte contre le changement climatique .....	34
5.4	Politiques nationales en matière d'agriculture et de changement climatique .....	35
5.4.1	Considérations liées au changement climatique dans les politiques agricoles du Nigéria.....	35
5.4.2	Considérations liées au changement climatique dans les politiques agricoles du Ghana .....	36
5.4.3	Considérations liées au changement climatique dans les politiques agricoles du Sénégal.....	37
5.5	Concessions et barrières pour l'intégration de l'adaptation au changement climatique dans la politique agricole .....	38
5.6	Principaux arguments en faveur d'une politique d'adaptation au changement climatique .....	38
5.7	Mécanismes de financement des projets d'adaptation .....	38
5.8	Principales barrières à l'adoption de la recherche et d'une mise en œuvre efficace des politiques.....	39
<b>6. Lacunes de la recherche et de la politique en matière d'adaptation au changement climatique dans le secteur agricole .....</b>		<b>39</b>
6.1	Principaux défis et lacunes de la recherche .....	40
6.2	Principaux défis et lacunes en matière de politique .....	40
6.3	Options, espaces et possibilités pour une meilleure prise en compte de la recherche .....	41

<b>7. Analyse des parties prenantes et des possibilités de collaboration .....</b>	<b>41</b>
7.1 Organisations politiques et économiques .....	41
7.2 Autorités des bassins fluviaux .....	42
7.3 Organisations scientifiques, techniques et de développement, organisations de la société civile et associations d'agriculteurs .....	42
7.4 Possibilités .....	43
<b>8. Conclusions et recommandations .....</b>	<b>43</b>
8.1 Conclusions .....	43
8.2 Recommandations .....	44
8.2.1 Affronter le changement climatique dans le contexte de défis multisectoriels .....	44
8.2.2 Améliorer l'adaptation des petits exploitants au changement climatique .....	44
8.2.3 Combler les lacunes de la recherche sur l'adaptation au changement climatique .....	44
8.2.4 Amélioration de la formulation des politiques et de la façon de mieux intégrer les conclusions des recherches dans les politiques agricoles .....	45
8.2.5 Améliorer l'implication des parties prenantes dans la recherche et la politique en matière d'adaptation .....	46
<b>Références .....</b>	<b>46</b>

## Acronymes et abréviations

ACMAD	Centre africain pour les applications de la météorologie au développement
AGRHYMET	Agro-hydro-météorologie
APSIM	Simulateur de systèmes de production agricole
AC	Agriculture de conservation
OC	Organisation communautaire
CILSS	Comité permanent inter-États de lutte contre la sécheresse au Sahel
CIMMYT	Centre international d'amélioration du maïs et du blé
CORAF/WECARD	Conseil ouest et centre africain pour la recherche et le développement agricoles/West and Central African Council for Agricultural Research and Development
CSRP	Commission sous-régionale des pêches
DFID	Département du Royaume-Uni pour le développement international
ECOWAP	Politique agricole régionale de l'Afrique de l'Ouest
CEDEAO	Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest
ENDA-TM	Environnement et Développement du Tiers-Monde
FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
FARA	Forum pour la recherche agricole en Afrique
FASDEC	Politique de développement alimentaire et agricole
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Agence allemande de développement)
FEM	Fonds pour l'environnement mondial
ICRISAT	Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides
CRDI	Centre de recherches pour le développement international
IITA	Institut international d'agriculture tropicale
ILRI	Institut international de recherche sur le bétail
GIFS	Gestion intégrée de la fertilité des sols
IWMI	Institut international de gestion de l'eau
LPV	Longueur de la période de végétation
PANA	Programme d'action national aux fins de l'adaptation
PIB	Produit intérieur brut
SNRVA	Système national de recherche et de vulgarisation agricoles
ONG	Organisation non gouvernementale
ROPPA	Réseau des organisations paysannes et des producteurs agricoles de l'Afrique de l'Ouest
AS	Afrique subsaharienne
PNUD	Programme des Nations unies pour le développement
PNUE	Programme des Nations unies pour l'environnement
UEMOA	Union économique et monétaire ouest-africaine

## Résumé

En Afrique, le secteur agricole est très vulnérable au changement climatique. La recherche sur l'adaptation à ce phénomène doit impérativement recevoir un soutien solide. Une étude documentaire faisant la synthèse de la recherche et de la politique en matière de changement climatique dans le secteur agricole de l'Afrique de l'Ouest a été réalisée dans le cadre des activités d'AfricaInteract, une plate-forme d'échange entre chercheurs et décideurs politiques concernant l'adaptation au changement climatique. Le projet AfricaInteract est financé par le Centre de recherches pour le développement international (CRDI) et coordonné par le Conseil ouest et centre africain pour la recherche et le développement agricoles (CORAF/WECARD). Cette étude a pour objectif de développer la base de connaissances et de soutenir la formulation de politiques inspirées de la recherche en vue de favoriser l'adaptation au changement climatique des petites exploitations du secteur agricole (cultures, élevage, systèmes pastoraux et pêche) en Afrique de l'Ouest. Elle a analysé des articles de revue évalués par des pairs, des rapports des centres du CGIAR et d'organisations internationales également évalués par des pairs, des articles faisant partie d'actes de conférences et des rapports de consultants. Le rapport de l'étude porte sur des documents publiés entre 1995 et 2013.

Bien que des travaux de recherche récents indiquent que les élévations des températures de surface à l'échelle mondiale pourraient s'avérer moins graves que prévu, le changement climatique et ses impacts sur l'agriculture sont attestés par des données scientifiques probantes. En outre, les agriculteurs de la région constatent de plus en plus les effets négatifs induits sur leurs systèmes de production et moyens de subsistance par le changement et la variabilité climatiques, ainsi que les événements extrêmes qui les accompagnent. L'impact du changement climatique est cependant modéré par des facteurs tels que l'accès aux terres, aux intrants, au crédit et aux marchés. Des modèles de circulation générale sont utilisés pour décrire les scénarios futurs qui pourraient résulter du changement climatique. Alors que les divers modèles s'accordent pour prédire des hausses de températures de l'ordre de 2°C entre 2000 et 2050, ils sont plus divergents en ce qui concerne l'évolution des précipitations.

Par ailleurs, ces modèles prévoient des effets néfastes – mesurés par plusieurs paramètres – dans tous les secteurs si des mesures d'adaptation ne sont pas adoptées. La période de 2000 à 2050 pourrait connaître des baisses de rendements de 5 à 25% des cultures pluviales. Selon les projections, les revenus des cultures diminueraient de 17 à 32% d'ici 2100. En outre, le changement climatique se répercutera probablement très néfastement sur le bétail en raison des changements dans l'utilisation des terres, du manque d'eau, des changements de productivité en fourrage, de la composition et qualité des espèces végétales, ainsi que de la gravité et de la propagation des maladies animales. Dans le secteur de la pêche, les impacts probables – surtout dans la zone côtière de

l'Afrique de l'Ouest, où la pêche maritime est une activité économique majeure – sont des inondations accrues, la mort de poissons et la salinisation de l'eau douce. Une baisse de 21% de la valeur annuelle des produits débarqués, une chute de 50% dans les emplois liés à la pêche et des pertes annuelles de 311 millions de dollars d'ici 2050 sont à prévoir pour l'Afrique de l'Ouest. Toutefois, l'élévation du niveau de la mer ouvre aussi de nouvelles possibilités pour l'aquaculture, une activité dont les facteurs de production sont plus facilement maîtrisés par l'être humain.

La longueur de la période végétative (LPV) de la majorité des cultures devrait passer en dessous de 90 jours dans certaines parties de l'Afrique de l'Ouest. Ce raccourcissement de la LPV aura des effets négatifs même sur les cultures résistantes à la sécheresse, comme le millet, ainsi que sur les ressources en eau, le fourrage et les pâturages et, par répercussion, sur la productivité et les moyens de subsistance des petits exploitants dans les secteurs agricoles que sont les cultures végétales, l'élevage, les activités pastorales et la pêche. Sans adaptation, le produit intérieur brut (PIB) de l'Afrique de l'Ouest devrait reculer de 2 à 4% d'ici 2100.

Plusieurs formes d'adaptation par les petits exploitants ont été documentées, notamment l'adoption de pratiques technologiques, la diversification à la ferme ou à l'extérieur de celle-ci, la mobilité des pasteurs et l'utilisation des prévisions météorologiques. Les obstacles aux mesures d'adaptation sont notamment des capacités économiques limitées, la faiblesse des infrastructures et des institutions, les perspectives socioculturelles, les différends entre parties intéressées et de mauvais moyens de diffusion des connaissances. Les questions d'égalité entre hommes et femmes sont de plus en plus souvent intégrées à l'élaboration et à la mise en œuvre de technologies mais aussi à la politique en la matière.

Plusieurs lacunes ou déficiences dans l'approche de la recherche, les résultats de la recherche et la formulation de politiques ont été soulevées, comme l'inadéquation des outils d'appui aux décisions, le recours limité aux approches participatives ou la connaissance insuffisante des stratégies d'adaptation, avec notamment un manque de développement des assurances basées sur des indices et des systèmes de prévisions météorologiques. Les personnes concernées connaissent peu le lien qui existe entre changement climatique et le commerce et manquent d'informations sur l'adaptation aux climats futurs. De même, elles comprennent mal les processus et facteurs politiques qui influencent les priorités et affectent l'adaptation.

Aux niveaux régional et national, les questions de changement climatique, quelle qu'en soit l'ampleur, font généralement mention dans les documents relatifs à la politique de développement agricole; l'impact du changement climatique sur le secteur agricole et son adaptation sont envisagés dans les documents sur la politique d'adaptation climatique. Il existe peu ou pas d'intégration de la politique du changement climatique

dans les politiques de développement agricole. Les principaux obstacles qui s'opposent à la prise en compte de la recherche dans la formulation des politiques sont une implication limitée ou inexistante des décideurs politiques dans les processus de recherche, les retards avec lesquels les rapports arrivent dans les mains des décideurs, l'inefficacité des moyens utilisés pour communiquer les résultats de la recherche, la brièveté des perspectives d'action pour les politiciens et les relations linéaires entre la recherche et la politique. Quant aux obstacles à la mise en œuvre des politiques, ils comprennent la faiblesse des institutions, le manque de volonté politique et l'insuffisance des financements.

Une grande diversité de parties prenantes opèrent dans la région. La Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) dirige la formulation des politiques en s'alignant, pour l'adaptation au changement climatique à l'échelle régionale, sur le Programme détaillé pour le développement de l'agriculture en Afrique (PDDAA). Le CORAF/WECARD, l'*African Center of Meteorological Application for Development* (ACMAD) et le Centre régional d'agro-hydro-météorologie (AGRHYMET) travaillent en collaboration avec la CEDEAO. Les autorités en charge des bassins fluviaux jouent un rôle crucial dans la gestion des eaux transfrontalières. Dans chacun des 15 États membres de la CEDEAO, les gouvernements nationaux et les systèmes nationaux de recherche et de vulgarisation agricoles (SNRVA) sont des acteurs clés. Les SNRVA travaillent en partenariat avec les centres du CGIAR, qui disposent de meilleures capacités pour diriger la recherche stratégique en matière d'agriculture intelligente face au climat. Les organisations non gouvernementales (ONG) telles qu'Environnement et développement du Tiers-Monde (ENDA-TM), *World Vision* et CARE sont bien placées pour effectuer un travail important au niveau des communautés. Le CRDI, le *Department for International Development* (DFID), l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), le Fonds international de développement agricole (FIDA), le Programme des Nations unies pour

l'environnement (PNUE), le Programme des Nations unies pour le développement (PNUD) et la *Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) jouent tous un rôle important défini par leur mandat, leurs mission et leurs points forts respectifs.

Une gouvernance efficace, des politiques macroéconomiques cohérentes et l'accès au crédit et aux marchés sont autant de conditions d'une adaptation réussie au changement climatique, de même que l'offre de formations et de services de vulgarisation aux agriculteurs. Il faudrait tirer des enseignements des cas de réussites et des essais sur sites agricoles des meilleurs méthodes qui peuvent s'adapter correctement à la situation biophysique et socioéconomique des petits exploitants. De plus, il faudrait promouvoir une agriculture intelligente face au climat impliquant des pratiques d'adaptation et d'atténuation complémentaires. Des possibilités qui valent la peine d'être exploitées apparaissent du fait que les parties prenantes s'habituent aux approches participatives en matière de recherche et de développement, et que l'adaptation au changement climatique peut être intégrée dans de nouveaux projets sur la sécurité alimentaire. Les conclusions des recherches devraient être mises à profit pour élaborer les politiques du secteur agricole grâce à une meilleure utilisation du dialogue informel, à l'implication précoce des décideurs politiques, des journalistes et des associations d'agriculteurs, et au suivi et l'évaluation des projets d'adaptation conjointement par les parties prenantes. Les politiques d'adaptation au climat devraient favoriser l'égalité entre hommes et femmes et montrer assez de flexibilité pour permettre des ajustements et des améliorations en permanence. Elles devraient ainsi viser à renforcer la capacité d'adaptation des agriculteurs. Il importe que des financements substantiels soient apportés par les gouvernements et les donateurs pour les projets d'adaptation dans le secteur agricole et pour les institutions en charge de l'adaptation au changement climatique.

# 1. Introduction

## Contexte et motivation

En Afrique, le climat constitue une menace pour l'agriculture depuis plusieurs décennies. En raison du changement climatique, la vulnérabilité du continent s'accroît, faisant de l'Afrique l'une des régions du monde les plus exposées à ce phénomène (Boko et al. 2007). On observe des preuves du changement climatique à l'échelle planétaire, mais de nombreuses incertitudes subsistent quant au rythme, à l'ampleur et aux impacts de ce phénomène sur les sous-régions, les nations, les communautés et les secteurs. L'adaptation au changement climatique suscite également de nombreuses interrogations. Cette incertitude rend difficile l'élaboration des politiques et souligne la nécessité pour l'Afrique de constituer sa propre base de connaissances. Celle-ci permettra de renforcer les capacités des institutions régionales et nationales à élaborer un corpus de données probantes pour la gestion des questions d'adaptation au changement climatique. Le Centre de recherches pour le développement international (CRDI) a alloué au Conseil ouest et centre africain pour la recherche et le développement agricoles (CORAF/WECARD) une subvention pour la mise en place d'une plate-forme – AfricaInteract – pour favoriser les échanges entre chercheurs et décideurs politiques dans le domaine de l'adaptation au changement climatique en Afrique. Ce projet est coordonné par le CORAF/WECARD, en collaboration avec les organisations partenaires que sont le *Forum for Agricultural Research in Africa* (FARA), l'*Association for Strengthening Agricultural Research in Eastern and Central Africa* (ASARECA), le *Food, Agriculture and Natural Resources Policy Analysis Network* (FANRPAN), la Commission des forêts d'Afrique centrale (COMIFAC) et Enda Énergie-Environnement-Développement. Dans le cadre des activités d'AfricaInteract, le CORAF/WECARD a commandé une étude documentaire faisant la synthèse de la recherche et des politiques en matière d'adaptation au changement climatique dans le secteur agricole de l'Afrique de l'Ouest. L'objectif principal de cette étude est de développer la base de connaissances et de soutenir la formulation de politiques inspirées de la recherche en vue de favoriser l'adaptation au changement climatique dans le secteur agricole de l'Afrique de l'Ouest. La portée du travail est définie à l'Annexe 1. Les résultats escomptés sont (1) l'élaboration d'une synthèse de la recherche concernant le changement climatique dans le secteur de l'agriculture; (2) l'identification des lacunes de la recherche et de la politique en matière d'adaptation au changement climatique dans le secteur agricole; (3) l'identification des parties prenantes et des opportunités liées à l'adaptation du secteur agricole au changement climatique.

Les questions essentielles qui ont guidé la revue documentaire sont les suivantes:

1. Quelle est la portée des défis posés par le changement climatique dans le contexte des

multiples défis et opportunités devant lesquels se trouve le secteur agricole en Afrique de l'Ouest?

2. Quel est l'état actuel des connaissances en matière d'adaptation au changement climatique dans le secteur agricole en Afrique de l'Ouest?
3. Sait-on actuellement si les conclusions des recherches sont intégrées dans les politiques agricoles en Afrique de l'Ouest et, si oui, comment le sont-elles?
4. Quelles sont les principales lacunes de la recherche sur l'adaptation du secteur agricole au changement climatique?
5. Quelles mesures prendre pour veiller à ce que les conclusions de la recherche soient mieux intégrées dans les politiques agricoles en Afrique de l'Ouest?
6. Que sait-on actuellement sur les parties prenantes impliquées dans la recherche et la politique en matière d'adaptation au changement climatique dans le secteur agricole en Afrique de l'Ouest? Comment améliorer cette implication des parties prenantes?

Les principaux aspects transversaux sont la différenciation sociale, les implications en matière d'égalité entre hommes et femmes, les implications pour les ressources hydriques et l'accent à mettre sur les petits exploitants.

La suite du rapport est structurée comme suit: la partie 2 énonce la méthodologie de la revue documentaire et définit les concepts clés; la partie 3 présente un aperçu de l'agriculture en Afrique de l'Ouest; la partie 4 synthétise la recherche sur l'adaptation au changement climatique dans le secteur agricole; la partie 5 fait le point sur l'état des connaissances en matière de politiques de développement agricole et de politiques d'adaptation au changement climatique, et détermine s'il existe une intégration en la matière; la partie 6 s'étend sur les lacunes de la recherche et des politiques en matière d'adaptation du secteur agricole au changement climatique; la partie 7 consiste en une analyse des parties prenantes et des possibilités de collaboration; la partie 8 présente les conclusions et les recommandations de l'étude.

## 2. Concepts et méthodologie

### 2.1 Méthodologie

Pour l'étude documentaire, il a fallu accéder aux informations de diverses sources: Science Direct, OARE, AGORA, Google, bibliothèque du CRDI et sites internet d'organisations dont les activités sont étroitement liées à l'adaptation au changement climatique. Les informations consultées se présentaient sous la forme d'articles de revue évalués par des pairs, de rapports des centres du CGIAR et d'organisations internationales également

évalués par des pairs, d'articles faisant partie d'actes de conférences et de rapports de consultants. Des collègues nous ont également fourni des documents. L'étude porte sur des documents publiés entre 1995 et 2013. Elle couvre l'agriculture (cultures, élevage, pêche et agroforesterie dans leurs aspects liés à l'adaptation au changement climatique) de l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest, mais les parties consacrées aux politiques sont centrées sur le Nigéria, le Ghana et le Sénégal, qui ont fait l'objet d'études de cas. L'étude a été confrontée à deux limitations, l'absence de « littérature grise » et de données quantitatives adéquates, d'une part, et l'utilisation de différentes méthodologies par les chercheurs, d'autre part. La conjonction de ces deux limitations a empêché toute comparaison rigoureuse entre pays.

## 2.2. Concepts clés

### Vulnérabilité

La vulnérabilité est la mesure dans laquelle un système est sensible – ou incapable de faire face – aux effets défavorables des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité est fonction de la nature, de l'ampleur et du rythme de l'évolution et de la variation du climat à laquelle le système considéré est exposé, de la sensibilité de ce système et de sa capacité d'adaptation (GIEC 2007a).

### Adaptation au changement climatique

Selon le GIEC (2007a), l'adaptation englobe les initiatives et les mesures prises pour réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains aux effets des changements climatiques réels ou prévus. On distingue plusieurs sortes d'adaptation: anticipative ou réactive, de caractère privé ou public, autonome ou planifiée. L'adaptation est un processus itératif, dynamique, à échelles et à facteurs multiples.

### Stratégies de réaction

Les stratégies de réaction sont un ensemble d'actions adoptées après coup pour réagir à un risque d'événement qui s'est effectivement réalisé. Ces stratégies servent à survivre aux impacts d'une catastrophe (CGIAR 2009). Il s'agit généralement de réactions à court terme susceptibles d'échouer en situation de stress extrême. La distinction entre réaction et adaptation n'est pas toujours nette car les stratégies de réaction peuvent déboucher sur une adaptation. Il est donc important de bien comprendre les stratégies locales de réaction pour réaliser une planification efficace de l'adaptation.

### Résilience

La résilience est définie comme la capacité d'un système social ou écologique d'absorber des perturbations tout en conservant sa structure de base et ses modes de fonctionnement, la capacité de s'organiser et la capacité

de s'adapter au stress et aux changements (GIEC 2007a). La résilience évoque aussi les transformations visant à améliorer une situation.

## Agriculture intelligente face au climat

L'agriculture intelligente face au climat est définie comme une agriculture qui augmente la productivité et la résilience (adaptation) des cultures de manière durable; qui favorise la réduction/élimination des gaz à effet de serre (atténuation); qui améliore la sécurité alimentaire nationale et contribue à la réalisation des objectifs de développement du pays (FAO 2010). Ce concept englobe des pratiques améliorées tout au long de chaînes de valeurs agricoles, des institutions et des politiques adéquates, ainsi qu'un niveau de financement et d'investissement suffisant. La coordination entre les sous-secteurs agricoles tels que les cultures, l'élevage, le pastoralisme, la foresterie, ainsi qu'avec d'autres secteurs, comme l'eau et l'énergie, est essentielle pour tirer parti des synergies potentielles, limiter les compromis et optimiser l'utilisation des ressources naturelles et des services écosystémiques (FAO 2013).

## 3. Aperçu de l'agriculture en Afrique de l'Ouest

### 3.1 Points clé du secteur agricole

#### 3.1.1 Types de systèmes agricoles

Les pays sahéliens et du golfe de Guinée (c.-à-d. les pays côtiers) composent essentiellement les États membres du CORAF/WECARD en Afrique de l'Ouest. Les pays sahéliens comprennent le Burkina Faso, le Tchad, le Cap-Vert, la Gambie, la Guinée-Bissau, le Mali, le Niger et le Sénégal. Le Bénin, la Côte d'Ivoire, le Ghana, la Guinée, le Liberia, le Nigéria, la Sierra Leone et le Togo sont les pays du golfe de Guinée. Néanmoins, chacun de ces pays possède plus d'une zone agroécologique. Le changement climatique pourrait modifier le zonage agroécologique, et les options d'adaptation au changement climatique varient selon la zone (Adebayo et al. 2011). C'est pourquoi il importe de bien connaître les caractéristiques de ces zones. La publication de Jalloh et al. (2011a) donne un aperçu des zones agricoles d'Afrique de l'Ouest quant à leurs précipitations annuelles, à la longueur de la saison de végétation et aux types de sol. Dans cette région, les systèmes agricoles dominants sont constitués par de petites exploitations de cultures pluviales annuelles et pérennes, d'élevage de bétail et de pêche. Les systèmes d'élevage sont de type agropastoral, pastoral ou mixte cultures-élevage (Thornton et al. 2007). Les pasteurs nomades et semi-nomades sont appelés pasteurs transhumants (Bare 2011). Le secteur de la pêche se compose de la pêche en mer, de la pêche en eaux douces intérieures et de l'aquaculture en eaux intérieures.

### 3.1.2 Indicateurs et tendances clés en matière de développement

En tant que région, l'Afrique de l'Ouest présente un développement humain faible, même si la situation tend à s'améliorer. Il faut toutefois tenir compte de différences importantes entre les pays. Selon la Banque mondiale (2011a), la population de la région atteignait 306 millions d'habitants en 2009 et connaît une croissance moyenne de 2,65%, avec une variation de 1,4% (Cap-Vert) à 4,2% (Liberia). La densité de population est extrêmement variable, allant d'une valeur aussi basse que 9 habitants/km<sup>2</sup> au Tchad à 171 habitants/km<sup>2</sup> en Gambie. L'espérance de vie est faible, 55 ans en moyenne, et la mortalité infantile est élevée – 133 décès pour 1 000 naissances. Le taux d'alphabétisation parmi les hommes s'échelonne de 51% en Guinée à 90% au Cap-Vert, et s'établit à 63% en moyenne pour la région. Parmi les femmes, le taux d'alphabétisation est plus bas, variant de 23% au Tchad à 80% au Cap-Vert, avec une moyenne de 43% pour la région. La balance commerciale est négative dans presque tous les pays, un signe qu'il est possible d'améliorer le commerce régional. En Afrique de l'Ouest, la croissance moyenne du PIB était négative en 1980 et 1990 mais, depuis 2003, elle est devenue positive en atteignant des valeurs comprises entre 3 et 5,9%, avec cependant un nouveau recul à 3% en 2009. Entre 2000 et 2009, elle s'est élevée à 4,6% en moyenne. Le PIB réel total est passé de 54 milliards de dollars en 1980 à 131 milliards de dollars en 2009; le PIB réel moyen a également augmenté, passant de 3,9 milliards de dollars en 1980 à 8,2 milliards de dollars en 2009, ce qui témoigne d'une amélioration de la situation économique. Cette amélioration n'étant toutefois pas suffisante, le premier objectif du Millénaire pour le développement ne pourra, selon les prévisions, pas être réalisé avant 2020 (IFPRI 2006). La contribution de l'agriculture au PIB, même si elle diminue dans certains pays, est considérable. Elle atteignait en moyenne 37% en 1980 et 25% en 2009. En 1980, elle s'échelonnait de 20% au Sénégal à 60% au Ghana; en 2009, cette contribution variait entre 9% au Cap-Vert à 51% en Sierra Leone. La production alimentaire en Afrique de l'Ouest a enregistré une hausse de 46% entre 1983 et 2006 (Wiggins et Leturque 2010). Les pays de la zone côtière ont montré une productivité agricole plus élevée que ceux des pays sahéliens (IFPRI 2006).

## 3.2 Défis posés par le changement climatique

### 3.2.1 Caractéristiques essentielles du climat

Jalloh et al. (2013; 2011a; 2011b) ont résumé les caractéristiques essentielles du climat en Afrique de l'Ouest: des précipitations annuelles moyennes de 250-550 mm et une longueur de période de végétation (LPV) de 60-90 jours dans la zone semi-aride (Sahel); précipitations de 550-900 mm et LPV de 90-165 jours dans la savane soudanienne (zone sèche sub-humide); précipitations de 900-1 500 mm et LPV de 165-270 jours

dans la savane guinéenne (sub-humide); précipitations de 1 500-4 000 mm et LPV de 270-365 jours dans la zone côtière (humide). La pluviosité est sujette à une forte variabilité spatiale et saisonnière en raison de la modulation du cycle saisonnier liée à la position et à l'intensité de la zone de convergence intertropicale (ZCIT), d'une part, et de l'ampleur des précipitations dues aux lignes d'orages. Conséquence de cette situation, les caractéristiques saisonnières des pluies de la mousson (début, longueur et fin de la saison des pluies), les quantités des précipitations saisonnières et la répartition intrasaisonnière montrent une forte variabilité interannuelle. L'ensoleillement est uniformément élevé, en particulier dans les zones semi-arides et arides (2 500 à 3 000 heures par an). Les températures sont hautes dans toute la région, avec une moyenne annuelle dépassant les 18°C; dans la zone située à dix degrés au nord et au sud de l'équateur, la température annuelle moyenne est d'environ 26°C, avec une fourchette de 1,7 à 2,8°C, la fourchette des températures diurnes allant de 5,5 à 8,5°C. Entre la latitude 10° nord et les zones méridionales du Sahara, la température mensuelle moyenne peut grimper jusqu'à 30°C. Quant aux températures maximales, elles varient entre 30 à 33°C dans les pays situés le long de la côte et 36 à 39°C dans le Sahel.

### 3.2.2 Projections du changement climatique en Afrique de l'Ouest

Pour l'Afrique de l'Ouest, les scénarios de changement climatique possibles sont teintés d'incertitude, surtout pour ce qui concerne la pluviosité. Selon Namara et al. (2011), les modèles de circulation générale (MCG) prévoient que la saison des pluies commencera un à deux mois plus tôt que les observations actuelles et indiquent que le climat sahélien observé entre 1961 et 1970 est différent des climats simulés par six MCG du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Ces modèles montrent une saison des pluies marquée pendant presque toute l'année ainsi qu'un biais considérable (de 140 à 215 mm/an) dans les estimations de pluviosité annuelles agrégées par comparaison avec les données observées. Il y a par ailleurs des divergences entre ces modèles. Pour la zone côtière, par exemple en Sierra Leone, les modèles ECHAM4 et HADCM2 donnent des valeurs de pluviosité similaires aux valeurs observées, tandis que les modèles CSIRO-TR et UKTR indiquent des valeurs plus basses que les valeurs observées (Jalloh et al. 2011b). Selon les projections, l'élévation moyenne des températures entre la période 1980-1999 et la période 2080-2099 devrait atteindre +3°C dans la zone côtière de l'Afrique de l'Ouest, et +4°C dans la région du Sahara occidental (GIEC 2007b), soit 1,5 fois la moyenne prévue au niveau mondial.<sup>1</sup> Pour la période de 2000 à 2050, Nelson et al. (2010) font état de hausses de températures moins élevées en Afrique de l'Ouest (voir tableau 1). Une intensité accrue des précipitations par épisode de pluie est prévue pour le Niger, le Mali et le Burkina Faso, tandis que le Sénégal et la partie sud du Nigéria pourraient voir une diminution des précipitations par jour de pluie (Ericksen et al. 2011).

**Tableau 1. Scénarios des températures et des précipitations pour l'Afrique de l'Ouest prévus par les modèles de circulation générale**

MCG	Évolution des précipitations (en %)	Évolution des précipitations (en %)	Évolution des températures minimales moyennes (en %)	Évolution des températures maximales moyennes (en %)
CNRM-CM3	8,2	51,3	2,75	2,03
CSIRO MK30	1,9	11,7	2,05	1,73
ECHAM 5	1,3	7,9	2,21	1,98
MIROC 3.2	-1,7	-10,9	2,26	1,57

Source : Nelson et al. (2010)

### 3.2.3 Aperçu des divers impacts possibles du changement climatique sur le secteur agricole

L'agriculture de la région est susceptible de subir plusieurs types d'effets du changement climatique. Le chapitre 4 présente les impacts détaillés pour chaque pays. Les terres se prêtant aux cultures et la longueur de la période de végétation sont deux éléments pouvant changer, la zone sahélienne étant la plus exposée à ces évolutions probables. Les effets des élévations de températures et des événements de pluies extrêmes seront généralement négatifs pour les rendements des cultures. Les espèces végétales les moins résistantes à la sécheresse en souffriront le plus. Le calendrier des activités agricoles devra être modifié. Le changement climatique affectera négativement l'élevage et le pastoralisme par le biais de la santé animale, des ressources en eau et des pâturages. Le gros bétail sera probablement plus touché que les petits ruminants (chèvres et moutons), qui sont plus résistants et capables de trouver de la nourriture. L'élévation du niveau de la mer, les tempêtes et inondations plus fréquentes appauvriront les ressources de la pêche maritime; le poisson mourra à cause de la hausse de la température et de la baisse de la concentration en oxygène des eaux. Le changement climatique pourrait favoriser la déforestation en raison de la mise en culture de nouvelles terres. Les forêts de mangroves des zones côtières, dont certaines sont mise à profit pour la riziculture, pourraient être endommagées, menaçant les sites de reproduction des poissons. Les débits des cours d'eau pourraient diminuer, alors que l'irrigation agricole et la population grandissante augmentent les besoins en eau. L'élévation du niveau de la mer provoquera la pénétration d'eau salée dans les terres agricoles et sera responsable de leur dégradation. D'ici 2100, les pertes du secteur agricole imputables au changement et à la variabilité climatiques pourraient réduire le PIB régional de 2 à 4% (Namara et al. 2011). Ces impacts pourraient cependant être modérés par des conditions et facteurs locaux, comme la disponibilité et l'accessibilité des options d'adaptation, les marchés, la migration de poissons, les schémas d'établissement de population, les institutions et les politiques.

### 3.2.4 Aperçu des principales causes de la vulnérabilité du secteur agricole

Trois grandes composantes/causes de la vulnérabilité de l'agriculture face au changement climatique ont

été identifiées (Adebo and Ayelari 2011; Brooks et al. 2005). Elles sont de nature sociale, économique et environnementale. Les facteurs contribuant à la vulnérabilité sociale comprennent la croissance rapide de la population, la pauvreté, la faim, une mauvaise santé, un faible niveau d'instruction, l'inégalité entre hommes et femmes, la précarité et les risques des sites, les catastrophes naturelles fréquentes, les conflits, une mauvaise gouvernance nationale et locale (y compris la marginalisation de certains groupes par rapport à la prise de décisions) et le manque d'accès aux ressources et services, notamment les connaissances et les technologies. La vulnérabilité économique a trait à l'importance de l'agriculture dans l'économie nationale, au commerce et aux devises, à l'aide et aux investissements, aux prix internationaux des produits agricoles de base et des intrants agricoles, ainsi qu'aux schémas de production et de consommation. Pour ce qui est de la vulnérabilité environnementale, les préoccupations ont pour objet la gestion des ressources naturelles, par exemple la dégradation des terres, la raréfaction de l'eau, la déforestation et les menaces sur la biodiversité.

## 3.3 Implications du changement climatique sur d'autres défis (et opportunités) clés dans le secteur agricole

### 3.3.1 Croissance de la population et urbanisation

Malgré les lacunes de nos connaissances sur les interactions du changement climatique avec d'autres moteurs de changement dans les systèmes agricoles et les grandes tendances de développement (Thornton 2006), il est possible d'énoncer certaines généralisations relatives aux implications du changement climatique. L'Afrique enregistre le taux le plus élevé au monde de croissance urbaine, à savoir 4%, contre une moyenne mondiale de 2,5%. D'après les projections, la population urbaine du continent devrait passer de 15% de la population totale en 1950 à 62% en 2050 (UNDESA 2008; UNOWA 2007). En Afrique de l'Ouest, la population urbaine devrait passer de 132 millions en 1980 à 344 millions en 2020 (PNUE 2006). Même sans tenir compte du changement climatique, l'on constate un mouvement régulier de populations des

zones rurales vers les zones urbaines, souvent des villes situées le long des côtes; environ 50% de la population de l'Afrique de l'Ouest vit maintenant en zone urbaine (UNOWA 2007). Le taux d'urbanisation varie largement d'un pays à l'autre, de 16% au Niger à 46% au Sénégal. Les pays côtiers – où la pêche maritime, l'agriculture urbaine et le tourisme sont des activités économiques majeures –, par exemple le Sénégal et la Gambie, ont tendance à enregistrer des taux d'urbanisation plus élevés que les pays enclavés (Hitimana et al. 2011). La forte croissance de la population, conjuguée à la faiblesse des possibilités économiques, aura sans doute pour effet d'augmenter la vulnérabilité au changement climatique.

Par exemple, selon les projections de Jallow et al. (1996), à moins de mettre en place et de maintenir des capacités d'adaptation, Banjul, la capitale gambienne, disparaîtrait en raison de l'érosion et des inondations d'ici 2046-2056, ce qui obligerait un total de 42 000 personnes à se déplacer. Une adaptation proactive au changement climatique donnerait aux citoyens la possibilité de bénéficier de la construction et de l'entretien d'infrastructures appropriées par le gouvernement et les conseils municipaux des villes côtières.

### 3.3.2 Les défis de l'approvisionnement, de la demande et de la gouvernance des ressources en eau

Les informations précises et actuelles sur les ressources en eau souterraines et de surface en Afrique subsaharienne (AS) sont rares, mais il est notoire que, entre 1971 et 1989, le fleuve Niger a perdu environ 30% de débit et les fleuves Sénégal et Gambie 60% (Namara et al. 2011; IUCN 2004). Les ressources en eau sont bien plus considérables dans la zone côtière que dans la zone sahélienne, mais la première peut tout de même être confrontée à des problèmes de pénurie. Molden et al. (2007) ont établi une distinction entre pénurie physique et pénurie économique d'eau, et catégorisé les pays de la zone côtière comme des pays connaissant des pénuries économiques. En d'autres termes, des pays où les investissements nécessaires pour continuer à répondre à la demande croissante d'eau sont limités par les capacités financières, humaines ou institutionnelles, alors que l'eau y est physiquement disponible.

La production pluviale, très sensible au changement climatique, représente quelque 75%, voire davantage, de la production agricole de l'Afrique de l'Ouest (Molden et al. 2007). Toutefois, seulement 15 à 30% de l'eau de pluie est utilisée comme « eau verte » productive, c.-à-d. de l'eau stockée dans le sol; dans les zones arides, cette valeur est même parfois inférieure à 10% (Shah et al. 2007). Le tableau 2 présente les importants potentiels d'irrigation de quatre grands bassins hydrographiques d'Afrique de l'Ouest, qui fournissent chacun en eau au moins quatre pays.

Les conflits entre des besoins divergents (barrages pour l'irrigation, l'énergie et la pêche) ont contribué au déclin des ressources en eau du Lac Tchad, ce qui prouve que la gouvernance des bassins hydrographiques internationaux ne peut être unilatérale et nécessite la coopération des pays riverains.

Les pays d'Afrique de l'Ouest se trouvent face à divers défis et opportunités concernant la gestion des impacts du changement climatique sur les ressources en eau. En général, ce phénomène a des répercussions négatives sur les domaines suivants: qualité de l'eau (salinité dans les zones côtières); systèmes des eaux de surface et souterraines (baisse du niveau des lacs, comme le Lac Tchad); élévation du niveau de la mer; et dynamique des océans (Urama and Ozor 2010). Un bon exemple d'une telle situation est le Nigéria, qui présente une ceinture côtière de faible altitude longue de 800 km, de Lagos à Calabar. Lagos, la ville la plus densément peuplée d'Afrique, est gravement affectée par l'élévation du niveau de la mer. Les inondations ont obligé à supprimer des fronts de mer et parfois des routes adjacentes, provoquant de graves perturbations de la circulation, des destructions de biens, des conflits sociaux et des migrations. Dans les zones semi-arides telles qu'au Niger, les pasteurs migrent à la recherche d'eau et de pâturages saisonniers, des déplacements qui débouchent parfois sur des conflits avec les communautés agraires sédentaires.

### 3.3.3 Ressources en terres

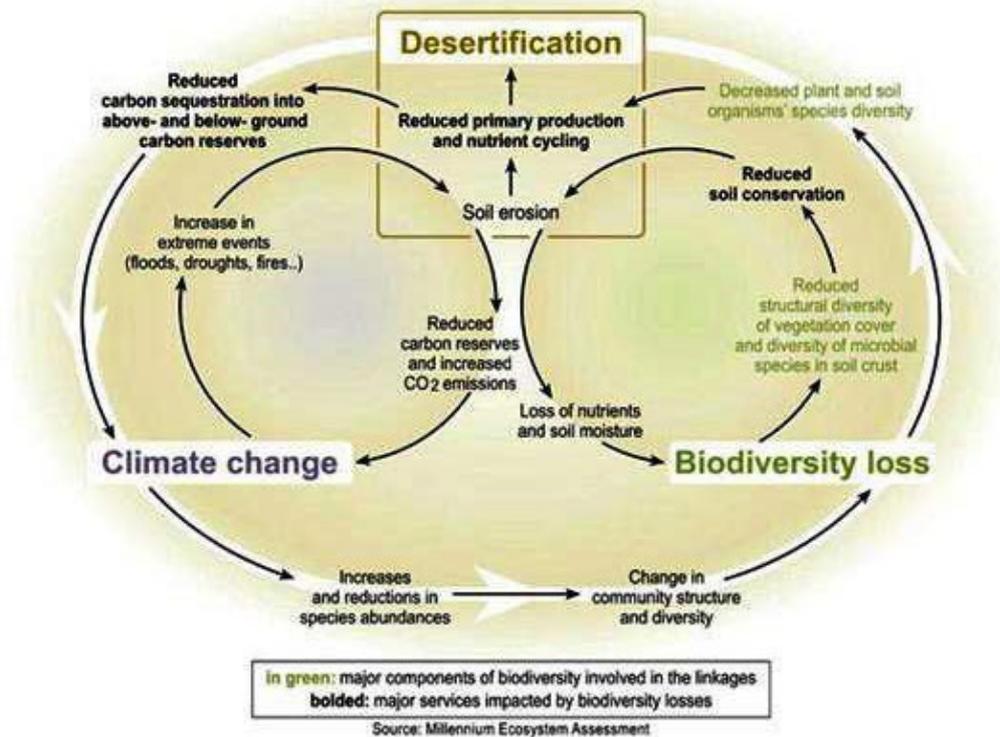
Le changement climatique peut entraîner des élévations de températures, des diminutions de précipitations ou des épisodes de pluies extrêmes, qui causent à leur tour des réductions du couvert végétal du sol et une grave érosion hydrique et éolienne et, partant,

**Tableau 2 Grands bassins hydrographiques et potentiels d'irrigation internationaux en Afrique de l'Ouest**

Bassin	Pays	Superficie (en km <sup>2</sup> )	Potentiel d'irrigation (en ha)
Lac Tchad	Cameroun, Tchad, Niger, Nigéria	2 381 635	1 163 200
Niger	Benin, Burkina Faso, Cameroun, Tchad, Côte d'Ivoire, Guinée, Mali, Niger, Nigéria	2 273 946	2 816 510
Sénégal	Mali, Sénégal, Guinée, Mauritanie	483 181	420 000
Volta	Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Ghana, Mali, Togo	394 196	1 487 000

Source : FAO (2005)

Figure 1. Interconnexion généralisée entre changement climatique, déforestation et perte de biodiversité



l'encroûtement et la dégradation des sols. Les sols des zones côtières se dégradent sous l'effet de la pénétration d'eau salée, elle-même une conséquence de l'élévation du niveau de la mer. La conséquence générale de cette situation est une réduction de la production agricole.

Selon des études réalisées sur le bassin du Niger (NBA 2007, cité dans Namara et al 2011), la conjonction de la croissance de la population, d'une utilisation insoutenable des terres et de la détérioration des conditions climatiques menace les moyens de subsistance et les écosystèmes en raison de la dégradation de la base de ressources naturelles. La figure 1 illustre l'interconnexion généralisée entre changement climatique, déforestation et perte de biodiversité. Il est toutefois souvent difficile de distinguer les effets du changement climatique des autres stress pesant sur les ressources en terres. Le et al. (2012) ont utilisé la réponse de la biomasse verte aux précipitations pour distinguer les zones de « biomasse en déclin sous l'effet de l'action humaine » des zones de « dynamique d'origine climatique » dans le bassin de la Volta. Basée sur des ensembles de données couvrant la période de 1982 à 2003, leur étude a montré que la dégradation des sols concernait 8% du bassin de la Volta (dont 83% sont sur le territoire du Ghana et du Burkina Faso), mais que si l'on considérait la fertilisation atmosphérique (causée par la concentration en CO<sub>2</sub> et NO<sup>x</sup> dans l'atmosphère), une proportion pouvant atteindre 65% des sols était dégradée en termes de qualité des sols et de productivité végétale. La dégradation était la plus marquée dans les terres boisées (12 200 km<sup>2</sup>), les terres agricoles (8 300 km<sup>2</sup>), la brousse (7 300 km<sup>2</sup>) et les terres boisées denses (1 600 km<sup>2</sup>).

L'appauvrissement des sols en nutriments (épuiement des sols) contribue à la mauvaise qualité de ceux-ci. Crasswell et al. (2004) ont fait état de lourdes pertes en nutriments (N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O) dans plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest entre 1996 et 1999, à savoir : Mauritanie, 58 kg/ha; Burkina Faso, 54 kg/ha; Ghana, 53 kg/ha; Nigéria, 50 kg/ha; Mali, 45 kg/ha; et Sénégal, Bénin et Niger, environ 38kg/ha pour chacun. Ces données sur l'épuisement des sols au niveau des pays peuvent cependant cacher des cas graves nécessitant une action urgente (Dreschel and Gyiele 1999).

L'affectation de terres à des cultures non alimentaires, comme les biocarburants, parfois dans un contexte de saisies de terres de petits exploitants par des sociétés multinationales, ouvre des possibilités de diversification en réponse au changement climatique, d'augmentation de revenus pour les communautés rurales et d'accroissement du PIB du pays (Brittaine and Lutaladio 2010; Ngigi 2009). Néanmoins, la prudence est de mise car ce type de cultures peut entrer en concurrence avec les cultures alimentaires pour les terres, les nutriments et l'eau, situation qui peut se traduire par des populations privées de terres et des troubles sociaux. Les plantes cultivées pour produire du biocarburant, comme la jatropha, commencent à avoir du succès au Mali et au Ghana.

### 3.3.4 Égalité des sexes et agriculture

Pour bien comprendre les impacts du changement climatique et les mesures d'adaptation à ce phénomène, il est utile de savoir quelles sont les différentes possibilités et responsabilités des hommes et des femmes dans

l'agriculture ouest-africaine. Les questions d'égalité des sexes influent sur la gestion des terres et de l'eau par les petits exploitants et donc sur l'adaptation de l'agriculture au changement climatique des façons suivantes: inégalité de l'accès aux terres en raison du fait que les systèmes fonciers traditionnels sont généralement dominés par les hommes, alors que les femmes consacrent beaucoup de temps à travailler la terre; inégalité des sexes dans la prise des décisions relatives à la gestion des ressources en eau; faiblesse de la situation économique des femmes et manque d'accès au crédit; faible niveau d'alphabétisation; et accès insuffisant aux informations et aux technologies (Ngigi 2009). Dans le domaine de l'agriculture de conservation impliquant un travail minimal du sol (une des options d'adaptation au changement climatique), une préoccupation est le changement que l'on constate dans l'utilisation des sols, à savoir la tendance à abandonner le défrichage et le travail des terres (des tâches habituellement accomplies par les hommes) au profit du contrôle des mauvaises herbes (normalement assuré par les femmes) (Giller et al. 2009).

Comme dans d'autres secteurs de l'agriculture, l'inégalité des sexes sévit dans la pêche maritime. NEST (2011) a observé de telles différences parmi les communautés de pêcheurs du Nigéria, où les femmes sont occupées aux activités économiques à marges plus faibles et exclues de la prise des décisions.

Toutefois, les nouveaux projets d'adaptation tâchent de plus en plus de résoudre ces problèmes d'égalité des sexes. Des recherches effectuées au Burkina Faso donnent à penser que les options d'adaptation centrées sur les femmes, par exemple la diversification au profit d'activités génératrices de revenus impliquant une production végétale, l'élevage de volaille ou une exploitation agropastorale sur de petites parcelles, répondent aux besoins pratiques des femmes mais pas à leurs intérêts stratégiques, comme l'accès au capital, la maîtrise de celui-ci, des revenus gagnés et un pouvoir de prise de décision (Gonzalez et al. 2011). De même, d'après les observations de Weeratunge et Snyder (2009), même si l'égalité hommes-femmes est prise en considération dans certaines analyses de l'emploi dans la pêche et l'aquaculture en Afrique, cela ne va pas plus loin qu'une description de la répartition de la main-d'œuvre par sexe. L'élaboration d'une boîte à outils au Nigéria sur l'égalité hommes-femmes et l'adaptation au changement climatique (NEST 2011) et d'un guide de formation par la FAO (2012) sont d'autres exemples de l'importance qui commence à être accordée aux implications du changement climatique dans l'agriculture qui sont liées à la thématique du « genre ».

### 3.3.5 Jeunesse et futurs agriculteurs

Bien que, en Afrique de l'Ouest, les jeunes de 30 ans ou moins représentent 60% de la population totale (UNOWA 2007), ils figurent parmi les couches de population marginalisées quant à l'accès aux ressources nécessaires pour s'adapter au changement climatique.

Dans une étude sur les aquaculteurs des États d'Ondo et d'Ekiti (Nigéria), Adebo et Ayelari (2011) ont observé que la plupart des aquaculteurs étaient des hommes jeunes et cultivés qui utilisaient pour l'essentiel leurs économies personnelles ou des sommes empruntées à leurs amis ou parents. Ces aquaculteurs éprouvent des difficultés à affronter des conditions météorologiques sans précédent, qui se manifestent par des pluies torrentielles et des inondations et entraînent des baisses de productivité. L'exode de jeunes des zones rurales vers les zones urbaines et minières est la cause d'une pénurie de main-d'œuvre pour l'agriculture des zones rurales. La dégradation incessante de l'environnement et la faible productivité des entreprises dues au changement climatique et à d'autres stress rendront tous les secteurs agricoles de moins en moins attrayants pour les exploitants potentiels. De plus, le manque de connaissances sur les moyens de s'adapter au climat changeant accroît les risques associés à l'agriculture pour les fermiers de demain.

### 3.3.6 Utilisation des savoirs locaux et autochtones en association avec les connaissances scientifiques

L'expression « savoirs autochtones » désigne des systèmes de connaissances développés, au fil du temps, par une communauté installée dans une zone précise, par opposition aux connaissances scientifiques (Ajibade et Shokemi 2003). En Afrique de l'Ouest, les agriculteurs, agropasteurs et pasteurs sont confrontés à des environnements changeants, parfois en raison de la variabilité climatique. Malgré quelques succès remportés grâce aux stratégies de réaction autochtones, il semblerait que les systèmes locaux se révèlent impuissants devant la rapidité des changements environnementaux en termes d'utilisation des terres et de stress sociopolitiques et culturels (GIEC 2007b). Sur la base d'une étude de cas réalisée par Dieye et Roy (2012) dans la région nord semi-aride du Sénégal, bien que les cultivateurs et pasteurs soient bien conscients des changements affectant les ressources naturelles, ils n'ont envisagé que peu de nouvelles stratégies d'adaptation/de réaction au changement climatique en dehors des stratégies traditionnelles. Les stratégies traditionnelles peuvent ne pas suffire actuellement – et encore moins à l'avenir – pour réagir aux stress du changement climatique. Elles pourraient même déboucher sur des réponses insoutenables à plus long terme (DFID 2004). Plutôt que d'utiliser les savoirs autochtones de façon isolée, ou de s'en passer complètement, leur intégration dans les politiques de lutte contre le changement climatique peut conduire à l'élaboration de stratégies d'adaptation efficaces, économiques et durables. Les savoirs autochtones constituent de bons points d'accès pour la recherche et le développement au sujet des pratiques d'adaptation au changement climatique (FAO 2008). Les sections 4.33 et 4.43 présentent des exemples d'utilisation de savoirs autochtones en tant qu'options d'adaptation dans les secteurs du pastoralisme et de la pêche.

### 3.3.7 Changement climatique et conflits

Les causes profondes des conflits sont complexes et peuvent relever du domaine politique ou social, mais le changement climatique peut contribuer aux conflits entre États et aux luttes intestines car il pousse les parties en présence à se disputer l'exploitation de l'eau lorsqu'elles ne peuvent en accroître l'approvisionnement pour répondre à la demande grandissante (Urama et Ozor 2010; Niasse 2005). Lorsque l'eau se raréfie, les pasteurs entrent en conflit avec les cultivateurs. De tels conflits sont parfois si virulents qu'ils provoquent des morts dans les deux camps, comme cela s'est vu au Nigéria entre les gardiens de troupeaux Fulani et les cultivateurs sédentaires, qui se sont affrontés pour le contrôle de pâturages et de plans d'eau. Des conflits de ce type voient fréquemment s'opposer des petits exploitants d'autres parties de la zone semi-aride de l'Afrique de l'Ouest. L'assèchement du Lac Tchad, auquel le changement climatique contribue fortement, a entraîné des confrontations entre pêcheurs, cultivateurs, pasteurs, Tchadiens autochtones et Tchadiens d'ailleurs (Urama et Ozor 2010; Associated Press 2006). La dégradation des terres due à la salinisation et la pénurie de terres qui en résulte pourraient aussi favoriser les conflits. Sayne (2011) recommande cependant la prudence avant d'attribuer les conflits au changement climatique au Nigéria, car les implications scientifiques, sociales, économiques et politiques du changement climatique dans ce pays sont mécomprises. Les conflits non réglés auraient certainement pour effet d'augmenter la vulnérabilité au changement climatique.

## 4. Vulnérabilité et Adaptation des Systèmes Agricoles

### 4.1 Vulnérabilité et adaptation des systèmes de culture

#### 4.1.1 Preuves scientifiques des effets du changement climatique sur les cultures dans un contexte de stress multiples

La vulnérabilité au changement climatique est un état déterminé non seulement par le changement climatique lui-même mais aussi par de multiples processus et facteurs de stress (CGIAR 2009). La pauvreté, l'accès aux terres, l'épuisement des nutriments des sols, l'utilisation de variétés culturales à faible rendement sensibles aux parasites et maladies, le niveau élevé des pertes après récolte et le manque d'accès au crédit et aux marchés sont autant de difficultés rencontrées par les petits exploitants agricoles. Il est difficile d'établir une estimation quantitative de la contribution relative du changement climatique à la faiblesse de la productivité agricole, compte tenu de tous les autres défis.

Plusieurs MCG, notamment CSIRO-MK 3.0, MIROC 3.2, CNRM-CM 3 et ECHAM 5, ont été utilisés pour formuler des scénarios de changement climatique par région, par large système agroécologique et par pays. Alors

que les élévations de températures dans le Sahel sont nettement indiquées par ces MCG, les projections liées aux précipitations en Afrique de l'Ouest sont entourées d'incertitude (Mertz et al. 2009; SWAC/OECD 2007). Cette incertitude persiste lorsque l'on intègre les modèles de simulation de cultures dans les scénarios des MCG.

Les résultats des études de modélisation ont été communiqués pour le millet, le sorgho, le maïs, le riz, l'arachide, les haricots, le manioc, le taro et le coton en Afrique de l'Ouest (par exemple, Jalloh et al. 2013; Nelson et al. 2010; Sarr et al. 2007; Sagoe 2006; Huq and Reid 2005). Roudier et al. (2011), à partir de l'analyse de 16 études de modélisation, ont mis en évidence une grande diversité de modifications des rendements, soit de -50% à +90%, la médiane s'élevant à -11% pour l'Afrique de l'Ouest. L'impact projeté est plus fort dans les pays du nord soudano-sahéliens (-18%) que dans les pays du sud guinéen (-13%). Les impacts négatifs sur la productivité des cultures s'aggravent au fur et à mesure de l'intensification du réchauffement. L'impact négatif sur le rendement était essentiellement attribué aux hausses de températures projetées, bien que les précipitations (dont la prévision est incertaine) aient le potentiel de réduire ou de renforcer cet impact. Hormis les températures et la pluviosité, les augmentations de concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère résultant du changement climatique pourraient influencer directement les rendements de certaines cultures. Les impacts en cours sur le terrain sont reflétés par les stratégies d'adaptation encouragées par les parties prenantes et adoptées par les agriculteurs (sections 4.13.4.23, 4.33 et 4.43 du présent rapport).

Des problèmes peuvent apparaître si l'on établit des comparaisons entre les résultats d'études de modélisation impliquant des MCG des impacts du changement climatique sur les rendements des cultures, en raison des différences d'horizons temporels, d'approches méthodologiques, de projections climatiques et de paramètres culturels.

L'étude récemment réalisée par Jalloh et al. (2013), dans laquelle les mêmes modèles et paramètres sont utilisés pour la totalité des 11 pays d'Afrique de l'Ouest étudiés, revêt donc une grande importance. Les modèles prédisent un recul considérable des rendements des cultures entre 2000 et 2050 si des mesures d'adaptation ne sont pas adoptées. Les modèles CSIRO et MIROC prédisent une diminution générale des rendements en maïs de 5 à 25% par rapport à la valeur de référence dans la plupart des parties des pays qui se situent sur la côte sud de l'Afrique de l'Ouest, et une augmentation des rendements de 5 à 25% dans la zone sahélienne. Les deux modèles indiquent un déclin des rendements dans les parties les plus septentrionales du Mali, du Burkina Faso et du Nigéria. Le tableau 3 présente les modifications de production projetées par pays, dans l'hypothèse d'une utilisation accrue des intrants (y compris des variétés améliorées) et de pratiques de gestion améliorées. Les modèles prédisent des baisses de rendements en sorgho de 5 à 25% dans la majorité des parties de l'Afrique de l'Ouest, et même des pertes de rendement supérieures à

25% dans certaines zones du Togo, du Bénin et des zones adjacentes du Ghana et du Nigéria. Selon les projections, les rendements en riz pluvial devraient diminuer de 5 à 25% dans la majorité des parties de la Côte d'Ivoire, du Ghana et du Togo, d'après le CSIRO et le MIROC, et au Nigéria, selon le CSIRO. Pour l'arachide, les deux modèles prédisent des baisses des rendements de 5 à 25% dans la majorité des parties de l'Afrique de l'Ouest mais des modifications de rendement moins importantes en Sierra Leone, au Liberia et en Guinée. Des augmentations des rendements de 5 à 25% sont projetées pour certaines parties du nord de la Côte d'Ivoire, du Ghana, du Burkina Faso et du Nigéria.

Outre leurs effets sur les rendements des cultures, les impacts du changement climatique ont été évalués sur les revenus des cultures et la longueur de la période de végétation. Kurukulasuriya et Mendelsohn (2008) ont utilisé un logit multinomial pour prédire les probabilités dans les zones agroécologiques. Ils ont ensuite appliqué un modèle pour calculer les valeurs de référence des terres agricoles et des revenus, et des estimations des impacts du changement climatique sur ces éléments ont été calculées. Les auteurs de cette étude ont estimé pour 2011 des réductions de revenus des cultures en Afrique de l'Ouest de 9,2 milliards de dollars (-17%) à 17,4 milliards de dollars (-32%) pour le modèle climatique parallèle (PCM) et le modèle du Centre climatique du Canada respectivement. Jones et Thornton (2009) ont étudié les zones arides et semi-arides de l'Afrique subsaharienne, y compris l'Afrique de l'Ouest. Selon leurs conclusions, si l'on retient les scénarios d'émissions élevées de carbone, le nombre de jours de croissance fiable tomberait sous les 90 pour plusieurs hectares de terres marginalisées. Dans

un scénario d'émissions faibles, la superficie se réduirait de 50%. Cela implique que, si le nombre de jours de croissance fiable passe sous les 90, les précipitations se révéleront tellement inadéquates que la culture du maïs, du moins les variétés courantes, deviendra impossible et même la culture du millet deviendra difficile.

#### 4.1.2 Options pour le renforcement de la capacité d'adaptation et de l'appui à l'agriculture

##### Approche et options de la recherche

Le Centre de recherches pour le développement international (CRDI) et le Département du Royaume-Uni pour le développement international (DFID), avec leur programme conjoint appelé Adaptation aux changements climatiques en Afrique (CCAA), ont fait état de réussites, en Afrique de l'Ouest, de la recherche-action participative en tant qu'outil pour renforcer la capacité d'adaptation autochtone au changement climatique des petits exploitants. Cette approche favorise l'identification conjointe des problèmes liés au changement climatique et des solutions possibles, des mesures pratiques à adopter et des apprentissages à partager entre les chercheurs et une grande partie des acteurs concernés: agriculteurs, anciens du village, météorologues, agronomes, universitaires, chefs locaux, fonctionnaires gouvernementaux et organisations de la société civile (Gologo 2012). Un autre exemple d'approche participative suivie pour l'adaptation au changement climatique en Afrique de l'Ouest est la mise à l'essai, avec l'appui de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), des meilleures pratiques et technologies en matière de

**Tableau 3. Modifications des superficies, des rendements et de la production de maïs en Afrique de l'Ouest selon le scénario A1B**

Pays	2010			2050					
	Rendement (t/ha)	Superficie (milliers de ha)	Production (t)	Rendement (t/ha)		Superficie (milliers de ha)		Production (t)	
				Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Bénin	1,08	748	810	1,87	2,08	886	929	1 660	1 911
Burkina Faso	1,41	458	646	2,20	2,61	408	424	900	1,105
Côte d'Ivoire	1,11	745	824	1,98	2,09	787	825	1 601	1 661
Gambie	1,93	16	31	2,55	2,73	17	18	43	48
Ghana	1,52	825	1 255	2,44	2,59	945	990	2 311	2 538
Guinée	1,15	138	159	2,14	2,29	161	168	344	386
Guinée-Bissau	1,90	16	31	2,03	2,15	18	19	37	41
Mali	1,39	381	531	2,31	2,61	304	313	703	803
Niger	0,78	4	3	1,57	1,69	1	2	2	3
Nigéria	1,29	4 696	6 070	1,74	1,90	4 405	4 829	7 664	9 181
Sénégal	1,98	132	263	2,76	2,90	144	151	398	439
Sierra Leone	1,92	10	20	2,98	3,10	10	11	30	33
Togo	1,11	477	531	1,78	2,01	318	334	567	661

Source : données basées sur une analyse conduite pour Nelson et al. (2010) et Jalloh et al. (2013).

REMARQUE : le scénario A1B prend comme hypothèses une croissance économique rapide, un pic de population vers le milieu du siècle, le développement de nouvelles technologies efficaces et l'utilisation équilibrée des ressources en énergie.

lutte contre le changement climatique dans les écoles pratiques d'agriculture au Burkina Faso (FEM 2012) et au Liberia (gouvernement du Liberia 2013). Néanmoins, la majeure partie des connaissances obtenues concernant les meilleures options technologiques l'a été au moyen des méthodes de recherche ordinaires.

Un certain nombre de praticiens de la recherche et du développement préconisent le recours à une ou plusieurs options d'adaptation qui sont en accord avec les aspirations des programmes d'action nationaux aux fins de l'adaptation (PANA) et les documents nationaux connexes, afin d'améliorer la réponse des agriculteurs au changement et à la variabilité climatiques et de soutenir l'agriculture (Faraut et al. 2012; Adesina and Odekunle 2011; Banque mondiale 2011b; Below et al 2010; Ngigi 2009; Woodfine 2009; Harrington et al. 2008; Howden et al. 2007; Sagoe 2006). Pour renforcer les capacités des agriculteurs, il importe de mettre les options d'adaptation à leur disposition (par la recherche et le développement), de leur fournir des formations et des services de vulgarisation ainsi que de leur permettre d'accéder au crédit (Zorom et al. 2013) et aux marchés. Les options d'adaptation sont notamment celles-ci: utilisation de variétés résistantes au stress; ajustement des calendriers et des systèmes de culture; gestion des résidus de culture; gestion intégrée de la fertilité des sols; agriculture de conservation; gestion des sols et de l'eau; agroforesterie; biotechnologie; réduction des pertes après récolte; valeur ajoutée; systèmes de prévisions météorologiques et d'alerte précoce; assurance pour les producteurs; diversification et migration. Les sous-chapitres suivants présentent des exemples de conclusions de recherches concernant certaines de ces options d'adaptation au changement climatique en Afrique de l'Ouest.

### **Variétés améliorées résistantes aux stress du changement climatique**

Les obtenteurs travaillant pour AfricaRice, le Centre du riz pour l'Afrique, ont identifié plusieurs caractéristiques qui contribuent à la tolérance à la sécheresse et du matériel génétique du riz, y compris des éléments présents dans le riz autochtone africain *Oryzae glaberrima*. Des marqueurs moléculaires en cours d'identification étiquettent les gènes qui contribuent à la tolérance à la sécheresse, ce qui permet d'accélérer le développement de lignes résistantes à la sécheresse. Le capital génétique d'espèces de riz sauvages ou adventices, comme *O. barthii* ou *O. longistamata*, est également exploité (Manneh et al. 2007). AfricaRice a combiné les caractéristiques utiles des espèces *O. sativa* et *O. glaberrima* et développé des lignes interspécifiques (NERICA). Un grand nombre de ces espèces concurrencent les mauvaises herbes, sont résistantes aux principaux ravageurs et maladies, et montrent une maturation précoce et un rendement élevé. Des variétés de riz dotées d'une certaine tolérance à la salinité sont disponibles (Rhodes 2005). Le Centre international d'amélioration du maïs et du blé (CIMMYT) et l'Institut international d'agriculture tropicale (IITA) ont mis au point et à disposition en Afrique de l'Ouest plusieurs nouvelles variétés de maïs hybrides et à

pollinisation libre qui sont résistantes à la sécheresse et permettent des rendements de 20 à 50 % plus élevés que les autres variétés soumises à des conditions de sécheresse (CGIAR 2010; CIMMYT 2008). Dans le but d'encourager leur adoption par les communautés locales, des institutions de recherche de toute l'Afrique de l'Ouest, où opèrent l'IITA et AfricaRice, se sont engagées dans des travaux participatifs de sélection de variétés. Les agriculteurs participent activement au développement de ces variétés végétales améliorées.

### **Modification des dates de plantation et des systèmes de culture**

Kra et Ofosu-Anim (2010) ont réalisé une modélisation mathématique des températures journalières maximales et minimales dans le but de déterminer les dates de plantation optimales et ainsi de minimiser les besoins totaux en irrigation pour le maïs en situation de pénurie d'eau et d'utilisations concurrentes de celle-ci. Ils ont démontré qu'il était possible, sans capter davantage d'eau, d'utiliser en irrigation jusqu'à 96% d'eau en plus, en optant simplement pour des dates de plantation optimales dans la zone de savane côtière du Ghana. Dans une autre étude de modélisation portant sur le Ghana, le Burkina Faso, le Niger et le Sénégal, les dates de plantation combinées à la séquence des cultures se sont révélées former une stratégie d'adaptation digne d'être étudiée. Il convient toutefois de prendre en considération les implications des changements de dates et de systèmes de cultures sur l'utilisation de la main-d'œuvre (Waha et al. 2013).

### **Gestion des résidus de culture**

En Afrique de l'Ouest, les petits agriculteurs éliminent habituellement les résidus de culture en les brûlant, provoquant ainsi des émissions de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. De nombreuses études (par exemple, Schlecht et al. 2006; Bationo and Buerkert 2001; Bationo et al. 1996) ont mis en évidence les avantages de la restitution des résidus de culture pour la concentration en matières organiques des sols, la capacité de rétention d'eau et la productivité agricole en Afrique de l'Ouest. Il s'agit donc d'une pratique considérée comme intelligente face au climat. Rhodes (1995) a utilisé un modèle d'équilibre azoté (N) et prédit une perte relative en azote organique nabile du sol de 158 kg N/ha sur dix ans, pour un système d'engrais azoté associé à une restitution de résidus de culture de maïs, comparativement à 225 kg N/ha pour un système exclusif d'engrais, dans la zone forestière semi-décidue du Ghana. Gonzales-Estrada et al. (2008) ont démontré qu'un modèle de simulation de culture et un modèle d'organisation au niveau des ménages à critères multiples pouvaient servir à identifier un ensemble de meilleures pratiques susceptibles de piéger du carbone (augmenter la concentration en matières organiques des sols) et d'accroître les revenus agricoles dans la région nord-ouest (zone de transition de savane guinéenne/soudanienne) du Ghana. L'on observe une variabilité spatiale de la concentration en matières organiques des sols autour des ménages et des fermes, en particulier dans le Sahel. À cet égard, la dispersion en champ est

une stratégie efficace pour gérer le risque agroclimatique d'échec des cultures (Akponikpe et al. 2011; Rhodes et al. 1996). Dans une étude conduite dans la région nord-est (zone de transition de savane guinéenne/soudanienne) du Ghana (MacCarthy et al. 2009), le modèle APSIM (simulateur de systèmes de production agricole) a prédit que la quantité d'engrais azoté nécessaire pour le sorgho dans les champs familiaux (où les résidus de culture sont restitué au sol) serait deux fois moindre que la quantité requise dans les fermes de brousse. Le taux d'application de résidus semble affecter la performance de l'APSIM. Selon les conclusions d'Akponikpe et al. (2010), le modèle obtient des résultats satisfaisants lorsqu'il simule la réaction du millet à l'engrais et au fumier au Niger quand le phosphore n'est pas un facteur limitant, mais uniquement pour des taux peu élevés d'application de résidus de culture ( $\leq 900$  kg de résidus de culture/ha).

### **Gestion intégrée de la fertilité des sols**

Dans sa forme de base, la gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) définit la combinaison optimale entre matières organiques (fumier animal, résidus de culture, engrais vert ou composts) et engrais minéraux, à utiliser avec des légumineuses fixant le phosphore dans le but d'améliorer l'efficacité de l'utilisation d'engrais et la productivité des sols et des cultures (Vanlauwe 2004). Pour la riziculture inondée, l'amélioration de l'efficacité des engrais par la réduction des pertes de gaz  $N_2O$  vers l'atmosphère est une méthode intelligente face au climat. Dans ce contexte, l'*International Fertilizer Development Center* (IFDC) a démontré, en Afrique de l'Ouest, que l'adjonction d'urée en profondeur améliorait l'efficacité des engrais azotés et augmentait le rendement de la riziculture (IFDC pers. comm. 2012). La recherche-action participative (RAP) a été utilisée avec succès comme moyen d'ouvrir des possibilités dans la zone de transition forêt/savane du Ghana. Cette méthode a permis aux communautés de se mobiliser et de s'organiser afin d'apprendre ensemble les technologies de GIFS et de les essayer en tant qu'option d'adaptation au changement climatique (Mapfumo et al. 2013). À l'aide de cette recherche-action participative, il s'est avéré que la GIFS fonctionnait au Ghana, au Mali et au Burkina Faso. Les conclusions de ces essais ont cependant montré qu'il était préférable de choisir les options les mieux adaptées, fondées sur une analyse détaillée du contexte agricole spécifique, notamment les objectifs, les ressources et l'environnement biophysique, plutôt que de suivre des recommandations générales (CCAA 2012). Kato et al. (2011) ont par ailleurs émis cette mise en garde: pour permettre le déploiement et l'utilisation généralisée de la GIFS en Afrique de l'Ouest, il importe de prendre en considération les conditions biophysiques des parcelles et l'accès des ménages aux dotations en main-d'œuvre, à du matériel d'élevage et à la propriété foncière.

### **Agriculture de conservation et piégeage du carbone**

Les principes essentiels de l'agriculture de conservation (AC) sont: (1) minimisation des perturbations mécaniques des sols (avec utilisation d'herbicides pour contrôler les adventices); (2) maintien d'une couverture permanente

des sols au moyen de paillis organique; (3) diversification des rotations de cultures. L'AC a permis d'augmenter la concentration en matières organiques et de piéger du carbone dans les sols au Mali (Doraiswamy et al. 2007). Bayala et al. (2012) ont élaboré une synthèse de rapports relatifs aux effets des composantes d'AC sur le rendement en maïs, millet et sorgho au Burkina Faso, au Mali, au Niger et au Sénégal. Les pratiques qu'ils ont comparées étaient: (1) association d'arbres de parc arboré et de cultures; (2) arbres de taillis; (3) engrais verts; (4) paillis; (5) rotation de cultures; (6) conservation traditionnelle du sol/de l'eau. Pour toutes ces pratiques, les auteurs ont constaté une variabilité considérable dans l'adoption de mesures concernant les céréales, mais les effets moyens de l'AC sur les rendements des cultures ont été plus positifs que négatifs. Les pratiques ayant été le plus massivement adoptées étaient l'engrais vert et le paillis. Les conclusions de l'étude soulignent la nécessité d'éviter une mentalité « à taille unique ». Bien que l'AC soit largement encouragée en tant que pratique intelligente face au climat, son application aveugle par les petits exploitants devrait être évitée (Giller et al. 2011; 2009) à cause des implications en termes de travail supplémentaire de désherbage pour les femmes et de la nécessité d'adapter cette pratique aux spécificités des petits exploitants.

### **Gestion des sols et de l'eau**

Il est à noter qu'une bonne gestion des sols et de l'eau constitue une condition préalable à l'utilisation rationnelle de l'eau, surtout dans le contexte de diminution des précipitations dans le Sahel et les zones semi-arides (Ngigi 2009). Elle est donc inestimable pour combattre les effets du changement climatique. Les pratiques et technologies de gestion des sols et de l'eau, notamment la couverture des sols, le travail minimal ou l'absence de travail des sols, la collecte de l'eau de pluie et l'irrigation, sont disponibles. Néanmoins, il n'existe que très peu d'informations sur les aspects économiques de la gestion des sols et de l'eau pour les champs des agriculteurs. Reij et Smaling (2008) ont estimé les coûts d'installation et d'entretien de « fosses zai », pour la gestion de l'eau et de la fertilité des sols, à 250 dollars/ha/an et 65 dollars/ha/an respectivement. Quant à Fox et al. (2005), ils ont découvert que la combinaison de collecte des eaux de pluie et de l'irrigation de surface a produit un bénéfice net de 151 à 622 dollars/ha dans le cas d'une irrigation pratiquée par de petits exploitants au Burkina Faso.

### **Agroforesterie**

La présence d'arbres et d'arbustes dans les systèmes agroforestiers aide à faire face au triple défi consistant à assurer la sécurité alimentaire, à atténuer le changement climatique et à accroître la capacité d'adaptation des systèmes agricoles (Torquebiau 2013; FAO 2010). La récupération après des événements météorologiques extrêmes ou des échecs de marché sont une caractéristique des systèmes agroforestiers qui s'explique par leurs diverses options de gestion temporelle et spatiale. C'est pourquoi l'agroforesterie est dite intelligente face au climat. En Afrique de l'Ouest, la recherche sur l'agroforesterie dans ses aspects liés au

changement climatique est centrée sur son potentiel de piégeage du carbone et son effet sur la fertilité des sols (Asare et al. 2008; Takimoto et al. 2008; Woomer et al. 2004). Ainsi, le piégeage de carbone par les parcs agroforestiers traditionnels au Sénégal a été estimé à seulement 0,4 t/ha/an, avec un potentiel de 20 t/ha dans 50 ans (Tschakert 2004). Cette estimation a permis de tirer la conclusion que, dans le Sahel ouest-africain, l'agroforesterie paraît plus utile pour l'adaptation que pour l'atténuation (Torquebiau 2013). Au Mali, Takimoto et al. (2008) ont fait état du fait qu'il y avait plus de possibilités de piéger du carbone dans les parcs agroforestiers traditionnels que dans les haies vives et les talus fourragers. Concernant les pays de la zone côtière, l'on a montré qu'au Ghana les cacaoyers ombragés traditionnels stockaient 155 t de carbone/ha, contre 72 t/ha dans les cultures intensives de cacaoyers non ombragés (Asare et al. 2008). La productivité des cacaoyers était plus élevée dans les exploitations non ombragées que dans les ombragées, indiquant un compromis entre la productivité en cacao et les stocks de carbone. La fertilité des sols sous les cacaoyers ombragés était plus haute que celle des sols sous les cacaoyers non ombragés.

### **Biotechnologie**

Les organismes génétiquement modifiés (OGM) offrent une option technologique pour l'adaptation au changement climatique dans les pays en développement. Un exemple en est l'amélioration d'efficacité de la lutte contre les insectes ravageurs (Howden et al. 2007). La Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), l'Union économique et monétaire ouest-africaine (UEMOA) et le Comité permanent inter-États de lutte contre la sécheresse au Sahel (CILSS) harmonisent leurs réglementations régionales en matière de biosécurité (Knight and Sylla 2011). De leur côté, le Burkina Faso, le Mali, le Ghana et le Nigéria disposent d'une législation autorisant les essais au champ de produits à OGM. En Afrique de l'Ouest, le Burkina Faso montre l'exemple pour ce qui est de la biotechnologie appliquée afin d'améliorer la productivité des cultures. D'après une étude conduite en 2009 dans ce pays, le coton à protection biotechnologique contre les insectes permettait une hausse de rendement de 18% et une augmentation de revenu de 62 dollars/ha par rapport au coton ordinaire (Vitale et al. 2010). Pendant la campagne 2010/2011, les rendements avaient augmenté de 66% (Knight and Sylla 2011). De plus, le coton biotechnologique rend les agriculteurs moins dépendants des engrais et plus capables de s'adapter aux pénuries de précipitations du Burkina Faso (Samari 2011). Le niébé biotechnologique a récemment fait l'objet d'une approbation pour des essais au champ dans des conditions confinées au Burkina Faso et au Nigéria (Knight and Sylla 2011).

### **Réduction des pertes post-récolte, amélioration de la commercialisation et de la valeur ajoutée**

Il est possible d'améliorer la productivité agricole non seulement en accroissant les rendements mais aussi en réduisant les pertes après récolte, qui sont

considérables en Afrique de l'Ouest. En Sierra Leone, dans la zone côtière chaude humide, des travaux de recherche (gouvernement de la Sierra Leone 2004) ont mis en lumière des degrés de pertes différents en fonction du produit: 20% pour le riz et entre 40 et 50% pour les fruits et légumes. Le taux de valorisation des déchets en appliquant les méthodes traditionnelles est de 40 à 50% d'huile tirée des rafles des palmiers, et de 40% dans le cas des grains de café verts. Des technologies sont disponibles pour réduire substantiellement ces pertes, par exemple un séchage rapide après récolte jusqu'à obtention d'une teneur en humidité de 14% ou moins, l'utilisation de décortiqueuses mécaniques de riz ou de café, ou de moulins à huile de palme. L'on peut également réduire ces pertes en créant de la valeur ajoutée grâce à un traitement basé sur des méthodes améliorées (par ex. des râpes mécaniques à manioc pour la production de gari) ou des infrastructures améliorées qui permettent d'accéder aux marchés. Si des mesures correctives ne sont pas adoptées, la hausse des températures prévue en raison du changement climatique augmentera les pertes après récolte des cultures annuelles et, partant, la vulnérabilité des agriculteurs au changement climatique.

### **Évaluation des technologies des « meilleures pratiques »**

Les chercheurs de l'*International Crops Research Institute for the Semi-Arid-Tropics* (ICRISAT) (Cooper et al. 2009) ont testé l'hypothèse selon laquelle, à moyen terme (2010-2050), l'ICRISAT serait bien placé pour aider les agriculteurs à atténuer les effets négatifs du changement climatique et à tirer parti des possibilités qu'il ouvre. Pour ce faire, l'ICRISAT pourra appliquer les connaissances modernes en matière de cultures, de sols et d'eau ainsi que redéployer et recibler le germoplasme existant des espèces végétales de son ressort. L'analyse ex ante impliquant les MCG, l'APSIM et le DSSAT (*Decision Support System for Agrotechnology Transfer*) a montré que l'adoption par les agriculteurs des recommandations actuelles, même en conditions de changement climatique, permettra aux intéressés d'obtenir des rendements substantiellement plus élevés qu'actuellement. Les centres du CGIAR couvrant l'Afrique de l'Ouest – IITA, AfricaRice, CIMMYT et l'*International Water Management Institute* (IWMI) – ont également mis au point des technologies améliorées pour les produits relevant de leur ressort et publié des meilleures pratiques (CGIAR 2008). En outre, le CORAF/WECARD, en collaboration avec le CTA, a publié les meilleures pratiques développées par les systèmes nationaux de recherche agricole (CORAF/WECARD 2011). Selon Lybbert et Sumner (2010), les meilleures pratiques devraient être considérées comme une source de réponses tactiques (à court terme) au changement climatique, et non comme l'acceptation de réponses stratégiques non testées (à long terme).

### **Systèmes de prévisions météorologiques et d'alertes précoces**

Des études de modélisations ont été réalisées afin de mieux comprendre l'utilité des prévisions

météorologiques pour les petits exploitants. Sultan et al. (2010) ont souligné la valeur économique *ex ante* des prévisions saisonnières dans la zone semi-aride de Nioro Rip, au Sénégal. Pour ce faire, ils ont utilisé un modèle bioéconomique pour simuler les décisions des agriculteurs face à l'accès à des informations anticipées sur la qualité de la prochaine saison des pluies. Ils ont démontré que la prévision d'une saison des pluies plus humide que la moyenne a pour effet d'exposer les agriculteurs à un risque élevé d'échec car ceux-ci favorisent alors les cultures commerciales, comme le maïs ou l'arachide, qui sont très vulnérables à la sécheresse. D'un autre côté, si l'on prévoit une saison humide plus sèche que la moyenne, la réaction des agriculteurs pour minimiser le risque climatique consiste à opter pour des cultures telles que le millet ou le sorgho, qui peuvent tolérer des précipitations plus fortes au cas où la prévision s'avérerait erronée. Roudier et al. (2012) ont montré que, dans la région de Niamey (Niger), pour réagir aux prévisions, les agriculteurs pouvaient choisir entre des cultivars du millet, entre des degrés de fertilisation et entre des dates de semis. Les prévisions saisonnières ont permis d'améliorer la situation des agriculteurs lors des mauvaises années. En outre, ceux-ci ont bénéficié de revenus plus élevés même lorsque les prévisions n'étaient pas parfaites. Les auteurs de cette étude ont conclu qu'il serait extrêmement utile d'améliorer les systèmes de prévisions en y incluant la prédiction du début et de la fin des pluies. Dans le cadre d'une étude de cas réalisée dans la zone de savane du Ghana, les hommes comme les femmes ont déclaré ne faire attention aux prévisions météorologiques radiodiffusées qu'occasionnellement. Ils préfèrent se fier aux méthodes traditionnelles (Naab et Koranteng 2012). Le programme du CRDI/DFID a montré, par le biais de la RAP, que des prévisions météorologiques prenant en compte le savoir autochtone pouvaient s'avérer très efficaces pour renforcer la capacité d'adaptation des agriculteurs au changement climatique (CCAA 2012).

## Assurances

Ngigi (2009) a observé que très peu d'assurances formelles étaient mises à la disposition des petits exploitants d'Afrique de l'Ouest, mais cette situation semble s'améliorer. Au Sénégal, par exemple, le gouvernement a institué un fonds national d'assurance agricole, qui prend en charge 50% des primes (M. Diop, pers. comm. 2013).

Les assurances basées sur des indices (qui fonctionnent en corrélation étroite avec les chiffres de production des agriculteurs) peuvent jouer un rôle de tampon contre les phénomènes climatiques extrêmes (Ngigi 2009). Muamba et Ulimwengu (2010) ont étudié, pour les producteurs de maïs, la viabilité d'une « assurance pluie » dans 12 districts de la région nord du Ghana, utilisant pour cela une approche de programmation mathématique. Leur conclusion est qu'une telle assurance pluie pourrait ne pas fonctionner partout mais s'avérer satisfaisante dans les districts qui présentent un coefficient de corrélation positif entre les pertes de rendement en maïs et les paiements d'indemnités.

Autre conclusion, les précipitations ne sont peut-être pas un indice idéal pour les pertes, et le rendement par superficie ou la végétation télédéteectée pourraient être des indices plus efficaces pour la conception d'assurances optimales pour les cultures. Bien que d'autres études soient nécessaires pour déterminer les assurances basées sur des indices les mieux adaptées au niveau des communautés, un régime d'assurance de ce type est déjà en cours de fonctionnement. Certains petits exploitants agricoles du Ghana ont assuré leurs cultures contre le risque climatique en souscrivant au *Ghana Agricultural Insurance Programme* (GAIP). Au début de la saison de végétation, ils versent au GAIP un montant représentant l'équivalent de 10% de leurs frais de culture. Toute période de 12 jours consécutifs sans pluie entraîne le paiement d'indemnités aux agriculteurs. Ce régime d'assurance est basé sur les données recueillies chaque jour par 19 stations météorologiques automatiques concernant le vent, les précipitations, l'humidité et la température. Au cours de la première année de mise en œuvre de ce système, 136 agriculteurs ont reçu des indemnités (Spore 2013b).

En résumé, des données probantes montrent la présence en Afrique de l'Ouest, grâce à la recherche et au développement, de plusieurs options pour renforcer certains éléments de la capacité d'adaptation des petits exploitants et favoriser l'exploitation de leurs cultures, du moins à court et moyen terme. Ces options sont des composantes d'une agriculture intelligente face au climat. Quant à savoir si elles continueront à donner de bons résultats à long terme avec la poursuite du changement climatique, cela est incertain. L'agenda de recherche et les produits des systèmes nationaux de recherche et de vulgarisation agricoles (SNRVA), des centres du CGIAR en Afrique de l'Ouest et d'autres organisations de recherche, même s'ils ne visaient pas au départ à offrir des mesures d'adaptation au changement climatique, répondent utilement à certains des besoins à court ou moyen terme exprimés dans les PANA et les communications nationales.

### 4.1.3 Adaptation documentée des cultivateurs

Des recherches conduites en Afrique de l'Ouest prouvent que des agriculteurs s'y sont adaptés au changement climatique et/ou ont adopté des options d'adaptation qui leur ont été recommandées. L'adoption de telles recommandations traduit les réalités du changement et de la variabilité climatiques sur le terrain ainsi que la capacité des agriculteurs à opérer des choix en connaissance de cause parmi diverses options. Des enquêtes ou études de cas réalisées dans les pays d'Afrique de l'Ouest ont permis de documenter les éléments suivants: puits peu profonds et creusés à la main afin de compenser les pénuries d'eau pendant la saison sèche (Ngigi 2009); technologies d'amélioration de l'humidité des sols, comme la méthode zaï, les fossés en demi-lune et le paillage (Nkonya et al. 2011; Ngigi 2009); irrigation, drainage et cultures de bas-fonds (Zoram et al. 2013; Adebayo et al. 2011; Nkonya et al. 2011; Ngigi 2009); ajustement des dates de plantation

**Table 4. Quelques stratégies d'adaptation aux prévisions météorologiques citées par les agriculteurs**

Pays	Stratégie d'adaptation
Niger	Changement de types de cultures ; réduction de la taille des troupeaux ; changement de méthodes de pâturage, changement de périodes de plantation ; déplacement de l'activité
Burkina Faso	Plantation d'espèces/variétés à cycle court ; plantation d'espèces/variétés résistantes à la sécheresse ; utilisation ou non d'engrais ; stockage/vente de stocks de céréales ; orientation des sillons en travers de la pente ; acquisition de capital pour l'achat d'intrants ; rationnement de la nourriture

Source : adapté de Roudier et al. (2012).

(Adebayo et al. 2011; Nkonya et al. 2011); agroforesterie et rotation des cultures (Adebayo et al. 2011; Ngigi 2009); collecte de l'eau de pluie, notamment sur toits en zinc avec stockage en citernes, et utilisation de diguettes en terre cuite, diguettes de contour, bassins artificiels et petits réservoirs (Zorom et al. 2013; Panyan et al. 2011; Ngigi 2009); utilisation d'engrais et de fumiers (Zorom et al. 2013; Nkonya et al. 2011); diversification dans la façon d'introduire de nouvelles cultures et des changements de moyens de subsistance (Nkonya et al. 2011); intégration bétail-cultures et exercice d'activités hors ferme, par exemple extraction d'or (Ngigi 2009); protection et plantation d'arbres (Nkonya et al. 2011); migration d'agriculteurs vers des zones plus humides (Ngigi 2009); et utilisation de prévisions météorologiques et de variétés culturales hâtives et/ou résistantes à la sécheresse (Roudier et al. 2012; Nkonya et al. 2011; Ngigi 2009). Roudier et al. (2012) ont cité des exemples d'adaptation aux prévisions météorologiques dont les agriculteurs ont fait état (tableau 4).

Peu de données ventilées basées sur le genre sont disponibles. Toutefois, Naab and Koranteng (2012) ont constaté que, dans un village de la région de savane du nord-ouest du Ghana, les réponses des hommes et des femmes différaient: les hommes ont déclaré planter des arbres, effectuer des cultures intercalaires, pratiquer la rotation de cultures et la culture de bas-fonds afin de s'adapter au changement climatique; quant aux femmes, elles ont déclaré planter des arbres, cultiver des légumes de saison sèche, utiliser du compost et du fumier de ferme, s'abstenir de brûler la brousse et les résidus de culture, et épandre ceux-ci comme stratégies d'adaptation/de réaction.

Les rapports entre l'adoption de pratiques agroécologiques et les déterminants de cette adoption ont été étudiés. Ainsi, Adebayo et al. (2011) ont regroupé selon des critères agroécologiques les technologies adoptées par les agriculteurs du sud-ouest du Nigéria pour répondre au changement climatique. Ils ont constaté que, pour les marais, l'ordre d'adoption de pratiques est le suivant : d'abord, la construction de canaux, bien plus importante que la canalisation des cours d'eau, elle-même plus importante que les ajustements de dates de plantation. Pour la zone forestière, l'adoption des pratiques d'irrigation était beaucoup plus élevée que le boisement, dont l'adoption était plus élevée que l'utilisation de fadamas (fonds de vallée/bas-fonds). Dans

la zone de savane, la « non-adoption » était beaucoup plus importante que l'irrigation, qui était elle-même plus importante que l'ajustement des dates de plantation.

Dans l'État de Bono, dans le nord-est du Nigéria et la zone nord de savane guinéenne d'Afrique de l'Ouest, il a été démontré que les éléments déterminants de l'adoption du maïs résistant à la sécheresse étaient la technologie, les intrants complémentaires, les services de vulgarisation et les informations sur le changement climatique (Tambo et Abdoulaye 2012). Les auteurs de cette étude ont également constaté que les revenus d'appoint et la situation économique d'un ménage étaient importants pour l'adoption de technologies d'adaptation, donnant à penser qu'il est difficile pour les agriculteurs ayant peu de ressources d'en adopter. Selon les agriculteurs, les coûts de cet ensemble de technologies, en particulier les engrais, sont un frein majeur pour les adopter. Nkonya et al. (2011) ont observé que dans la zone semi-aride du Niger, les ménages dirigés par des femmes avaient moins tendance à réagir au changement climatique que ceux dirigés par des hommes. En revanche, dans la même zone au Nigéria, le sexe du chef de famille n'influait pas cette attitude. Tant au Niger qu'au Nigéria, le fait d'exercer des activités en dehors de la ferme réduisait la probabilité de réagir au changement climatique, et une association positive a été observée entre la distance par rapport aux marchés et la réaction au changement climatique. Ces constatations semblent indiquer que les possibilités de commercialisation stimulent le maintien ou la hausse de la productivité.

Un appel à la prudence a cependant été émis par Mertz et al. (2009) qui, après une étude réalisée dans la région est du Saloum, au Sénégal, ont conclu que les communautés étaient très conscientes des problèmes climatiques mais que les discours à ce sujet pouvaient influencer les réactions de la population lorsqu'il est question de changement climatique. Les changements au niveau de l'utilisation des terres et des moyens de subsistance constatés dans la région étudiée sont la conséquence de l'adaptation à une grande diversité de facteurs de risques, dont le climat n'était pas le plus important. Aucune étude n'a encore été faite pour déterminer si cette conclusion s'applique aussi de façon plus générale aux communautés de savane et de forêt.

#### 4.1.4 Enseignements tirés des projets et interventions d'adaptation dans l'agriculture

Un enseignement qui ressort régulièrement de la recherche sur l'adaptation au changement climatique est que, même si celui-ci est une source de stress considérable (et peut-être de possibilités), il n'est qu'un seul des nombreux facteurs que les petits exploitants doivent affronter. Plusieurs projets d'adaptation ont été réalisés ou sont en cours en Afrique de l'Ouest. Les enseignements tirés d'une sélection de projets et d'interventions couronnés de succès (Mapfumo et al. 2013; BNRCC 2012; CCAA 2012; Jobbins 2011; Nkem et al. 2011; Bonkougou et al. 2010; Hounkponou et al. 2010; Ziervogel et Opere 2010; CCAA 2009; Ngigi 2009) sont présentés dans le tableau 5 et regroupés en catégories de « mise en œuvre », « genre », « météorologie, savoirs locaux et participation », « partenariats » et « institutions et décideurs politiques ».

#### 4.1.5 Principales barrières documentées s'opposant aux pratiques d'adaptation à adopter par les cultivateurs

L'adoption et l'assimilation de stratégies et d'options d'adaptation dans les plans nationaux de développement sont lentes. Les barrières responsables de cette lenteur qui ont été documentées sont notamment la capacité économique, les systèmes d'information, le développement et la diffusion des technologies, les infrastructures/institutions, les perspectives socioculturelles, les questions d'égalité des sexes, les services de vulgarisation, les incitations et les conflits entre différents groupes d'intérêts ainsi que l'inadéquation des politiques ou leur absence (Nkem et al. 2011; Nzeadibe et al. 2011; Ngigi 2009).

#### **Capacité économique, systèmes d'information, développement et diffusion des technologies**

Les agriculteurs ont besoin d'argent pour adopter de nouvelles technologies. Néanmoins, les petits exploitants d'Afrique de l'Ouest sont pauvres et n'ont pas les moyens de s'adapter au changement climatique. Une étude (Adebayo et al. 2011) a déterminé que, pour eux, le coût des mesures d'adaptation (notamment des semences et engrais de bonne qualité) les empêchait d'entreprendre cette adaptation. De ce fait, les agriculteurs peuvent être pris dans un cercle vicieux de pauvreté, d'utilisation insuffisante de nutriments, d'appauvrissement des sols et, par conséquent, de dégradation de l'environnement et d'augmentation de la vulnérabilité face au changement climatique.

À l'échelon régional, l'*African Center of Meteorological Application for Development* (ACMAD) et le Centre régional d'agro-hydro-météorologie (AGRHYMET) fournissent des informations à leurs partenaires nationaux, mais leur travail repose sur des données inadéquates. En Afrique subsaharienne, la densité de stations météorologiques atteint un huitième du minimum recommandé par l'Organisation météorologique mondiale (Tall 2010). Tant

au niveau local que national, des systèmes d'information peu efficaces pour collecter, traiter et diffuser les informations et les prévisions météorologiques sont une entrave pour l'adoption des pratiques d'adaptation. Par ailleurs, la faible disponibilité des technologies, la difficulté d'y accéder ainsi que l'incapacité, pour une communauté, de les modifier sont aussi des obstacles pour leur adoption. Dans un chapitre précédent, nous avons montré que la disponibilité des technologies culturelles d'adaptation, au moins à court terme, ne posait pas de souci; le problème concerne l'accès à ces technologies. Les services nationaux de vulgarisation sont généralement faibles car ils manquent de fonds et de compétences.

#### **Infrastructures, institutions et régime foncier**

En Afrique de l'Ouest, l'on constate un peu partout une faiblesse des infrastructures physiques (approvisionnement en eau d'irrigation, structures de gestion de l'eau, systèmes de transport et de commercialisation, structures de stockage et de traitement, et infrastructures de communication) et une inadéquation des infrastructures/institutions sociales. Ainsi, les institutions de recherche sont peu financées et les organisations d'agriculteurs, les coopératives et les associations d'utilisateurs d'eau manquent de pouvoir de décision. Par exemple, l'Institut de recherche agricole de la Sierra Leone, qui gère cinq centres de recherche, a reçu une allocation d'à peine 2,6 milliards de leone (600 000 dollars) en 2013 pour couvrir ses charges récurrentes non salariales, soit 10,6% de l'allocation pour charges récurrentes non salariales versée au ministère de l'agriculture, de la foresterie et de la sécurité alimentaire (gouvernement de la Sierra Leone 2012).

En outre, les fonds réellement décaissés sont parfois inférieurs aux montants alloués (prévus). Compte tenu de l'accroissement de population que connaît l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest et des régimes fonciers actuels, l'accès aux terres devient très difficile. Par ailleurs, le manque d'accès aux crédits destinés à financer des investissements ou acquérir des intrants est également lié au fait que, dans le système traditionnel, les terres ne peuvent servir de garanties pour l'obtention de prêts. Ngigi (2009) a attiré l'attention sur le fait que l'octroi de baux fonciers aux agriculteurs a eu pour effet d'améliorer la gestion de l'eau et d'accroître la production de la riziculture irriguée (Office du Niger, Mali).

#### **Perspectives socioculturelles et structure de gouvernance**

Deux études de cas réalisées au Burkina Faso fournissent des exemples de la façon dont les facteurs socioculturels peuvent influencer l'adaptation. Elles ont montré que les informations météorologiques nécessaires à l'adaptation circulent parfois de façon sélective. Dans un village du Burkina Faso, des femmes en ont été exclues. Dans deux autres villages, les « familles de basse caste », celles opposées au chef du village et les gardiens de troupeaux vivant en bordure de village ne

**Tableau 5. Enseignements tirés des projets et interventions d'adaptation dans l'agriculture**

<b>Groupes</b>	<b>Enseignements</b>
<b>Mise en œuvre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il importe de consacrer suffisamment de temps à la promotion de l'apprentissage et de l'action en obtenant une participation de la communauté entière, à l'amélioration des capacités d'adaptation locales, au renforcement de la résilience des communautés et aux enseignements à tirer des initiatives entreprises.</li> </ul>
<b>Genre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les femmes et les enfants sont habituellement les groupes les plus vulnérables et les plus affectés par les impacts du changement climatique.</li> <li>• Dans les actions de prise de conscience et de sensibilisation concernant la nécessité de l'adaptation, il importe que tous les membres des communautés, les femmes comme les hommes, approuvent et comprennent ce processus.</li> <li>• Il faut travailler davantage pour surmonter les barrières sociales et culturelles empêchant les communautés d'instaurer pleinement l'égalité entre les hommes et les femmes.</li> </ul>
<b>Météorologie, savoirs locaux et participation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les agriculteurs sont plus à même de s'adapter au changement et à la variabilité climatiques s'ils tiennent compte des informations météorologiques et appliquent les recommandations.</li> <li>• Les prévisions météorologiques saisonnières à base scientifique sont essentiellement axées sur l'offre au niveau national et ne semblent pas tenir compte des besoins des utilisateurs.</li> <li>• L'intégration des prévisions fondées sur les savoirs autochtones et des prévisions météorologiques saisonnières à base scientifique s'est déjà révélée efficace dans de nombreux cas mais pourrait bénéficier d'analyses plus approfondies et d'un soutien politique.</li> <li>• La recherche-action participative est nécessaire car elle permet de prendre en compte les savoirs locaux pour adapter les conseils et la fréquence des prévisions aux spécificités d'une zone ou d'une communauté. Les conseils sont beaucoup plus souvent suivis s'ils sont communiqués en langue locale.</li> <li>• Le fait de choisir des agriculteurs influents comme expérimentateurs peut encourager l'adoption de pratiques éprouvées de gestion des sols et de l'eau.</li> <li>• Les essais de technologies participatives sont très efficaces lorsque les agriculteurs sont respectés et leurs savoirs pris en considération. De plus, les agriculteurs devraient pouvoir s'appropriier complètement le processus de réflexion-action-évaluation-planification et son intégration dans les moyens de remédier à leurs contraintes.</li> <li>• La recherche-action participative ouvre la voie au renforcement des capacités d'adaptation des agriculteurs.</li> </ul>
<b>Partenariats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les évaluations de vulnérabilité, l'identification des options d'adaptation et la mise en œuvre de ces dernières dépendent souvent de divers domaines d'expérience et de compétence pour la minimisation du risque d'échec.</li> <li>• Les partenariats entre les institutions concernées, y compris les organisations non gouvernementales (ONG) et les communautés locales, peuvent renforcer les capacités en matière de prévisions saisonnières et autochtones et accroître l'utilisation de celles-ci par les parties prenantes.</li> <li>• Les résultats d'un projet dépendent largement de la solidité et de l'engagement de toute l'équipe du projet, y compris les organisations partenaires et les membres de la communauté participants, avec le soutien des chefs de village.</li> </ul>
<b>Institutions et décideurs politiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les barrières institutionnelles à l'adaptation sont des limitations plus conséquentes que les incertitudes scientifiques entourant les options d'adaptation.</li> <li>• Le fait d'associer les décideurs politiques aux premiers stades d'un projet leur permet de se rendre compte par eux-mêmes de ses avantages et les aide à identifier les ressources requises pour adopter les pratiques utiles identifiées par la recherche.</li> </ul>

recevaient pas les prévisions météorologiques (Roncoli et al. 2001). Nielsen and Reenberg (2010) ont étudié deux groupes ethniques, les Fulbe et les Rimaiibe, dans le village de Bidi 2, dans le nord du Burkina Faso. Ils ont

constaté que les Fulbe étaient conscients des avantages potentiels de la diversification des moyens de subsistance – migration de main-d'œuvre, travail de développement, travail pour les femmes et potagers – car ceux-ci voyaient

au quotidien comment ces stratégies d'adaptation au changement climatique étaient favorables aux Rimaiibe, qui en retireraient des sommes d'argent permettant aux ménages de survivre. Toutefois, malgré ces avantages visibles, les Fulbe refusaient d'adopter pleinement ces stratégies car elles impliquaient des attributs jugés « indignes des Fulbe ». On ignore dans quelle mesure ce type de comportement est répandu au Burkina Faso ou en Afrique de l'Ouest, mais ce fait souligne la nécessité de tenir compte des facteurs locaux dans le développement des technologies et la formulation des politiques.

Il existe des groupes vulnérables des deux sexes dans les communautés rurales d'Afrique de l'Ouest, mais on s'accorde généralement pour dire que les femmes sont les plus défavorisées. L'inégalité de l'accès aux ressources en terres et en eau, la participation limitée des femmes aux systèmes de gestion des ressources en eau, leur contribution insuffisante aux processus de prise de décisions, leur taux d'alphabétisation moins élevé que celui des hommes et le manque d'accès au crédit sont autant de freins à l'innovation et à l'adoption de pratiques d'adaptation au changement climatique et d'autres technologies agricoles. Une mauvaise gouvernance

affaiblit le contenu des politiques d'adaptation au changement climatique, le processus de formulation de ces politiques et leur mise en œuvre aux niveaux régional, national et local (Ngigi 2009).

## 4.2 Vulnérabilité et adaptation des systèmes d'élevage de bétail

### 4.2.1 Preuves scientifiques des effets du changement climatique sur l'élevage de bétail dans un contexte à stress multiples

Outre le changement climatique, les menaces pesant actuellement sur les éleveurs de bétail sont: la pression de la population résultant à la fois de sa croissance interne et des « intrus » et migrants; l'incertitude des régimes fonciers; une gouvernance coutumière affaiblie; la perte de terres; la réduction de la capacité de charge des terres; les conflits entre groupes pastoraux et avec des cultivateurs; les échecs de marché et les barrières à l'accès à celui-ci; l'inégalité du commerce mondial du bétail (subventions et concessions) ayant pour effet de casser les prix sur les marchés locaux; et l'accès difficile

**Tableau 6. Ventilation par pays et système des types de changement de LPV jusqu'en 2050, scénario A1**

Pays	COAST	LGA	LGH	MIA	MIH	MRA	MRH	OTHER	TREEC	URBAN
Bénin	2	2	2		2	2	2	2		
Burkina Faso		2	2			2		2		
Tchad		2		2		2		2		
Côte d'Ivoire	2	2	2			2	2	2	1	
Gambie		2				2		1		
Ghana	1	2	2			2	2	1	1	2
Guinée-Bissau		1		1		1		1		
Guinée	1	1	1	1		1	1	1	1	
Liberia	1						1	1	1	
Mali		2		2		2		2		
Niger		2		2		2		2		
Nigéria		2	1	2	1	2	1	1		
Sénégal	1	2		1		2		1		
Sierra Leone			1				1	1	1	
Togo		2				2	2	2	1	

Source : adapté de Thornton et al. (2006)

REMARQUES: Le scénario A1 représente un avenir caractérisé par une croissance économique très rapide, un pic de population mondiale au milieu du siècle, suivi d'une baisse, et l'introduction rapide de nouvelles technologies efficaces.

Un score de « 2 » indique des pertes substantielles (> 20 %) dans une partie d'au moins 50 % du système du pays en question ; un score de « 1 » indique des pertes modérées (5 à 20 %) dans une partie d'au moins 50 % du système. Codes représentant les systèmes d'utilisation des terres :

COAST	Systèmes reposant sur la pêche côtière artisanale
LGA	Systèmes reposant uniquement sur l'élevage en milieu aride ou semi-aride
LGH	Systèmes reposant uniquement sur l'élevage en milieu humide ou sub-humide
MIA	Systèmes mixtes de cultures irriguées et d'élevage en milieu aride ou semi-aride
MIH	Systèmes mixtes de cultures irriguées et d'élevage en milieu humide ou sub-humide
MRA	Systèmes mixtes de cultures pluviales et d'élevage en milieu aride ou semi-aride
MRH	Systèmes mixtes de cultures pluviales et d'élevage en milieu humide ou sub-humide
OTHER	Autres systèmes, y compris systèmes (mixtes) reposant sur les légumes-racines
TREEC	Systèmes de vergers
URBAN	Zones bâties telles que définies par GLC 2000

aux marchés étrangers (UICN 2010). Le changement climatique pourrait produire des impacts majeurs sur les éleveurs pauvres d'AS et sur les ressources naturelles dont ils dépendent. Le tableau 6 illustre l'impact sur la LPV, un facteur de la qualité des terres essentiel pour le secteur de l'élevage comme pour celui des cultures végétales, cela par pays et pour différents systèmes et moyens de subsistance agricoles. Des impacts considérables sont prévus sur les systèmes d'élevage en milieu aride ou semi-aride (LGA) de tous les pays sauf deux. En général, les impacts du changement climatique sur l'élevage de bétail concerneront des changements dans la productivité du fourrage, une moindre disponibilité de l'eau, l'utilisation de l'eau, la composition des espèces, la qualité du matériel végétal, des changements dans la gravité et la propagation des maladies du bétail ainsi que des changements dans la commercialisation et les prix des produits du bétail (UICN 2010; Thornton et al. 2007).

### **Eau et aliments pour animaux, changements dans la productivité primaire, la composition des espèces et la qualité du matériel végétal**

Les modèles de changement climatique prédisent des augmentations de températures de l'ordre de 2°C pour l'Afrique de l'Ouest. Or, au fur et à mesure que la température augmente, le bétail a besoin de plus d'eau. Pour la race *Bos indicus*, la consommation d'eau augmente d'environ 3 litres par kg de matière sèche à une température ambiante de 10°C pour arriver à 5 litres à 30°C et jusqu'à environ 10 litres à 35°C (NRC 1981, cité dans Thornton et al. 2007). L'effet du changement climatique sur la production de bétail prend généralement la forme, en partie, de changements dans les ressources alimentaires pour le bétail. Ces changements peuvent influencer les options d'alimentation des animaux, la gestion des pâturages, les prix des tiges et feuilles et des céréales, le commerce des aliments pour animaux et la productivité globale du bétail. L'impact localisé sur l'eau et les aliments pour animaux reste incertain.

Dans le cas des espèces végétales C4, l'élévation de la température jusqu'à 30-35°C aura pour effet d'accroître la productivité en fourrage et pâturages, cela tant que le rapport entre l'évaporation, d'une part, et l'évapotranspiration potentielle et la disponibilité de nutriments, d'autre part, ne limite pas la croissance de façon significative. Dans les terres de parcours semi-arides du Sahel, où le rapport entre l'évapotranspiration réelle et potentielle limite la croissance végétale (Le Houerou et al. 1988, cité dans Thornton et al. 2007) et où la LPV peut fortement diminuer (Jones et Thornton 2009; Kurukuluriya et Mendelsohn 2008), la productivité des terres de parcours va probablement baisser.

La proportion de broutage sur les parcours augmenterait sous l'effet de la croissance et de la concurrence accrues des espèces broutantes dues à la hausse des niveaux de CO<sub>2</sub> (Morgan et al. 2007, cité dans Thornton et al. 2007). Il en résulterait des changements au niveau des types d'espèces bétailières qui paissent. De

plus, le mélange légumineuses-herbacées pourrait s'en voir modifié, ce qui en altérerait la valeur nutritionnelle.

Étant donné que la lignification du matériel végétal s'accroît avec la température, il en résultera un changement des taux de dégradation du matériel végétal (Minson 1990, cité dans Thornton et al. 2007). Cette évolution pourrait entraîner une réduction de la disponibilité de nutriments pour le bétail et une baisse de production de bétail.

### **Santé du bétail**

Le changement climatique aura des effets sur les maladies à transmission vectorielle. La mouche tsé-tsé est très sensible aux modifications environnementales résultant de l'activité ou du changement climatique. Les espèces peuplant les écosystèmes forestiers ou fluviaux sont plus sensibles aux facteurs climatiques que celles des zones de savane. Les projections relatives aux effets de changements de climat et de population sur la densité des mouches tsé-tsé indiquent que les populations de cet insecte et la trypanosomiase animale reculeront le plus dans les zones semi-arides et sub-humides d'Afrique de l'Ouest. Outre les maladies à transmission vectorielle, les infections par helminthes des petits ruminants seront aussi influencées par les changements de température et d'humidité.

#### *4.2.2 Options de renforcement de la capacité d'adaptation et d'appui à l'élevage de bétail*

Il existe toute une gamme d'options intelligentes face au climat pouvant renforcer la capacité d'adaptation des éleveurs. Ces options sont de nature technologique, pour accroître ou maintenir la productivité, ou peuvent revêtir la forme d'investissements dans des secteurs spécifiques, sans oublier les options aptes à réduire les risques. Les options sont les suivantes (Thornton 2011; Howden et al. 2007; Thornton et al. 2007): élevage d'animaux résistants à la chaleur; mise en correspondance de la densité du bétail avec la capacité de production de pâturages; modification des périodes de pâturage; modification des périodes de reproduction; changement du mélange d'animaux; changement d'aliments pour animaux, de fourrage et de concentrés; banques alimentaires locales; recommandations sur des engrais modifiés; diversification; prévisions météorologiques; et assurance du bétail. Il faut cependant savoir que, pour un grand nombre de ces options, les travaux de recherche concrets sont inexistantes ou limités en Afrique de l'Ouest.

### **Amélioration génétique et résistance au stress**

Comme pour les cultures, l'amélioration génétique du bétail constitue une importante option technologique pour l'adaptation au changement climatique et aux autres stress. Par le passé, il était difficile de faire une estimation quantitative de la performance socioéconomique des différentes races de bétail dans un environnement villageois. À présent, les techniques génomiques permettent de déterminer la composition

raciale d'animaux individuels à partir de leur ADN. En combinant les informations génomiques, il est possible de déterminer la race/le type de croisement le plus adapté à un certain environnement de production. Cette approche est celle suivie par un projet que l'Institut international de recherche sur le bétail (ILRI) conduit au Sénégal (ILRI 2012). Le mouton nain ouest-africain est robuste et montre une grande vigueur sexuelle qui lui permet de résister aux stress causés par le climat, les maladies et l'alimentation irrégulière. Ils présente aussi différentes couleurs de robes. Fadare et al. (2012) ont étudié au Nigéria l'effet de la couleur de la robe sur le stress thermique en utilisant des indicateurs physiologiques et des paramètres sanguins. Ils ont démontré qu'il était préférable de choisir des moutons à robe blanche pour lutter contre le stress thermique.

#### 4.2.3 *Pratiques documentées d'adaptation par des éleveurs de bétail, et enseignements tirés des projets et interventions d'adaptation*

Les pratiques documentées d'adaptation comprennent l'élevage contrôlé et la gestion des parcours (Nkonya et al. 2011). Zorom et al. (2013) ont étudié ces pratiques au sein de la communauté Tougou, dans la province de Yatenga (nord du Burkina Faso, zone sahélienne). Ils ont constaté que l'adoption des pratiques d'engraissement des ovins et bovins, d'élevage d'animaux, de transhumance, de modification du nombre d'animaux, de traction animale et de récolte du foin destiné aux animaux en tant qu'options d'adaptation au changement climatique variait entre les agriculteurs d'une même communauté. Les autres stratégies d'adaptation documentées qui sont utilisées par les éleveurs de bétail sont similaires à celles des pasteurs, comme expliqué au chapitre 4.3.

Les enseignements généraux qui ont été tirés sont semblables à ceux dont il est question au chapitre précédent. L'un des facteurs qui peut déboucher sur la raréfaction du fourrage est la sécheresse résultant du changement climatique. Un enseignement peut être tiré d'un projet de recherche-action mené au Niger concernant l'amélioration des moyens de subsistance des éleveurs pauvres par l'utilisation accrue du fourrage (ILRI 2006): résoudre le problème de la raréfaction du fourrage est beaucoup plus difficile qu'apporter simplement des technologies, comme le germoplasme amélioré. Les facteurs socioéconomiques étant également importants, il est nécessaire d'envisager différents types de partenariats et d'engager de nouveaux partenaires afin de gérer les contraintes changeantes au sein du système.

#### 4.2.4 *Principales barrières documentées s'opposant aux pratiques d'adaptation à adopter par les éleveurs de bétail*

Les barrières structurelles qui ont été documentées sont similaires à celles du sous-secteur des cultures. Une bonne partie des travaux de recherche socioéconomique sur l'adaptation au changement climatique soulignent la nécessité de pouvoir compter sur des institutions et des politiques favorables à l'adaptation aux niveaux

local, national et international. Les producteurs voient souvent leurs choix limités par des institutions telles que les marchés, ou par un régime foncier et des politiques encourageant une production pas nécessairement compatible avec le changement climatique.

### 4.3 ***Vulnérabilité et adaptation des systèmes pastoraux***

#### 4.3.1 *Preuves scientifiques des effets du changement climatique sur le pastoralisme dans un contexte de stress multiples*

En plus des vulnérabilités énoncées au chapitre 4.2, la restriction de la transhumance, la perte de l'accès aux ressources clés et les politiques de sédentarisation menant à la dégradation des terres sont les stress auxquels les pasteurs sont confrontés, hormis ceux générés par le changement climatique.

Les MCG ne concordent pas entre eux et une certaine incertitude entoure même les impacts généraux du changement climatique sur les systèmes pastoraux d'Afrique de l'Ouest, en particulier la direction que prendra l'évolution des précipitations et la mesure dans laquelle la variabilité pourrait encore s'accroître à l'avenir (Ericksen et al. 2011; CGIAR 2009). Certains scénarios de changement climatique indiquent une intensification de la mousson africaine, voire un verdissement du Sahel (Brooks 2006). En revanche, selon le CGIAR (2009), même dans l'hypothèse d'un scénario à faibles émissions de gaz à effet de serre, les systèmes pastoraux d'Afrique de l'Ouest pourraient subir un raccourcissement considérable de la période de végétation, et la superficie totale affectée par la sécheresse pourrait augmenter.

L'examen des impacts du changement et de la variabilité climatiques sur les systèmes pastoraux et agropastoraux au Niger, estimés au moyen d'enquêtes agricoles, a montré que l'accroissement de l'émigration de main-d'œuvre, de la dépendance des ménages à l'égard des sommes reçues des travailleurs exilés, ainsi que le bétail de plus en plus souvent aux mains de personnes non spécialisées en ce domaine, la nécessité croissante de compléter les aliments pour animaux et la moindre mobilité du bétail étaient les principaux effets observés au cours des deux dernières décennies (CGIAR 2009).

#### 4.3.2 *Options de renforcement de la capacité d'adaptation et d'appui au pastoralisme*

Le pastoralisme est, en soi, une adaptation au changement et à la variabilité climatiques (Brooks 2006). Les grandes options permettant de renforcer la capacité d'adaptation et d'appuyer le pastoralisme sont les suivantes (CGIAR 2009): gestion de la composition des troupeaux en fonction de l'âge et du sexe, à la fois pour répondre aux besoins des ménages et préserver la viabilité du troupeau; scission des troupeaux pour éviter le surpâturage; modification de la composition des espèces; conservation du fourrage; diversification en faveur de cultures et d'activités hors ferme; migration (en réponse

à la variation spatiale et temporelle des précipitations et de la végétation); mobilité; gestion des risques ex ante avec auto-assurance par la constitution d'actifs (troupeaux plus nombreux) lors des bonnes années afin de permettre des niveaux « acceptables » d'épuisement pendant les mauvaises années. Néanmoins, certains problèmes méritent d'être mentionnés: l'utilité pour les pasteurs de gérer les risques de production au niveau de la ferme en recourant aux prévisions saisonnières et aux alertes précoces a été remise en question par Jost (2002) car les pasteurs réagissent souvent à la pluie déjà tombée plutôt que d'attendre l'arrivée de la pluie dans les zones gérées par eux. Les options d'adaptation pour le pastoralisme peuvent être annulées par les options d'autres secteurs de l'agriculture. Ainsi, dans la majorité des États du Nigéria ayant des fadamas (terres irrigables), lorsque l'eau, les bassins et les ruisseaux de fadama précédemment utilisés comme points d'eau pour le bétail sont transformés en sources d'irrigation pour les cultures, il en résulte un désavantage pour les pasteurs.

#### 4.3.3 Cas documentés d'adaptation par les pasteurs

De nombreuses stratégies ont été documentées pour l'Afrique de l'Ouest, notamment (GabreMichael 2011): élever des animaux capables de supporter des pénuries saisonnières d'aliments et de rester longtemps sans boire; maintenir de grands troupeaux dans l'espoir qu'une partie des animaux survivra en période de pénurie d'aliments; suivre les pluies dans les zones semi-arides; effectuer des mouvements saisonniers entre les zones arides inaptées aux cultures et les zones mieux dotées en eau qui peuvent offrir davantage de fourrage, par exemple sous la forme de résidus de culture; acquérir des terres dans des zones mieux dotées en eau où des cultures sont possibles; diversifier ses activités en faveur des cultures et du commerce; changer la composition des troupeaux; remplacer les bovins par des moutons, des chèvres et des chameaux, par exemple au Niger. Un grand nombre de ces stratégies ont été conçues pour affronter la variabilité climatique mais, en cas de sécheresse extrême durant plusieurs années, il arrive qu'elles ne fonctionnent pas et que les pasteurs voient mourir beaucoup de leurs bêtes et finissent par connaître la famine.

Par ailleurs, de plus en plus de gens gardent des ânes, grâce auxquels ils peuvent puiser l'eau de puits profonds ainsi que transporter de l'eau et des matériaux entre les fermes. Au Niger, des femmes âgées ont commencé à offrir des ânes comme cadeaux de mariage à de jeunes femmes afin d'alléger leurs travaux ménagers et agricoles. Également au Niger, de nombreux pasteurs font du foin – dont une partie est vendue en ville aux éleveurs de bétail – et achètent des résidus de culture aux cultivateurs et agropasteurs afin d'offrir à leurs bêtes un complément aux pâturages naturels.

#### 4.3.4 Enseignements tirés des projets et interventions d'adaptation dans le secteur du pastoralisme

De nombreux enseignements ont été tirés dans ce domaine (CCAA 2012; GabreMichael 2011), notamment:

1. Les innovations introduites par des autochtones en matière d'adaptation au changement climatique doivent être évaluées en même temps que les autres changements environnementaux, socioéconomiques et politiques. L'on évite ainsi le piège de conclure que des pratiques développées au niveau local sont la preuve exclusive d'une adaptation délibérée au changement climatique.
2. La vulnérabilité est une question complexe. Elle est déterminée par une conjonction de facteurs comprenant les changements démographiques, les politiques macroéconomiques et les changements sur le marché. Les impacts du changement climatique ne peuvent être clairement séparés des autres impacts affectant les moyens de subsistance des populations rurales.
3. Il convient d'attacher une attention suffisante aux innovations locales, qu'elles soient une réponse au changement climatique ou à d'autres stress, car elles sont à l'origine de nouvelles technologies utiles basées sur la longue expérience des pasteurs.
4. Comme les pasteurs vivant dans des zones pleines d'incertitudes et de risques pour leurs moyens de subsistance, ils ont toujours dû expérimenter et s'adapter. Leurs innovations peuvent ouvrir des possibilités inattendues d'adaptation au changement climatique.
5. Des plates-formes à parties prenantes multiples capables de rassembler, d'interpréter et de diffuser des informations climatiques peuvent renforcer la compréhension et l'adoption de ce type d'information parmi les cultivateurs et les pasteurs.

#### 4.3.5 Principales barrières documentées s'opposant aux pratiques d'adaptation à adopter par les pasteurs

Les barrières structurelles documentées dont il a été fait état sont similaires à celles énoncées précédemment. Les barrières spécifiques du pastoralisme sont notamment (CGIAR 2009; Cavanna 2007):

1. La mobilité est limitée par l'expansion de l'agriculture, les changements de propriété du bétail et la diminution des tâches de surveillance de troupeaux au profit de l'agriculture sédentaire.
2. Le fait que les gouvernements perçoivent le pastoralisme comme une activité dépassée, non rentable et destructrice pour l'environnement. Le gouvernement essaie donc de transformer les pasteurs en éleveurs de bétail modernes.
3. Les politiques des gouvernements n'ont pas réussi à protéger les ressources pastorales vitales, notamment les zones humides, les réserves pour la saison sèche et les couloirs du bétail, contre l'empiètement par les cultivateurs, les investisseurs et les parcs nationaux.

## 4.4 Vulnérabilité et adaptation des systèmes de pêche

### 4.4.1 Preuves scientifiques des effets du changement climatique sur la pêche

Les stocks halieutiques des eaux d'Afrique de l'Ouest sont en recul depuis des décennies.<sup>2</sup> Cette situation s'explique surtout par la surexploitation de la part des chalutiers artisanaux autant que des chalutiers étrangers. En l'absence de mesures d'adaptation, l'action conjuguée des changements climatiques, de la croissance de la population et des modifications des marchés qui sont projetés pourrait encore aggraver la situation en infligeant des impacts très néfastes sur l'approvisionnement local en poissons et l'alimentation humaine en Afrique de l'Ouest (Warren et al. 2006, cité dans GIEC 2007; Allison et al. 2005; ECF/PIK 2004). L'élévation de la température de l'océan Atlantique pourrait affecter la remontée des eaux le long du golfe de Guinée, ce qui pourrait rendre l'eau de l'océan impropre à la pêche maritime

et fortement réduire cette activité. L'élévation de la température pourrait aussi entraîner la mort de poissons, une perte de diversité des espèces et des modifications néfastes des habitats des poissons dans la zone côtière guinéenne (Omitoyin et Tosan 2012). Le ruissellement accru apportant des nutriments présents dans les eaux usées pourrait favoriser le développement des algues, également mortel pour les poissons. L'élévation du niveau de la mer provoque d'ores et déjà la salinisation de l'eau et des sols. En appliquant des modèles, Lam et al. (2012) ont estimé que le total des produits débarqués de 14 pays ouest-africains diminuera d'environ 8% et 26% entre 2000 et 2050 selon des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre faibles et élevées respectivement. De plus, cette étude a indiqué que les zones économiques exclusives (ZEE) du Ghana, de la Côte d'Ivoire, du Liberia, du Togo, du Nigéria et de la Sierra Leone subiraient, dans un scénario d'émissions élevées, des réductions de volumes des produits débarqués pouvant atteindre 50%, voire davantage (tableau 7). Selon ces estimations, la valeur totale des produits débarqués passerait de 732

**Tableau 7. Volumes réels et projetés des produits débarqués et évolutions en pourcentage par rapport aux volumes actuels en Afrique de l'Ouest**

Pays des zones économiques exclusives (ZEE)	Volumes réels des produits débarqués dans les années 2000 (en t) <sup>a</sup>	Scénario d'émissions modérées de gaz à effet de serre (valeur constante 2000)		Scénario d'émissions élevées de gaz à effet de serre (SRES A1B)	
		Volumes projetés des produits débarqués dans les années 2050 (en t) <sup>b</sup>	Évolution potentielle du pourcentage de prises par rapport au niveau réel (années 2000)	Volumes projetés des produits débarqués dans les années 2050 (en t) <sup>b</sup>	Évolution potentielle du pourcentage de prises par rapport au niveau réel (années 2000)
Ghana	264 796	154 806	-41,5	119 243	-55,0
Côte d'Ivoire	58 268	35 752	-38,6	25 434	-56,4
Liberia	22 848	14 599	-36,1	11 318	-50,5
Togo	14 907	10 520	-29,4	5 959	-60,0
Nigéria	288 140	220 682	-23,4	136 456	-52,6
Sierra Leone	59 307	51 000	-14,0	27 723	-53,3
Guinée	107 380	97 331	-9,4	79 924	-25,6
Bénin	8 148	7 456	-8,5	6 172	-24,2
Cap-Vert	17 007	15 996	-5,9	13 328	-21,6
Guinée-Bissau	13 351	12 940	-3,1	10 331	-22,6
Gambie	32 147	34,471	7,2	29 637	-7,8
Sahara occidental	821 642	890 892	8,4	691 230	-15,9
Mauritanie	293 861	327 211	11,3	251 541	-14,4
Sénégal	608 982	717 029	17,7	527 598	-13,4
Afrique de l'Ouest	2 610 786	2 590 686	-8	1 935 895	-25,9

Source : adapté de Lam et al. (2012)

REMARQUES :

<sup>a</sup>Données annuelles moyennes sur les produits débarqués entre 1990 et 2003 obtenues de la base de données sur les prises du projet « Sea Around Us » ([www.seaaroundus.org](http://www.seaaroundus.org)).

<sup>b</sup>Données annuelles sur les produits débarqués projetés pour les années 2050 au moyen du scénario A1B du modèle SRES (Nakicenovic et Swart 2000).

à 577 millions de dollars entre 2000 et 2050 dans le cas d'un scénario à émissions de gaz à effet de serre élevées.

Il a également été fait état d'impacts néfastes sur la pêche en eaux intérieures en Afrique de l'Ouest. Comme l'a souligné Associated Press (2006), les stocks halieutiques du lac Tchad ont enregistré une diminution marquée. Ainsi qu'en témoigne un pêcheur évoquant la situation jadis: « Avant, les canoës à rames risquaient de se renverser tant les poissons atteignaient des tailles gigantesques; aujourd'hui, les pêcheurs peuvent s'estimer heureux lorsqu'ils ramènent des poissons de la taille d'une main. À l'époque, le filet contenait jusqu'à 20 sortes de poissons, contre une demi-douzaine ou moins de nos jours. Les deux tiers des poissons ont purement et simplement disparu ». Selon les fonctionnaires du gouvernement tchadien, comme en a fait état Associate Press, le lac Tchad disparaît uniquement à cause du réchauffement planétaire, qui provoque de graves sécheresses depuis les années 1970 et des élévations de températures jusqu'à 50°C avec, comme corollaire, l'évaporation de vastes quantités d'eau. En revanche, les observateurs internationaux attribuent la baisse du niveau de l'eau du Lac Tchad à une conjonction de stress, parmi lesquels le changement climatique, la pression de la population des pays riverains se traduisant par une forte irrigation des terres agricoles et une hausse de la demande d'électricité, qui a conduit à la construction de barrages hydroélectriques sur de nombreux cours d'eau du bassin versant (Urama et Ozor 2010). En Côte d'Ivoire, les principales espèces de poissons sont affectées par les modifications des flux d'eau douce et l'intrusion accrue d'eau salée dans les lagunes et les lacs (gouvernement de Côte d'Ivoire 2000). Pour l'aquaculture, l'intensification de la variabilité saisonnière et annuelle de la pluviosité et les épisodes extrêmes d'inondation ou de sécheresse qui en découlent seront probablement les moteurs de changement les plus puissants. Les impacts projetés devraient être ressentis le plus fortement par les agriculteurs les plus pauvres. Ceux-ci utilisent des bassins qui retiennent de petites quantités d'eau mais peuvent donc s'assécher rapidement. Adebo et Ayelari (2011) ont décrit comment, au Nigéria, les inondations permettent aux poissons de s'échapper des petites exploitations aquacoles.

#### 4.4.2 Options de renforcement de la capacité d'adaptation et d'appui à la pêche

En Afrique de l'Ouest, si les stocks halieutiques actuels sont surexploités, c'est surtout à cause de la présence dominante de chalutiers étrangers dans les ZEE, un facteur qui pourrait limiter l'adaptation aux changements au niveau des ressources et des conditions environnementales. Dans une telle situation, la formulation des politiques et l'application des réglementations ont un rôle majeur à jouer dans l'adaptation régionale et nationale au changement climatique. De façon générale, les options d'adaptation à la portée de ce secteur, en particulier pour la pêche artisanale, la plus importante forme de pêche répondant aux besoins locaux, sont les suivantes: alertes précoces et prévisions météorologiques; assurance; renforcement

des capacités de gestion et capture rationnelles des stocks; réduction des pertes après capture; réduction de la pollution et de la destruction des habitats; diversification; migration; changements dans les équipements de pêche, les espèces et les chaînes de commercialisation pour s'adapter aux espèces disponibles; et aquaculture (Morand et al. 2012; Omitoyin and Tosan 2012; Williams et Rota 2010; Bene et al. 2009; WorldFish 2009; Allison et al. 2007; Jallow et al. 1996). Il existe des technologies qui permettent de réduire les pertes après capture en améliorant les méthodes locales de conservation (fumage) ou en effectuant un stockage réfrigéré, mais cette dernière méthode n'est pas toujours possible en dehors des villes. Dans des pays tels que le Sénégal ou la Sierra Leone, où la pêche maritime représente une activité économique majeure, la mise en œuvre de systèmes d'assainissement améliorés pour la transformation, l'emballage et la certification des produits de ce secteur facilite le commerce régional et international. Voyons ci-dessous quelques exemples de conclusions de recherches menées sur certaines de ces options.

#### Diversification et migration

La diversification et la migration sont des options d'adaptation bien connues dans le secteur de la pêche artisanale. L'étude de cas réalisée par Omitoyin et Tosan (2012) a montré la diversification réussie par un groupe de pêcheurs artisanaux (activités composées de 62% de pêche maritime, de 26% d'aquaculture et de 12% de combinaison pêche maritime-aquaculture) dans l'État de Lagos, au Nigéria, pour se lancer dans la production et le commerce agricole, la production de bétail, la coupe, la transformation de poisson, le travail d'artisanat, l'administration et la chasse. Il existe cependant des exceptions à la diversification en tant que stratégie efficace. Morand et al. (2012) ont présenté des conclusions d'une étude qui remettent en question les idées reçues sur la diversification et la migration. Une étude de cas a été réalisée parmi des communautés de pêcheurs du delta intérieur du Niger au Mali (le plus grand site de pêche en eaux intérieures de la région sahéenne de l'Afrique de l'Ouest) dans le but de tester l'hypothèse selon laquelle l'adoption d'activités de subsistance diversifiées et spatialement discrètes offrirait de meilleurs avantages en termes de réaction et d'adaptation. Les résultats de cette étude ont montré que les stratégies de subsistance traditionnelles associées aux conditions hydroclimatiques, bien que diversifiées et bien adaptées aux conditions passées, offraient une série limitée d'options d'adaptation. Pour les ménages dépendants du poisson qui ont adopté un ensemble mixte d'activités grâce à la riziculture pluviale/inondée, le caractère fortement saisonnier et les contraintes de ces deux activités principales ne permettaient pas de passer à volonté d'une activité à l'autre. Dans le cas des ménages pratiquant la migration saisonnière pour la pêche, il n'y avait que peu de possibilités de modifier les routes de migration ou de trouver de nouveaux sites où s'installer dans le delta à cause de la forte densité de population dans cette zone.

Il convient de souligner le fait que la diversification dans le secteur agricole peut échouer en cas d'intensification des stress d'origine climatique, et que la diversification en dehors de l'agriculture peut s'avérer irréalisable en raison du manque de crédit, des marchés ou d'autres facteurs.

### **Aquaculture**

La pêche maritime constitue normalement la composante principale de la pêche commerciale en Afrique de l'Ouest. Omitoyin et Tosan (2012) ont constaté que la proportion de pêcheurs artisanaux pratiquant l'aquaculture dans l'État de Lagos augmentait en tant que forme d'adaptation (diversification), probablement en raison de la diminution de la taille et de la diversité des poissons capturés en eau libre due au changement climatique, d'une part, mais aussi des inondations – qui par ailleurs ouvrent des possibilités d'aquaculture. Malgré cela, la production aquacole de la région est peu susceptible de combler prochainement le fossé entre l'offre et la demande de poissons. Cette étude a montré que la qualité et la productivité de l'aquaculture pratiquée par les pêcheurs des États d'Ondo et d'Ekiti étaient faibles car ils utilisaient, en raison de leur manque de moyens financiers, des bassins en terre et uniquement des déchets de poulets, du fumier de volaille et d'autres aliments pour animaux disponibles sur place.

Les petits exploitants en aquaculture maîtrisent plus facilement la production (choix des espèces, alimentation et stockage) que ceux de la pêche maritime. Des études sur l'élevage du tilapia (Eknath et al. 2007) et sur la densité d'empoisonnement en tilapia et poisson-chat d'Afrique en Côte d'Ivoire (Coulibaly et al. 2007; Ouattara et al. 2003) ont indiqué que l'amélioration et la gestion des poissons d'aquaculture peuvent servir de stratégies d'adaptation au changement et à la variabilité climatiques, comme dans le cas des cultures et du bétail. WorldFish a développé une variété améliorée (Akosombo) du tilapia du Nil dont la croissance est 30% plus rapide que les variétés non améliorées et qui augmente maintenant la productivité en Afrique de l'Ouest (Spore 2013a). De plus, WorldFish travaille avec des partenaires en AS dans le but d'affiner des technologies intégrées d'aquaculture et agriculture et le cycle des nutriments dans les exploitations. Ces travaux sont pertinents pour l'Afrique de l'Ouest et sont intelligents face au climat.

### **Assurance**

Dans le secteur aquacole de l'Afrique de l'Ouest, les régimes d'assurance formelle sont également peu développés. Comme nous l'avons vu au point 4.12, l'assurance sous l'une ou l'autre forme est préconisée comme stratégie de gestion des risques dans le cadre de la lutte contre le changement climatique. Une étude de cas menée dans les États d'Ondo et d'Ekiti, dans la région sud du Nigéria, a découvert qu'à peine 8,3% des aquaculteurs étaient assurés par des compagnies privées et que, sur ces quelques assurés, seulement 33,5% percevaient des indemnités des compagnies d'assurance en cas d'inondations, des indemnités arrivant d'ailleurs avec du retard. Seuls 12,8% des aquaculteurs ont reçu une

aide financière du gouvernement après des inondations (Adebo et Ayelari 2011).

#### *4.4.3 Cas documentés d'adaptation par des pêcheurs*

Omitoyin et Tosan (2012) ont fait état d'une diversification comme stratégie principale d'adaptation parmi les communautés de pêche maritime artisanale de l'État de Lagos, au Nigéria. Une étude de cas conduite dans la vallée de l'Oue'me, du fleuve du même nom, dans le sud du Bénin – le principal bassin fluvial du pays – illustre la nature dynamique de l'adaptation (Kpadonou et al. 2012). Pour s'adapter au changement climatique et aux inondations, la population locale a cessé de pêcher dans des étangs pour se lancer dans les cultures, non sans passer par des pratiques d'« agropêche ». Les étangs qui se formaient surtout dans les plaines inondables servaient de refuge au poisson sauvage qui migrerait pendant les inondations, ce qui permettaient aux agriculteurs de tirer profit de la succession et de la régularité de celles-ci. Au fil du temps, les poissons de moins en moins nombreux dans le fleuve ont rendu cette activité moins rentable, et des risques d'inondations ont commencé à peser sur les terres cultivées. De simples trous, les étangs annexes sont devenus un élément d'une pratique d'agropêche: les trous conservaient leur utilisation traditionnelle d'étangs à poissons, mais les larges digues aménagées sur les bandes de terre surélevées ont commencé à accueillir des cultures de saison sèche. Avec l'accroissement de la variabilité climatique, les agriculteurs se sont concentrés sur la production de cultures sur ces digues. Il est possible d'améliorer encore la productivité des étangs annexes en nourrissant les poissons de façon artificielle et en élevant des espèces de poissons adaptées.

#### *4.4.4 Enseignements tirés des projets et interventions d'adaptation dans le secteur de la pêche, et principales barrières documentées à l'adaptation par les pêcheurs*

La recherche-action participative conduite dans le bassin de la Volta, au Ghana, a montré que la manipulation biophysique des écosystèmes de pêche (étangs artificiels) visant à améliorer la productivité était faisable mais que, pour en exploiter tout le potentiel, la recherche adaptative devait travailler en collaboration étroite avec les utilisateurs. Cette collaboration doit permettre de s'assurer que les parties prenantes et les bénéficiaires prennent bien conscience de la logique de l'intervention et de ses détails techniques et que le personnel des services de recherche et de vulgarisation comprenne bien les possibilités et contraintes qui se présentent aux exploitants (Bene et al. 2009). Le projet Adaptation des politiques de pêche au changement climatique en Afrique de l'Ouest, mené par l'organisation Environnement et Développement du Tiers-Monde (ENDA-TM), établie à Dakar, a constaté que, grâce à la RAP, les réglementations de protection des stocks halieutiques et de renforcement des infrastructures portuaires sont mieux appliqués au niveau local, mais ont besoin d'être supervisées et financées depuis l'échelon national. De même, les accords sur les quotas de pêche sont conclus

plus efficacement au niveau régional mais doivent être traduits en réglementations à l'échelon national (CCAA 2010).

Les barrières structurelles documentées sont similaires à celles décrites pour les autres secteurs agricoles. Le faible niveau d'hygiène et de qualité des produits marins constitue une entrave considérable pour le commerce avec les pays européens. Nous avons souligné l'importance du commerce international et régional en tant que stratégie d'adaptation au changement climatique dans tous les secteurs.

## **5. Politiques de développement agricole et d'adaptation au changement climatique**

### **5.1 *Considérations liées au changement climatique dans les politiques continentales du secteur de l'agriculture***

Le Programme détaillé pour le développement de l'agriculture en Afrique (PDDAA), mené par l'Union africaine et le *New Partnership for Africa's Development* (NEPAD), établit le cadre et les principes généraux à appliquer au développement agricole en AS et à transposer aux niveaux régional et national. Le PDDAA contient les larges thèmes porteurs d'opportunités d'investissement qui permettront à l'agriculture africaine de sortir d'une crise qui a rendu le continent dépendant des importations, « vulnérable même aux moindres aléas climatiques » et largement tributaire de l'aide alimentaire (UA/NEPAD 2003). Les « aléas climatiques et les risques y associés » qui déterminent les investissements sont également cités comme l'un des six défis à relever pour atteindre une agriculture productive. La « gestion des terres et de l'eau », très importante pour l'adaptation au changement climatique, est l'un des piliers du PDDAA. De plus, l'initiative environnementale du NEPAD accorde la priorité au changement climatique en tant que l'un de ses dix domaines de programme.

La préoccupation de l'Union africaine à l'égard du changement climatique se remarque aussi dans le cadre politique qu'elle a élaboré pour le pastoralisme en Afrique (UA 2010). Les objectifs généraux de ce cadre consistent à (1) sécuriser et protéger les vies, les moyens de subsistance et les droits des populations pastorales et assurer un engagement à l'échelle continentale pour l'épanouissement politique, social et économique des communautés pastorales et des zones pastorales; et à (2) renforcer la contribution de l'élevage dans les économies nationales, régionales et à l'échelle du continent. L'un des objectifs spécifiques est de définir des approches pratiques pour gérer les risques et, de la sorte, réduire la vulnérabilité des populations pastorales aux

événements climatiques, en particulier les sécheresses et les inondations, et aux conflits. Le cadre juge souhaitable que l'élaboration de la politique pastorale soit initiée au niveau du pays par la mise en place d'un comité national de pilotage. Ces initiatives continentales sont donc largement en phase avec la lutte contre le changement climatique.

### **5.2 *Considérations liées au changement climatique dans les politiques régionales du secteur agricole***

La politique agricole régionale de l'Afrique de l'Ouest (ECOWAP) de la CEDEAO et son Offensive pour la production alimentaire et contre la faim (CEDEAO 2005) forment le cadre de référence contenant les principes et les objectifs assignés au secteur agricole et guidant les interventions de développement agricole dans la région. Les thèmes de l'ECOWAP relatifs à l'amélioration de la gestion de l'eau et à l'amélioration de la gestion des ressources naturelles communes (gestion durables des ressources halieutiques) sont en accord avec les piliers du PDDAA en matière de développement durable du territoire, de contrôle de l'eau et de développement durable de l'élevage, de la pêche et de foresterie, respectivement. L'ECOWAP reconnaît que la détérioration des conditions climatiques, caractérisée par une réduction des précipitations et une augmentation des températures et des inondations, est un défi considérable à relever pour l'agriculture de l'Afrique de l'Ouest, qui doit accroître la productivité du travail et des terres tout en préservant ses ressources naturelles, et stimuler les systèmes de production résilients au changement climatique. En 2005, un plan d'action a été adopté qui ne présentait pas le changement climatique comme l'un de ses points clés mais soulignait cependant des domaines pertinents par rapport à ce phénomène, notamment: promotion de la gestion de l'eau avec inclusion du développement de l'irrigation à petite échelle; gestion intégrée des ressources en eau; gestion intégrée de la fertilité des sols; offre de services appropriés aux agriculteurs, y compris de meilleurs services de consultance et l'accès aux résultats de la recherche; prise de décision sur des mécanismes d'assurance contre les catastrophes, et élaboration de ceux-ci; organisation de pâturages pour la transhumance.

### **5.3 *Considérations liées à l'agriculture dans les politiques ou stratégies régionales de lutte contre le changement climatique***

La CEDEAO a élaboré une politique environnementale (CEDEAO 2008) dont les objectifs généraux sont d'inverser la dégradation de l'environnement et l'appauvrissement des ressources naturelles, d'améliorer la qualité du milieu de vie et de conserver la diversité biologique afin de garantir un environnement sain et productif. Ses actions

stratégiques consistent notamment à promouvoir le suivi des changements environnementaux et la prévention des risques grâce à la création d'un Observatoire central régional, à combattre la dégradation des terres, la sécheresse et la désertification, à assurer la gestion durable des écosystèmes côtiers, intérieurs et marins. La réponse au changement climatique ne figure en revanche pas parmi les actions prévues.

Dès lors, la CEDEAO a adopté en 2010 un programme d'action sous-régional de réduction de la vulnérabilité aux changements climatiques en Afrique de l'Ouest (CEDEAO 2009a; 2009b). Lors de la Conférence internationale pour la réduction de la vulnérabilité des systèmes naturels, économiques et sociaux au changement climatique en Afrique de l'Ouest, tenue au Burkina Faso en 2007, et de la Réunion ministérielle sur le changement climatique, au Bénin en 2008, il a été convenu d'élaborer et de mettre en œuvre un programme d'action visant à réduire la vulnérabilité de l'Afrique de l'Ouest et du Tchad au changement climatique. Le CILSS, la Commission économique pour l'Afrique (CEA) et l'ACMAD ont été mandatés pour élaborer ce programme.

Selon le document du programme régional, s'il convient de maintenir l'appui donné aux mesures prioritaires urgentes contenues dans le PANA, il est tout aussi important de les compléter par des options d'adaptation concertées à l'échelle régionale. L'objectif de la CEDEAO est, au niveau régional, de mettre en place le mécanisme, les acteurs et les capacités nécessaires pour soutenir les gouvernements et les communautés dans leurs efforts d'adaptation au changement climatique. Les objectifs spécifiques sont les suivants: (1) les institutions régionales apportent un appui politique, technique et financier aux États dans leur processus d'adaptation au changement climatique; (2) dans chaque pays, les parties prenantes nationales adoptent des approches harmonisées et coordonnées pour l'adaptation au changement climatique; et (3) le changement climatique est intégré dans les investissements, programmes et projets prioritaires régionaux et internationaux. La couverture de dix secteurs de développement, y compris l'agriculture (cultures, bétail, pêche et agroforesterie) est envisagée, mais la mesure dans laquelle l'adaptation au changement climatique dans le secteur agricole n'est pas précisée et dépendra probablement des priorités de chaque pays.

### **Contribution d'autres organismes régionaux à la politique**

Outre la CEDEAO, d'autres organismes régionaux de taille plus modeste, tels que le Réseau sur les politiques de pêche en Afrique de l'Ouest (REPAO) d'ENDA-TM et la Commission sous-régionale des pêches (CSRP), travaillent sur des questions politiques qui présentent une pertinence par rapport au changement climatique dans la région. La CSRP, dotée d'un mandat d'harmonisation des politiques de la pêche dans la région, travaille avec les directeurs des secteurs nationaux de la pêche du Cap-Vert, de Gambie, de Guinée, de Guinée-Bissau, de

Mauritanie, du Sénégal et de la Sierra Leone. Elle compte un organe consultatif régional dont les membres sont des organisations professionnelles et des ONG impliquées dans le secteur de la pêche en Afrique de l'Ouest (CCAA 2010).

## **5.4 Politiques nationales en matière d'agriculture et de changement climatique**

Les pays en développement à faibles revenus de l'Afrique de l'Ouest ont élaboré leurs PANA selon les orientations de la CCNUCC, tandis que le Nigéria, le Ghana et la Côte d'Ivoire ont rédigé leurs documents nationaux d'adaptation de façon indépendante. L'égalité entre hommes et femmes a été dûment prise en compte lors de l'élaboration de certains PANA, par exemple celui du Burkina Faso, comme le montrent ces dispositions: les opinions des hommes et des femmes sur les mesures précédentes et actuelles ont été recueillies à l'occasion d'ateliers et d'enquêtes; il a été tenu compte de la parité de genre pour composer le groupe d'experts qui a guidé l'élaboration du PANA. Néanmoins, 67% des projets identifiés étaient potentiellement plus bénéfiques pour les hommes et 33% pour les femmes (Gonzales et al. 2011). Les documents de politique du Nigéria, du Ghana et du Sénégal sont étudiés plus en détail dans la présente section. Les éléments et questions clés de cette analyse sont les suivants: liens des politiques nationales avec la politique ECOWAP; les considérations de changement climatique sont-elles prises en compte dans les politiques du secteur agricole, et vice-versa?; grandes lignes des principes directeurs, buts, objectifs et stratégies; l'élaboration et la mise en œuvre de la politique sont-elles participatives?; la politique repose-t-elle sur les conclusions de la recherche?; le suivi et l'évaluation ont-ils été dûment pris en considération?

### *5.4.1 Considérations liées au changement climatique dans les politiques agricoles du Nigéria*

Au Nigéria, la Vision 20: 2020, l'actuel plan de croissance économique du gouvernement fédéral, considère le changement climatique comme une menace pour la croissance durable au cours de la prochaine décennie. Ce statut constitue un pas important vers une stratégie et un plan d'action en matière d'adaptation au changement climatique. Le programme de gestion des ressources hydriques, aquacoles et environnementales, l'un des cinq grands programmes agricoles établis par le gouvernement nigérian à l'horizon 2020, est conforme aux thèmes de l'ECOWAP relatifs à l'amélioration de la gestion de l'eau et à l'amélioration de la gestion des ressources naturelles communes (gouvernement du Nigéria 2009). Les autres documents politiques majeurs, sans mentionner spécifiquement le changement climatique, impliquent une réponse à ce phénomène: ainsi, la politique nationale en matière d'environnement soutient la prévention et la gestion des catastrophes naturelles telles que les inondations, les sécheresses et la désertification; en outre, l'un des objectifs de la

politique agricole nationale est de protéger les ressources en terres agricoles contre la sécheresse, la progression du désert, l'érosion des sols et les inondations. Le Nigéria a encore adopté d'autres documents politiques importants ayant un rapport avec le changement climatique, notamment le plan de préparation à la sécheresse, la politique nationale sur le contrôle de l'érosion et des inondations et la politique nationale en matière d'eau, mais ces politiques, stratégies et plans ne sont pas utilisés pour faciliter l'adaptation au changement climatique au Nigéria (gouvernement du Nigéria 2011).

Le gouvernement du Nigéria et les organisations de la société civile ont élaboré une stratégie et un plan d'action nationaux d'adaptation au changement climatique pour le Nigéria (NASPA-CCN). Ce document est le fruit de consultations de nombreuses parties prenantes conduites par quatre partenaires: le département Changement climatique du ministère fédéral de l'environnement; la *Nigerian Environmental Study/Action Team* (NEST), par le biais de son projet *Building Nigeria's Response To Climate Change* (BNRCC); NigeriaCAN; et la Fondation Heinrich Böll. D'autres personnes ont participé à l'élaboration de ce document, notamment des membres de communautés locales, des spécialistes du secteur et des chercheurs. Un grand nombre d'études et de rapports ont été consultés et de nouveaux travaux de recherche commandés lorsque cela a été jugé nécessaire. Dans sa bibliographie, ce document ne mentionne toutefois que quelques documents et rapports de recherche. Sa stratégie d'adaptation se caractérise par certains impératifs, par exemple le fait de reposer sur des connaissances et des travaux de recherche, l'incorporation de savoirs locaux, la prise en compte de la dimension de genre et l'intégration dans l'agenda national de manière à favoriser une large acceptation dans la société et à assurer l'atteinte des résultats souhaités.

Le secteur agricole (cultures et élevage) est l'un des treize secteurs pour lesquels des politiques, des programmes et des mesures d'adaptation sont décrits. Les secteurs liés à l'agriculture qui font l'objet d'une politique d'adaptation sont les ressources en eau douce, les ressources en eaux côtières et la pêche. L'objectif des mesures d'adaptation dans le secteur agricole est de veiller à ce que les communautés et groupes vulnérables modifient leurs pratiques agricoles pour s'adapter au changement climatique, notamment aux changements prévus des températures et des précipitations et aux événements climatiques extrêmes. Les stratégies consistent en ceci: (1) adopter des systèmes agricoles améliorés pour les cultures et le bétail; (2) mettre en œuvre des stratégies pour une meilleure gestion des ressources; (3) se concentrer sur les impacts agricoles dans les zones plus sèches susceptibles de subir les pires impacts du changement climatique.

Le document prend en considération toute la diversité des options technologiques pour l'adaptation, dont la mise en œuvre participative est prévue à l'aide d'une série d'acteurs: gouvernement fédéral, gouvernements des États, gouvernements locaux, société civile et secteur

privé organisé. Le gouvernement fédéral détient la responsabilité générale de l'évaluation et des rapports à soumettre au président et à la population du Nigéria concernant les progrès atteints, dont témoignent les indicateurs d'adaptation énoncés dans le document.

#### 5.4.2 *Considérations liées au changement climatique dans les politiques agricoles du Ghana*

Au Ghana, les objectifs de la *Food and Agricultural Development Policy* (FASDEC II 2007-2012) sont alignés sur les thèmes de la politique ECOWAP et des piliers du programme PDDAA (Kolavali et al. 2010). Ces objectifs sont: sécurité alimentaire et préparation aux urgences; croissance plus forte des revenus; compétitivité et intégration accrues dans les marchés intérieurs et internationaux; gestion durable des terres et de l'environnement; présence des sciences et technologies appliquées dans le développement alimentaire et agricole; meilleure coordination institutionnelle. Bien que la FASDEC envisage les domaines qui seront concernés par les impacts du changement climatique, comme la sécurité alimentaire, la préparation aux urgences et la gestion durable des terres et de l'environnement, elle ne met pas en évidence le changement climatique lui-même ni ses conséquences. De même, la partie consacrée à la gestion durable des terres et de l'environnement ne traite pas spécifiquement du changement climatique, alors qu'elle aborde les problèmes environnementaux dans les secteurs alimentaire et agricole.

La stratégie nationale d'adaptation au changement climatique (NCCAS, *National Climate Change Adaptation Strategy*) du Ghana a été élaborée sur un mode participatif, l'organisme chef de file étant le ministère de l'environnement, de la science et de la technologie (CCDARE 2008). Elle a été basée sur les résultats d'évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation dans divers secteurs réalisées par des experts nationaux et un réseau de parties prenantes aux niveaux national, sectoriel et des districts. En d'autres termes, la recherche a éclairé l'élaboration de cette stratégie, bien que l'on ignore dans quelle mesure, puisque seules quelques publications de recherche sont citées dans les références du document. Les principes directeurs de cette stratégie sont: les politiques d'adaptation doivent être gérées dans le contexte plus vaste d'un cadre national de politique de développement; l'élément central de la formulation et de la mise en œuvre des mesures est la participation des petits exploitants, qui peuvent ainsi se les approprier; le développement durable et la réduction de la pauvreté doivent faire l'objet d'une grande attention; l'adaptation devrait être centrée sur les impacts à long terme du changement climatique et sur la prise en compte de l'égalité entre hommes et femmes. La nécessité pour la politique de maintenir sa capacité à apporter des ajustements en permanence se retrouve, d'une certaine façon, dans les principes directeurs, puisqu'il y est question de flexibilité et d'itération. La stratégie a pour objectif d'accroître le développement actuel et futur du Ghana face aux impacts du changement climatique. L'approche suivie consistera à renforcer la capacité

d'adaptation du pays et à augmenter la résilience de la société et des écosystèmes.

L'agriculture et la pêche sont deux des huit domaines pour lesquels des stratégies ont été élaborées. Ces stratégies consistent à: (1) construire et renforcer les capacités des agriculteurs locaux à augmenter leur productivité agricole et à mieux prendre conscience des problèmes de nature climatique; (2) construire et renforcer les compétences des agents de vulgarisation concernant les nouvelles technologies agricoles, cela afin qu'ils puissent mieux aider les agriculteurs; (3) améliorer le niveau de vie des groupes vulnérables par l'acquisition de compétences alternatives offrant des moyens de subsistance; (4) préserver l'environnement par la promotion de la biodiversité agricole; (5) promouvoir les cultures et l'élevage d'animaux adaptés à des conditions climatiques rudes; (6) documenter les savoirs et meilleurs pratiques autochtones; et (7) former des formateurs à la promotion des technologies après récolte dans le but de minimiser les pertes de produits agricoles. L'agenda de croissance et de développement partagés du Ghana, comme l'annonce le programme « Ghana Goes for Green Growth » (gouvernement du Ghana 2010), considère aussi l'agriculture et la sécurité alimentaire comme des thèmes d'adaptation essentiels.

La mise en œuvre des dix options prioritaires contenues dans la NACCS s'effectue dans le cadre du système de planification et de mise en œuvre décentralisées déjà en place. Les ministères, départements et agences à l'échelle nationale sont responsables de la politique, de la planification, du suivi et de l'évaluation, tandis que l'exécution des programmes et projets est assurée au niveau des districts, en collaboration entre les ONG, les organisations communautaires (OC), les autorités traditionnelles et le secteur privé. Le suivi et l'évaluation font partie du système régional établi pour développer des programmes et projets dans les districts et communautés auxquels les ONG, les OC et le secteur privé participeront.

#### 5.4.3 *Considérations liées au changement climatique dans les politiques agricoles du Sénégal*

Plusieurs documents de politique s'appliquent au secteur agricole, dont les plus pertinents sont la Nouvelle orientation de la politique agricole: retour vers l'agriculture (gouvernement du Sénégal 2006a), la Nouvelle initiative sectorielle pour le développement de l'élevage (gouvernement du Sénégal 2004a) et la loi d'orientation agro-sylvo-pastorale (gouvernement du Sénégal 2004b). Les objectifs de plusieurs de ces politiques et réglementations sont notamment l'amélioration de la sécurité alimentaire, la réduction de la malnutrition et de la pauvreté, la gestion rationnelle et durable de l'eau, la protection des terres agricoles et de l'environnement, et les mesures encourageant les femmes et les jeunes à gérer des moyens de subsistance productifs dans leurs fermes. L'un des articles de la loi d'orientation agro-sylvo-pastorale, lié aux protocoles de la CEDEAO et du PDDAA, évoque la nécessité de réduire les impacts du changement climatique ainsi

que les risques économiques et environnementaux par la gestion adéquate de l'eau et la diversification de la production.

Le PANA (gouvernement du Sénégal 2006b) a été élaboré dans le contexte du PDDAA et des objectifs du Millénaire pour le développement. Pour ce faire, des publications de recherche des types suivants ont été consultées: des études sectorielles sur les impacts et sur les stratégies d'adaptation prenant en compte l'expérience régionale et internationale; des consultations publiques visant à identifier les activités potentielles; une évaluation participative de la vulnérabilité réelle et potentielle; la priorisation des réponses au changement climatique. Toutefois, seules quelques publications de recherche sont citées dans les références du document, démontrant que la politique a été définie sur la base de travaux de recherche.

L'agriculture (cultures et élevage) était l'un des cinq secteurs vulnérables pris en considération, les autres étant les zones côtières, les ressources en eau, le tourisme et la pêche. Pour le court terme, les options identifiées sont les suivantes: agroforesterie; diversification des cultures; utilisation de variétés végétales à cycle court; utilisation de variétés résistantes à la salinité; collecte de l'eau de pluie; utilisation rationnelle de l'eau et contrôle de l'érosion hydrique; systèmes d'alerte précoce dans les zones rurales; utilisation rationnelle des engrais; appui institutionnel et formation des décideurs politiques concernant les défis du changement climatique, et renforcement de leur capacité à analyser les conséquences de leurs actions. Même si certaines de ces mesures ne visent que des réponses à court terme, elles ont du mérite. Selon Hansen et al. (2007), les possibilités les plus prometteuses de s'adapter au changement climatique impliquent des actions à relativement court terme qui contribuent aussi à relever des défis de développement immédiats. La réhabilitation des terres dégradées impliquant le piégeage de carbone est considérée comme une option à long terme du PANA. Pour tous les secteurs, des priorités ont été établies et des programmes élaborés.

La stratégie d'intervention globale est participative et permet aux acteurs de tous les niveaux d'avoir une perception commune des problèmes et de s'accommoder des interventions proposées. Dans tous les cas, elle répond à la demande spécifique des bénéficiaires. Sa supervision est assurée par un comité national d'évaluation qui dépend du ministère de l'environnement et compte parmi ses membres des ministres d'autres ministères concernés, des coopératives et des ONG. Aux niveaux régional et communautaire, au sein de la structure décentralisée, des ONG, des OC et diverses organisations d'agriculteurs participent à la mise en œuvre de la stratégie.

## **5.5 Concessions et barrières pour l'intégration de l'adaptation au changement climatique dans la politique agricole**

Les lignes directrices de politique régionale de la CEDEAO, les PANA (inspirés de la CCNUCC) et les documents politiques élaborés par le Nigéria et le Ghana indiquent tous que les documents de politique sur le changement climatique sont distincts des politiques de développement agricole et des autres plans ou stratégies. Toutefois, en général, les politiques ou plans de développement de l'agriculture reconnaissent directement ou indirectement la nécessité de réagir au changement climatique sans lier les objectifs de productivité aux projections des impacts que le changement climatique pourrait faire subir à l'agriculture.

Il y a des avantages et des inconvénients à intégrer l'adaptation au changement climatique dans les politiques agricoles (Bockel et Smit 2009). Les avantages sont: il n'est pas nécessaire d'imposer des politiques supplémentaires et l'administration qui les accompagne à des institutions gouvernementales déjà surchargées; cette intégration n'accroît pas les chevauchements, les incompatibilités ou conflits potentiels entre politiques et agences; les initiatives d'adaptation relèvent de politiques qui sont déjà mises en place dans des agences ayant du savoir-faire, de l'expérience et des liens avec les parties prenantes dans le cadre de l'élaboration de politiques; l'intégration est centrée plus directement sur des initiatives pratiques d'adaptation et d'atténuation que sur le suivi, les modèles et les prévisions climatiques. L'intégration présente des inconvénients: la nécessité d'impliquer de nombreux programmes et agences et la difficulté qu'il y a à distinguer les résultats de l'adaptation au changement climatique de ceux d'autres activités de développement répondant à des stress divers.

Le projet « Climate Change and Development – Adapting by Reducing Vulnerability » (CC DARE) mis en œuvre conjointement par les Programmes des Nations unies pour l'environnement et le développement (PNUE et PNUD) au Sénégal, au Togo, au Bénin et au Ghana a fait état de connaissances insuffisantes sur les risques du changement climatique, le degré de vulnérabilité et les options d'adaptation au niveau local; de capacités institutionnelles inadéquates pour relever les défis posés par le changement climatique à l'échelle locale; de la faiblesse des partenariats entre les gouvernements central et local; et d'un manque de stratégie proactive, ciblée et économique susceptible d'accroître la résilience à long terme de la population. Tous ces éléments sont considérés comme des barrières à l'intégration de l'adaptation dans les cadres nationaux de développement (Nkem et al. 2011).

## **5.6 Principaux arguments en faveur d'une politique d'adaptation au changement climatique**

Après avoir expliqué l'argumentation générale en faveur d'une telle politique, nous examinerons des exemples de cas où, en Afrique de l'Ouest, la politique a influencé l'adoption d'options d'adaptation au changement climatique. Les interventions techniques ne peuvent être efficaces ni durables sans l'appui de mesures de gouvernance concernant les questions politiques et juridiques (Ngigi 2009). Les incitations et la flexibilité sont améliorées par une gouvernance, une politique et des réponses institutionnelles de bonne qualité. Les avantages de l'adaptation au changement climatique se remarquent davantage au niveau local que ceux de l'atténuation, plutôt ressentis à l'échelle mondiale. Il est donc impératif de mettre en place des politiques nationales et locales visant l'adaptation.

Au Mali, une réforme complète des institutions et de la politique macroéconomique – prévoyant notamment la fourniture de crédits à court ou moyen terme aux agriculteurs et l'accès aux terres – a fait de l'agriculture irriguée un secteur rentable qui assure les moyens de subsistance des agriculteurs et renforce l'économie nationale (Aw et Diemer 2005, cité dans Ngigi 2009). De plus, selon les conclusions d'une étude de cas menée dans la zone semi-aride du Nigéria et du Niger, le soutien apporté depuis plusieurs années par le gouvernement nigérian au développement de l'irrigation et, plus récemment, à l'irrigation à petite échelle a permis d'accroître la production agricole et de réduire les risques de production dans les États du nord, plus secs (Nkonya et al. 2011). Bien que ces programmes d'irrigation n'aient pas été mis en œuvre dans le cadre d'un programme d'adaptation au changement climatique, ils ont aidé les agriculteurs à s'adapter au changement climatique. En outre, les agriculteurs ont fait une utilisation relativement élevée d'engrais grâce au fait que le gouvernement subventionne généreusement et promeut ces produits depuis longtemps. Au Niger, par le biais du code rural, l'octroi aux agriculteurs du droit de posséder les arbres se trouvant sur leur exploitation et d'en tirer parti a contribué au verdissement du Sahel.

## **5.7 Mécanismes de financement des projets d'adaptation**

Selon les estimations de la Banque mondiale, le coût total de l'adaptation de l'Afrique au changement climatique s'élèvera à 18 milliards de dollars par an d'ici à 2050, un besoin de financement qui ne sera pas couvert si l'on n'augmente pas le niveau actuel des décaissements. Dix-neuf fonds sont consacrés à l'atténuation du changement climatique et/ou à l'adaptation à ce phénomène en AS, notamment le Fonds d'adaptation multilatéral, le Fonds pour l'environnement

mondial (FEM), l'Alliance mondiale contre le changement climatique, le Fonds vert pour le climat et le Fonds pour les pays les moins avancés. Tous ces fonds financent des projets d'adaptation ([www.climatefundsupdate.org](http://www.climatefundsupdate.org) 2012). Le total des montants approuvés pour des projets d'adaptation en AS a atteint 958 millions de dollars, dont 137 millions de dollars ont été décaissés. Les projets d'adaptation ont bénéficié de 28% des financements climatiques approuvés depuis 2003, mais reçu 40% des fonds décaissés. Les dix plus grands bénéficiaires en termes de nombre de projets approuvés comprenaient le Niger, le Nigéria et le Ghana et, sur la base des montants décaissés, il s'agissait du Ghana, du Sénégal et du Nigéria.

Cinquante-six pour cent des financements climatiques en AS sont destinés à l'atténuation, alors que cette région ne représente que 4% des émissions de gaz à effet de serre. Cette disproportion s'explique par le fait que l'AS est la région la plus vulnérable aux effets du changement climatique (Schalatek et al. 2012). Il existe très peu d'informations sur les mécanismes de financement spécifiquement destinés à l'adaptation de l'agriculture en Afrique de l'Ouest. Selon les estimations de la CCNUCC (2007), pour 2030, les financements requis pour l'agriculture, la foresterie et la pêche dans les pays en développement représenteraient moins de 1% du total des financements pour tous les secteurs. Le budget alloué au programme d'action de réduction de la vulnérabilité aux changements climatiques (CEDEAO) s'élève à 150 millions de dollars, soit plus que le total des fonds décaissés pour l'adaptation en AS. Selon l'analyse de Schalatek et al. (2012), les coûts de transaction des petits projets, qui sont élevés pour les pays les plus pauvres, et la difficulté qu'il y a à mettre en œuvre de tels projets en leur assurant une viabilité financière sont les deux facteurs qui expliquent la faiblesse des montants de financement climatique reçus par l'AS. Cette situation renforce encore l'argumentation en faveur de l'élaboration de projets régionaux.

### **5.8 Principales barrières à l'adoption de la recherche et d'une mise en œuvre efficace des politiques**

Le lien entre la recherche et la politique est ténu. De ce fait, la première n'informe pas suffisamment la seconde. Les raisons de cette situation sont multiples: tenant beaucoup au maintien de leur objectivité, les chercheurs sont généralement mal à l'aise s'il est question de contacts étroits avec des décideurs politiques. De leur côté, ces derniers ont parfois l'impression que les chercheurs sont trop académiques et peu pratiques, ou que leurs conclusions ne peuvent servir à prendre des décisions. Les autres obstacles sont les incertitudes entourant le changement climatique et la modélisation de ce phénomène (par exemple, les MCG ne donnent pas nécessairement les mêmes projections) ainsi que les perspectives à court terme des politiciens influencées par la durée de leur mandat. Le délai entre la réalisation des recherches et la publication de leurs conclusions

est très long, et la présentation de celles-ci souvent trop technique. Parfois, les résultats de la recherche n'arrivent même pas dans les mains des décideurs nationaux, des gestionnaires de ressources naturelles ou des agriculteurs (Huq et Reid 2005). On ignore quelle approche du dialogue recherche-politique est la plus efficace et dans quelles conditions une telle approche fonctionne.

Les barrières structurelles s'opposant à la mise en œuvre sont notamment la faiblesse des services publics, celle des institutions, une décentralisation inadéquate de la gouvernance et le manque de volonté politique. Dans le secteur de l'élevage, par exemple, alors que des conventions régionales autorisent la libre circulation des personnes, les pasteurs rencontrent parfois des difficultés pour faire passer les frontières à leurs animaux à cause des craintes d'infiltration de terroristes parmi ces pasteurs. Certains États du Nigéria où les *fadamas* (basses terres) sont un système agroécologique dominant n'ont pas respecté la recommandation de la Banque mondiale de réserver 20% des *fadamas* à l'usage pastoral (Bare 2011). Dans le sous-secteur de la pêche maritime, les capacités techniques de surveillance, de contrôle et de suivi des ressources de pêche limitent sa gouvernance. Dans tous les secteurs, la législation est insuffisante pour soutenir la politique, et les lois sont mal appliquées.

En Afrique de l'Ouest, l'élaboration des politiques, même quand elle repose sur des données probantes, est généralement linéaire. IDS (2011) ainsi que Venot et Dare (2011) estiment quant à eux que le processus d'élaboration des politiques n'est pas linéaire lorsque le rôle des chercheurs se limite à fournir des preuves scientifiques à la fin du processus de recherche. Le processus politique est un espace disputé, une maille complexe tissée d'intérêts concurrents et de négociations dans laquelle le pouvoir et la politique occupent une place centrale.

## **6 Lacunes de la recherche et de la politique en matière d'adaptation au changement climatique dans le secteur agricole**

Plusieurs études réalisées en Afrique de l'Ouest au sujet de la recherche et de la politique en matière d'adaptation révèlent des connaissances techniques incomplètes sur les modalités à appliquer pour une adaptation durable de l'agriculture au changement climatique, d'une part, et des faiblesses au niveau de la formulation et de la mise en œuvre des politiques, d'autre part (CGIAR 2011; Sultan et al. 2010; FAO 2010; 2008; Ngigi 2009; Thornton et al. 2007; Huq et Reid 2005). Le présent chapitre analyse ces lacunes de connaissances et les dysfonctionnements de la recherche et de la politique selon une perspective régionale.

## **6.1 Principaux défis et lacunes de la recherche**

### **Cultures**

Aux quatre coins de la région, les connaissances de la population sont limitées ou inappropriées concernant plusieurs domaines thématiques, par exemple sur la façon dont, en réaction au changement climatique, les agriculteurs peuvent passer à d'autres cultures, avec des répercussions sur les habitudes alimentaires du bétail, sur les normes nutritionnelles et culturelles; sur l'agriculture de conservation; l'adaptation au niveau des bassins versants; la productivité des cultures de biocarburant en condition de stress hydrique. Au Mali et au Ghana, l'on ne promeut pas la culture de variétés améliorées de jatropha pour produire du biocarburant. Peu de travaux de recherche visent le changement climatique et les cultures de vergers/l'agroforesterie.

### **Systèmes d'élevage/pastoraux**

Les travaux de Thornton et associés à l'ILRI apportent des éclairages très utiles concernant les lacunes des recherches techniques sur l'adaptation dans les secteurs de l'élevage/du pastoralisme à l'échelle régionale. Ces lacunes prennent la forme de limitations des connaissances dans les domaines suivants: composition végétale et biodiversité de l'écosystème des parcours subissant des changements dus à la pression du pâturage; techniques de restauration, d'ensemencement et de rétention de l'eau pour les terres de parcours; mélange adéquat d'espèces de bétail dans le contexte du changement climatique et sur la base des différentes caractéristiques physiologiques et nutritionnelles; changement de la variation phénotypique des troupeaux et résilience de ceux-ci au changement climatique; caractérisation génétique des animaux autochtones; systèmes d'élevage d'animaux permettant de relever les défis de l'amélioration des caractéristiques productives tout en maintenant les caractéristiques adaptatives; préservation de la diversité génétique des animaux comme assurance mondiale contre les changements imprévus; limitations des outils (modèles) et méthodes pour déterminer les options d'adaptation les plus appropriées à diverses situations.

### **Pêche**

Les principales lacunes identifiées dans le secteur de la pêche maritime concernent la limitation des connaissances relatives aux stocks halieutiques dans les ZEE, la valeur de ces stocks ainsi que le recul et le changement des habitats. L'on observe aussi une quantification inadéquate des scénarios et de leur combinaison avec des modèles climatiques pour la pêche, ainsi qu'un manque de connaissances sur les espèces susceptibles de s'adapter à de nouveaux milieux (Badjeck et Diop 2010). Pour l'aquaculture, l'on manque de connaissances sur les nouvelles souches d'espèces résistantes à une eau de moindre qualité et plus salée

en raison du changement climatique, ainsi que sur la gestion visant une hausse de la productivité.

### **Lacunes transversales**

La compréhension incomplète des processus de grande envergure sous-tendant la performance des marchés, des écosystèmes et du comportement humain contribue aux incertitudes associées à la modélisation des impacts du changement climatique sur le secteur agricole (Nelson et al. 2013). Il n'y a que peu ou pas de méthodes fiables pour prédire le début de la saison des pluies et la variabilité intrasaisonnière, et pas davantage de méthode pour conférer une utilité maximale aux prévisions météorologiques pour les petits exploitants. Les connaissances sont également limitées concernant l'applicabilité d'assurances basées sur des indices aux situations des petits exploitants. Les autres domaines de connaissances limitées ou inadéquates sont: l'adaptation par le contrôle des maladies des plantes et du bétail; les seuils des systèmes naturels au-delà desquels l'adaptation peut s'avérer très difficile, voire impossible; l'évaluation de l'efficacité des options d'adaptation et la compréhension des taux d'adoption probable, des concessions, des coûts et rendements des stratégies d'adaptation; des moyens efficaces de communiquer les informations sur le changement climatique et ses conséquences sur les moyens de subsistance et l'environnement; les intérêts stratégiques (accès aux terres et au crédit, pouvoir de prise de décision, etc.) que représente pour les femmes la réponse au changement et à la variabilité climatiques; et les avantages relatifs de la promotion du commerce régional, par rapport au commerce mondial, des cultures, du bétail et des produits de la pêche.

De plus, une grande partie des stratégies et options d'adaptation mentionnées dans le présent rapport sont plutôt de nature à court ou à moyen terme. Or, l'on ne dispose que de peu de connaissances sur la façon dont les tactiques ou stratégies de réponse à court terme font le lien avec les options à long terme pour faire en sorte que la gestion et la politique mises en œuvre dans les 10 à 30 prochaines années ne compromettent pas la capacité d'adaptation à des impacts potentiellement plus lourds dans un avenir plus lointain. Dans ce contexte, le CGIAR (2011) et Thornton et Cramer (2012) ont décelé des lacunes dans les connaissances applicables aux pays africains en développement concernant les secteurs des cultures, du bétail et de la pêche. Ces lacunes doivent être comblées ou réduites pour permettre d'opposer des réponses technologiques et politiques adéquates aux scénarios climatiques, en mettant l'accent sur le moyen à long terme. Il s'agit notamment de lacunes au niveau des outils d'aide à la décision, plus précisément des incertitudes entourant les techniques à utiliser pour modéliser les impacts qui frapperont le secteur agricole.

## **6.2 Principaux défis et lacunes en matière de politique**

Les politiques nationales en place en Afrique de l'Ouest, spécifiquement au Nigéria, au Ghana et au

Sénégal, sont en général plus solides concernant les pratiques technologiques que pour la gestion des risques non techniques, par exemple en matière de commerce. Le commerce international jouera probablement un rôle crucial dans l'adaptation et sera lui-même affecté par le changement climatique, mais personne ne sait au juste comment tout cela se déroulera et à quoi devraient ressembler les politiques adéquates.

Le fait que le changement climatique et l'adaptation ne soient pas toujours mentionnés dans les politiques et stratégies de développement agricole constitue une faiblesse importante. De plus, certaines politiques appliquées au profit d'un secteur le sont au détriment d'un autre. Par exemple, les politiques retenues pour adapter l'économie au changement climatique par la construction de barrages dans des bassins hydrographiques s'étendant sur plusieurs pays ont provoqué une diminution d'amplitude des inondations et donc des ressources halieutiques dans les plaines inondables (Morand et al. 2012), et contribuent à l'assèchement du Lac Tchad et à l'appauvrissement de ses ressources de pêche.

Les politiques sont inadéquates, voire inexistantes, dans une série de domaines, par exemple: la protection des ressources pastorales essentielles comme les zones humides, les réserves pour la saison sèche et les couloirs du bétail à protéger contre l'empiètement par les cultivateurs, les investisseurs et les parcs nationaux; l'intégration des marchés du bétail sahéliens et de la zone côtière; le contrôle transfrontalier des ressources en eau; la gestion des ressources de pêche maritime dans les zones communes de l'océan Atlantique; le renforcement des réseaux de communication et d'information climatiques en vue de fournir des informations météorologiques en temps plus utile; une capacité intégrée à gérer des politiques flexibles, capables de réagir en permanence aux changements; des processus d'apprentissage collaboratifs et une compréhension du contexte dans lequel les décisions sont prises et de la capacité des décideurs politiques à introduire des changements; l'inégalité des sexes dans l'accès aux facteurs de production; l'intégration de l'égalité entre hommes et femmes dans toutes les politiques et stratégies d'adaptation au changement climatique; et la faible capacité institutionnelle à générer et utiliser des technologies d'adaptation.

### **6.3 Options, espaces et possibilités pour une meilleure prise en compte de la recherche**

Les espaces politiques sont des lieux, des domaines, des endroits et des interstices où il est possible d'influencer la politique. Ces espaces et moyens relatifs à l'engagement politique sont, par exemple, les consultations informelles d'experts qui s'effectuent par le biais de groupes consultatifs nationaux. Ceux-ci s'avèrent efficaces pour élargir le débat et les conceptions communes concernant des thèmes tels que l'insécurité financière, le changement

climatique et l'agriculture intelligente face au climat. Ils permettent aussi de créer des espaces informels dans le cadre de processus qui autrement resteraient formels (IDS 2011). Un bon exemple d'exploitation d'espaces et de construction conjointe de scénarios est la participation des décideurs politiques à des ateliers tels que *Envisioning 2050: Aquaculture and Fisheries in West Africa* (Badjeck et al. 2011). Grâce à son interaction avec le Secrétariat permanent du plan d'action pour la gestion intégrée des ressources en eau (SP/PAGIRE) au Burkina Faso et avec la Commission de la recherche sur l'eau (WRC) au Ghana, le *Challenge Program on Water and Food* (CPWF) du CGIAR promeut une « équipe visionnaire » (médiateurs) chargée de guider les activités des projets et d'assurer l'acceptation du programme (Aduna 2011). Le fait que des chercheurs formés aux méthodes traditionnelles de recherche et d'élaboration de rapports commencent à s'habituer à la recherche-action participative, et que les donateurs soient désireux de financer la RAP constituent autant de possibilités de combler les lacunes dans ce domaine.

## **7. Analyse des parties prenantes et des possibilités de collaboration**

La réussite du renforcement de la capacité d'adaptation des petits agriculteurs dépend de l'efficacité avec laquelle les différentes parties prenantes jouent leurs rôles respectifs. La région compte en effet une grande diversité d'organisations de parties prenantes, des institutions politiques et économiques aux associations d'agriculteurs en passant par les organisations scientifiques, techniques et de développement. Nous verrons dans cette section leurs rôles et les interactions qu'elles mènent au niveau des aspects qui concernent le changement climatique.

### **7.1 Organisations politiques et économiques**

La CEDEAO est le principal organisme politique chargé de l'intégration régionale concernant le développement agricole. Ses politiques sont alignées sur celles du NEPAD et PDDAA, qui dépendent de l'Union africaine. Son processus de prise de décision comporte un parlement de 115 membres – avec des représentants du parlement de chaque État membre –, un conseil des ministres et des chefs d'État. Le CILSS, une organisation intergouvernementale comptant 13 États membres d'Afrique de l'Ouest, est mandaté pour promouvoir la recherche sur la sécurité alimentaire et la désertification. Le CILSS gère un programme régional de gestion durable des terres et d'adaptation au changement climatique, qui espère atteindre les résultats suivants: (1) exploitation et diffusion, en vue d'une application à plus grande échelle, des connaissances sur les impacts du changement, ainsi que des meilleures expériences en matière de gestion durable des terres et d'adaptation au changement climatique; (2) amélioration des capacités des pays de

l'espace CILSS/CEDEAO à intégrer la gestion durable des terres et l'adaptation au changement climatique dans leurs stratégies, politiques et cadres réglementaires. Son site internet présente les technologies à appliquer pour assurer la sécurité alimentaire et l'adaptation climatique, et offre un portail consacré au changement climatique. À l'échelle des pays, l'élaboration des politiques est largement aux mains des ministères, qui en font rapport aux cabinets dirigés par les chefs d'État.

## **7.2 Autorités des bassins fluviaux**

Il s'agit de l'Autorité du bassin du Niger, de l'Autorité du bassin du Lac Tchad, de l'Autorité du bassin du fleuve Gambie, de l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal et de l'Union du fleuve Mano. Leur rôle consiste à promouvoir la coopération inter-États pour le développement des ressources nationales des bassins fluviaux, à harmoniser les politiques nationales de développement relatives à ces ressources, à élaborer des projets et programmes, à réduire la variabilité des États membres au risques climatiques et à promouvoir la sécurité sous-régionale.

## **7.3 Organisations scientifiques, techniques et de développement, organisations de la société civile et associations d'agriculteurs**

Dans le groupe scientifique, technique et de développement, les SNRVA de la totalité des 15 États membres de la CEDEAO jouent un rôle majeur dans l'élaboration d'options de réponse au changement climatique et aux stress d'autres natures. Ils travaillent en partenariat avec les centres du CGIAR, tels qu'AfricaRice et l'IITA, qui ont leur siège au Bénin et au Nigéria respectivement, et avec l'ICRISAT, qui est doté d'un vaste centre sahélien au Niger. L'ILRI, le Centre mondial d'agroforesterie, l'IWMI et l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI), sans avoir leur siège en Afrique de l'Ouest, y sont très présents au-travers de leurs projets. Jusqu'à assez récemment, les interventions menées par le biais des SNRVA et des centres du CGIAR étaient conçues pour répondre aux stress autres que le changement climatique en soi. Les efforts majeurs portaient sur le développement de matériel végétal ou de bétail amélioré ainsi que sur les pratiques de gestion des cultures/du bétail et des sols qui y étaient associées, cela dans le but d'accroître la productivité agricole et de protéger les ressources naturelles. Ces technologies se sont avérées les plus adéquates pour l'adaptation au changement climatique (première ligne de défense). Les centres du CGIAR sont mieux dotés en personnel, mieux équipés et financés que les SNRVA. Ils sont également mieux placés pour conduire des recherches stratégiques sur le changement climatique. L'avantage comparatif des SNRVA réside dans leur connaissance et expérience des conditions biophysiques et socioéconomiques que connaissent les petits exploitants à l'échelle locale.

Au niveau régional, il existe un certain nombre d'initiatives de suivi climatique et d'alerte précoce, notamment celles de l'ACMAD et du centre régional AGRHYMET. Selon une enquête réalisée par Niang (2007), ces deux entités sont perçues par les répondants comme des centres d'excellence pour la recherche sur le changement climatique dans la région ouest-africaine. Les principaux domaines dans lesquels elles sont censées apporter une contribution aux travaux sur le changement climatique sont: (1) collecte et fourniture de données utiles en matière climatique; (2) conduite de travaux de recherche sur le changement climatique et l'adaptation dans différents secteurs; (3) élaboration de rapports scientifiques sur les thèmes liés au climat; (4) renforcement des capacités par le partage d'expérience, la formation en prévisions et le suivi des ressources naturelles (AGRHYMET 2012; 2004). Leur faiblesse est une insuffisance en ressources humaines et physiques, un aspect qui peut être amélioré par la formation, l'acquisition d'un équipement moderne et la constitution d'un partenariat avec des institutions compétentes situées en dehors de l'Afrique. Le centre régional AGRHYMET est une institution spécialisée du CILSS.

Les partenaires du développement sont notamment la FAO, le PNUE, le PNUD, USAID, le DFID, le CRDI, le Fonds international de développement agricole (FIDA), l'agence allemande *Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) et les ONG. Certains ont élaboré des guides utiles sur l'intégration de la dimension de genre dans les politiques et instruments afin d'aider les pays en développement à établir des politiques d'adaptation au changement climatique (FAO 2012) et des boîtes à outils d'adaptation (Enda 2013). Le CRDI, en partenariat avec le DFID, a financé un important programme sur l'adaptation aux changements climatiques en Afrique (CCAA). Le FEM apporte des fonds pour l'élaboration des PANA et la mise en œuvre de certains projets d'adaptation. L'agence GIZ est en train de mettre en place un Centre ouest-africain de service scientifique sur le changement climatique et l'utilisation adaptée des terres (WASCAL), dont l'action sera centrée sur la zone de savane guinéenne.

Plusieurs ONG, actives en particulier dans des zones semi-arides et sub-humides, travaillent avec de petits exploitants afin d'améliorer la gestion de l'eau agricole, un thème très pertinent pour l'adaptation au changement climatique. Les ONG internationales sont bien financées, et le fait qu'elles travaillent au niveau local est un grand avantage. Il serait possible d'améliorer la durabilité des technologies recommandées si les activités faisaient l'objet d'une coordination efficace, appuyée par des efforts des gouvernements. Le site SciDev.Net (2013) a révélé que, au Burkina Faso, la société civile a plaidé avec succès en faveur de l'adoption de règles et de réglementations assurant une « innovation sûre » tout en décourageant l'utilisation de coton génétiquement modifié en vue de l'amélioration de la productivité et des revenus des agriculteurs. Le Réseau des organisations paysannes et des producteurs agricoles (ROPPA) de l'Afrique de l'Ouest, qui compte des membres dans

les pays francophones et anglophones, entretient des contacts avec les groupes d'agriculteurs vulnérables et accomplit un travail de plaidoyer pour le bien de ses membres.

#### 7.4 Possibilités

La revue faite par Niang (2007) du cadre institutionnel en rapport avec le changement climatique en Afrique de l'Ouest a montré que les possibilités d'influencer la politique dépendaient du type d'organisation. Ainsi, bien que de nombreuses organisations sous-régionales aient des liens avec des décideurs politiques, la nature de ces liens varie selon qu'elles sont (1) des organisations politiques, comme le CILSS ou l'UEMOA, dont les chefs d'État détiennent le pouvoir de décision ultime; (2) des organisations dotées d'une structure dans laquelle les décideurs politiques sont représentés au plus haut niveau, par exemple les autorités des bassins fluviaux; (3) des organisations soumises à une supervision gouvernementale, comme le centre régional AGRHYMET; ou (4) des organisations indépendantes, comme les ONG.

Dans la région, une série de possibilités de partage des coûts ont été identifiées (Niasse 2007). Les organisations nationales, des bassins fluviaux et régionales peuvent trouver un rôle dans le cadre de ces possibilités, qui sont: (1) collaboration pour la constitution et l'exploitation de bases de connaissances en appui à la prise de décisions; (2) collaboration pour le développement et l'exploitation durable de ressources naturelles et d'écosystèmes transfrontaliers; (3) identification, promotion et diffusion de technologies appropriées d'adaptation au changement climatique; (4) mise en place d'un cadre régional de consultation sur le changement climatique et ses impacts.

Dans le domaine du changement climatique, une absence très remarquable est celle du secteur privé formel (créditeurs, fournisseurs d'intrants, spécialistes du marketing), qui s'explique probablement par la perception des incertitudes et des risques que ces acteurs ont de ce phénomène. Ces voix manquantes méritent d'être consultées. Un autre espace qui semble également peu exploité est celui situé entre les chercheurs et les technocrates (fonctionnaires), qui se rencontrent pourtant lorsqu'ils siègent au conseil d'administration des instituts nationaux de recherche. La politique actuelle du CORAF/WECARD consistant à promouvoir les subventions octroyées par concours – où l'un des critères appliqués est que la proposition doit être conçue conjointement par environ trois pays d'Afrique de l'Ouest, et un autre critère exige des preuves d'un partenariat entre une série de parties prenantes au sein des pays concernés (plates-formes d'innovation) – ouvre des possibilités de collaboration améliorée entre les organisations parties prenantes.

## 8. Conclusions et recommandations

### 8.1 Conclusions

En Afrique de l'Ouest, les petits exploitants sont très vulnérables au changement climatique en raison de l'action conjuguée de plusieurs facteurs sociaux, économiques et environnementaux. Les défis d'adaptation au changement climatique à relever par le secteur agricole sont considérables. En effet, il faut savoir que les petits exploitants travaillent dans des environnements marqués par des stress multiples, où la productivité est déterminée par plusieurs facteurs en interaction. De plus, la capacité des agriculteurs à s'adapter au changement climatique est limitée par un faible accès aux technologies, au crédit, aux marchés, par des facteurs institutionnels peu favorables et des infrastructures insuffisantes. Le changement climatique a également des répercussions sur la croissance de la population, les ressources et la demande en eau, les ressources en terres et les questions d'égalité entre hommes et femmes.

Concernant l'état des connaissances sur le changement climatique et l'adaptation à ce phénomène, il est évident que celui-ci causera une élévation des températures, une évolution porteuse d'effets négatifs pour les sous-secteurs des cultures, de l'élevage, des activités pastorales et de la pêche dans la région. Les projections relatives aux précipitations sont moins certaines mais, quelle que soit l'évolution de cette composante, il faut en attendre des effets néfastes pour l'agriculture, notamment sous la forme d'événements extrêmes. Les options technologiques conçues initialement pour atteindre la sécurité alimentaire et préserver les ressources naturelles servent maintenant de solutions de choix pour l'adaptation. Il existe des preuves documentées de mesures de réaction et d'adaptation au changement climatique par les petits exploitants, mais notre revue, de par sa nature, n'a pas permis d'en déterminer la portée.

Un grand nombre de lacunes et de dysfonctionnement émaillent l'approche de recherche et les connaissances relatives au mode d'adaptation. Jusqu'à présent, l'accent a été placé sur le développement d'options technologiques, par exemple les variétés végétales résistantes à la sécheresse ou la gestion des sols et de l'eau. Des lacunes substantielles ont été constatées au niveau des scénarios de modélisation appliqués au secteur agricole, de la gestion des risques liée aux prévisions météorologiques et à leur communication, des assurances basées sur des indices, de la commercialisation et des échanges. Les stratégies d'adaptation portent essentiellement sur le court à moyen terme, de façon à répondre aux besoins immédiats des agriculteurs pauvres. Le grand défi consiste à mettre au point des technologies qui ne peuvent être entièrement évaluées ou validées parce que la situation pour laquelle elles sont conçues n'existe pas encore. Peu

d'éléments indiquent que l'on ait délibérément tenté d'élaborer des politiques de développement agricole visant à répondre directement aux scénarios prévus de changement climatique. Le lien entre recherche et politique est ténu.

Un certain alignement des politiques continentales, régionales et nationales a cependant été observé entre le Nigéria, le Ghana et le Sénégal. Les initiatives en ce sens ont été utilisées comme études de cas aux fins de la présente revue. Elles vont dans le sens d'une utilisation rationnelle des ressources des donateurs et des gouvernements au bénéfice des agriculteurs. Les informations ne manquent pas concernant les activités des principales parties prenantes. Leur diversité et l'intérêt qu'elles portent à l'adaptation au changement climatique sont des points forts qui pourraient permettre à l'Afrique de l'Ouest de relever le défi de l'adaptation. L'appartenance à des plates-formes d'innovation, la participation à des ateliers de conception de scénarios et à des projets régionaux financés par des donateurs multiples sont des exemples de moyens d'améliorer l'implication des parties prenantes. Nous présentons ci-dessous une série de recommandations concordant avec les questions qui ont guidé notre revue.

## **8.2 Recommandations**

### *8.2.1 Affronter le changement climatique dans le contexte de défis multisectoriels*

Il est recommandé d'adopter une approche globale qui assure la coordination des activités dans les secteurs des cultures, de l'élevage, de la pêche et de la foresterie et tienne compte des problématiques transversales que sont l'eau, l'énergie et l'égalité entre hommes et femmes. Des recherches interdisciplinaires seront donc nécessaires, le cas échéant. Un élément capital de l'adaptation est la bonne gouvernance appliquée à la forme d'État de droit, à la décentralisation et à la participation des citoyens à la prise de décision. Une bonne gouvernance de cette nature instaure en effet un climat favorable à la cohésion sociale, à une croissance rapide dans l'agriculture et à une augmentation du PIB, éléments qui se traduiront par un meilleur développement humain.

### *8.2.2 Améliorer l'adaptation des petits exploitants au changement climatique*

Il est nécessaire d'améliorer l'accès des petits exploitants aux meilleures solutions d'adaptation. Cela pourra se faire en diagnostiquant les problèmes, en réalisant des démonstrations ou essais en ferme, en renforçant les systèmes de diffusion, en améliorant les systèmes de crédit grâce à la consolidation des banques rurales et des régimes de microcrédit et en facilitant l'accès aux marchés grâce à de meilleures infrastructures (stockage, réseaux de routes principales et secondaires). Il faut également dispenser des formations concernant les options d'adaptation au changement climatique – par exemple la réduction des pertes après récolte et la valeur

ajoutée des produits agricoles – et fournir des services de vulgarisation aux agriculteurs. Des évaluations périodiques des stratégies d'adaptation devraient être menées afin de ne pas éterniser l'une ou l'autre forme d'adaptation. Il serait préférable de mettre l'accent sur le renforcement d'une capacité d'adaptation permettant d'évaluer les conditions socioéconomiques et d'ajuster ses actions en conséquence. Pour assurer la durabilité des interventions d'adaptation, les communautés locales devraient pouvoir se les approprier.

### *8.2.3 Comblent les lacunes de la recherche sur l'adaptation au changement climatique*

La recherche scientifique conventionnelle et la recherche-action participative devraient toutes deux être exploitées car elles se complètent mutuellement. La RAP, fortement axée sur la demande, identifie les problèmes tels qu'ils sont perçus par les utilisateurs finaux au niveau communautaire. Néanmoins, certains problèmes peuvent avoir des causes sous-jacentes qui nécessitent des recherches approfondies dépassant les capacités de la RAP. La recherche conventionnelle étant plus proactive, elle peut anticiper les catastrophes. Il convient de conserver un bon équilibre entre les recherches visant à l'élaboration de stratégies à court terme et à long terme. La nouvelle recherche, en particulier de nature stratégique, devrait être réalisée au mieux dans le contexte d'initiatives existant déjà aux niveaux national, régional et international (centres du CGIAR).

La présente revue a été centrée sur l'adaptation au changement climatique dans le secteur de l'agriculture, mais il importe d'effectuer des recherches à divers niveaux concernant les aspects d'atténuation et d'adaptation de l'agriculture intelligente face au climat, leurs interactions et concessions. Pour une prise de connaissance plus approfondie des effets du changement climatique sur le secteur agricole et sur la science de l'adaptation, les thèmes et sujets ci-dessous sont suggérés et recommandés. Pour autant, il ne faut pas écarter les thèmes et sujets visant à répondre aux demandes au niveau communautaire qui pourraient se dégager des consultations de cultivateurs, d'éleveurs, de pasteurs et de pêcheurs menées dans le cadre d'une RAP. Les rôles complémentaires des savoirs autochtones et des connaissances scientifiques devraient être reconnus à tous les niveaux de l'adaptation. Les thèmes et sujets devraient être prioritaires par sous-région (zones sahéniennes et côtières) et par pays.

#### *8.2.3.1 Recherche technique sur les cultures, l'élevage et la pêche*

Les thèmes et sujets de recherche suggérés sont les suivants: amélioration végétale et animale aux fins de rendement et de résistance aux stress biotiques et abiotiques; effets du changement climatique sur la prévalence des ravageurs et maladies s'attaquant aux végétaux et aux animaux; adaptation fine de l'agriculture de conservation aux diverses conditions

biophysiques et socioéconomiques pour encourager les petits exploitants à la pratiquer; conservation de la diversité génétique du bétail grâce aux banques génétiques; amélioration des pâturages par le contrôle du broutage, la mobilité, la variation de la taille des troupeaux et l'élevage de différentes espèces bovines; gestion du fumier; accroissement de la qualité et de la valeur des cultures, du bétail et des produits de la pêche; valeur nutritive des produits transformés; utilisation plus rationnelle de l'eau agricole dans les secteurs des cultures et du bétail; récupération des terres dégradées par l'eau salée; prolongation de la saison de végétation; changement climatique et vergers; sélection des espèces agroforestières et des populations végétales en fonction des zones écologiques et des pratiques agricoles; pratiques agroforestières et utilisation du biocharbon comme technologies permettant l'amélioration des sols et une agriculture intelligente face au climat. Il conviendrait aussi d'encourager le travail sur l'intensification d'une aquaculture durable et résiliente au climat, notamment en identifiant les espèces halieutiques adaptées et en utilisant de façon plus rationnelle les aliments pour animaux.

#### 8.2.3.2 Recherche sur les aspects socioéconomiques et la politique

Il est recommandé de réaliser des recherches sur les sujets suivants: processus politique et facteurs politiques qui influencent les priorités et l'adaptation; modèles d'utilisation des terres et adaptation; réglementations sur l'utilisation des terres et mobilité des pasteurs; coûts et rendements des options d'adaptation, quantité et valeur des stocks halieutiques; évaluation ex ante des options d'adaptation, de leur efficacité, taux d'adoption de ces options et déterminants de l'adoption; analyse des structures de commercialisation existantes pour améliorer leur efficacité et déterminer quelle sera l'importance de l'intégration régionale des marchés et de l'accès aux marchés mondiaux pour répondre au changement climatique; considérations d'égalité des sexes dans l'adaptation au changement et à la variabilité climatiques; effet de la connaissance du changement et de la variabilité climatiques sur l'atteinte des objectifs nationaux de développement, notamment la réduction de la pauvreté et la sécurité alimentaire aux niveaux national et régional. Le renforcement des capacités de modélisation faciliterait la recherche technique et socioéconomique.

#### 8.2.3.3 Gestion des risques en matière de stocks, de prévisions météorologiques et d'assurance

La gestion des risques devrait comporter une étude de faisabilité sur les stocks tampons (réserves de céréales); l'amélioration de la qualité des outils et techniques de collecte de données météorologiques et de prévisions météorologiques et, partant, des systèmes d'alerte précoce, afin de répondre aux besoins des agriculteurs; des régimes d'assurance innovants pour les cultivateurs, éleveurs et pêcheurs gérant de petites exploitations. Ce dernier élément devrait inclure un indice des précipitations pour les cultures ou un indice de « verdure

» des terres de parcours (obtenu par télédétection) pour les systèmes utilisés par les éleveurs et les pasteurs.

#### 8.2.4 Amélioration de la formulation des politiques et de la façon de mieux intégrer les conclusions des recherches dans les politiques agricoles

À l'échelle régionale, il faudrait exploiter les possibilités de planification et de coopération des politiques offertes par le biais de la CEDEAO, le CILSS, les autorités des bassins fluviaux et le ROPPA. Par exemple, il est nécessaire de renforcer la coopération au niveau des bassins fluviaux concernant la collecte, l'analyse et le partage des données hydroclimatiques. La CEDEAO devrait intensifier ses efforts visant à harmoniser les politiques commerciales dans la région. En raison de l'océan Atlantique partagé et des eaux transfrontalières, il serait amplement justifié d'établir une coopération régionale et sous-régionale dans le secteur de la pêche. Des politiques de pêche maritime harmonisées et des arrangements flexibles devraient être mis en place dans la région afin de prévenir la surpêche, de gérer les stocks halieutiques qui évoluent et s'amenuisent, et de mettre fin aux captures illégales par les chalutiers étrangers. Cette dernière mesure pourrait impliquer plus que le simple contrôle des quantités de captures pour aller jusqu'à la délimitation de zones protégées.

Les politiques nationales en matière de développement agricole et d'adaptation au changement climatique devraient être fondées sur des éléments probants et mettre en place un environnement favorable au maintien ou à l'amélioration de la productivité des terres, de l'eau et du travail dans le contexte d'un climat changeant. Il conviendrait ainsi d'établir les éléments suivants: des politiques visant à faciliter l'accès des petits exploitants au crédit et aux marchés; des politiques pour améliorer les capacités institutionnelles et les infrastructures; des subventions intelligentes; des régimes d'assurance pour les petits exploitants des secteurs des cultures, de l'élevage et de la pêche; des dispositifs de gestion de crise. Une sécurité alimentaire durable doit devenir la préoccupation majeure. Dans le contexte d'une élaboration de politiques multisectorielles, les politiques doivent être flexibles. Elles doivent tenir compte de la dimension de genre et remédier aux déséquilibres entre les hommes et les femmes concernant l'accès aux terres et au crédit. Les agriculteurs devraient recevoir des incitations financières leur permettant d'adopter des pratiques agricoles intelligentes face au climat. L'intégration de l'adaptation au changement climatique dans les nouveaux projets de développement agricole est faisable et vivement recommandée. L'octroi de fonds à différents secteurs du développement en se basant sur leurs besoins prioritaires et la constitution de comités de travail interministériels sont deux éléments qui apaiseront les luttes de pouvoir.

Le « modèle de la recherche vers la politique », trop linéaire, devrait céder la place à des approches plus participatives. Pour qu'elles puissent utilement soutenir la formulation de politiques, les stratégies d'adaptation

des systèmes alimentaires au changement et à la variabilité climatiques doivent être élaborées dans le contexte des processus politiques. Mieux encore, les décideurs politiques devraient être associés à la boucle de la recherche dès les premiers stades. Il conviendrait d'étudier divers outils et approches d'appui à la décision, par exemple la sensibilisation, la conception de scénarios conjoints plus concrets et l'analyse des conséquences et concessions des options politiques. Cet examen permettra de trouver et d'exploiter les meilleurs outils pour faciliter le dialogue, compte tenu de différents publics et de différentes circonstances. Pour réussir l'adaptation, il est nécessaire d'aller au-delà de la formulation de politiques pour adopter des législations adéquates et en assurer le respect.

#### 8.2.5 Améliorer l'implication des parties prenantes dans la recherche et la politique en matière d'adaptation

Les guides et boîtes à outils qui ont été élaborés par les partenaires internationaux, par exemple sur l'intégration de la dimension de genre dans les politiques agricoles ou sur les moyens d'élaborer des stratégies d'adaptation climatique au niveau des communautés, devraient être exploités par les chercheurs et les praticiens de l'adaptation. Il est recommandé d'apporter un soutien financier et technique à l'ACMAD et au centre régional AGRHYMET pour leur permettre de devenir de véritables centres d'excellence sur les questions climatiques appliquées à l'agriculture, à l'élevage de bétail, au pastoralisme et à la pêche, mais aussi pour que ces centres fournissent des données probantes sur lesquelles la politique pourra s'appuyer. Il faudra pour cela augmenter la densité de stations météorologiques en Afrique de l'Ouest. Pour atteindre l'excellence dans la recherche, à l'échelon national, il faudrait octroyer des financements suffisants aux SNRVA et renforcer leurs liens avec des laboratoires de pointe de pays développés et avec les centres du CGIAR. La collaboration entre les parties prenantes à l'intérieur des pays devrait être renforcée par le biais de plates-formes d'innovation et de la recherche-action participative. Les scientifiques des disciplines ayant trait au changement climatique et à l'adaptation à ce phénomène devraient travailler ensemble sur des projets régionaux. Il convient d'explorer des moyens d'associer concrètement le secteur des entreprises privées au dialogue sur l'adaptation au changement climatique. La société civile, les associations d'agriculteurs et les journalistes devraient être considérés comme d'importantes parties prenantes pour l'établissement de liens entre les chercheurs et les décideurs politiques. Ils devraient être encouragés à participer, avec les autres parties prenantes, aux ateliers de formation et d'élaboration de scénarios. Les donateurs devraient accorder à l'agriculture une priorité plus élevée dans les négociations sur le financement de la lutte contre le changement climatique, en ayant à l'esprit la faible proportion des financements d'adaptation qui est actuellement destinée au secteur agricole.

## Notes

- 1 Selon l'estimation la plus récente du GIEC, l'évolution des températures moyennes de surface pendant la période 2016-2035 sera probablement de l'ordre de +0,3°C à +0,7°C par rapport à la période 1986-2005.
- 2 Voir la base de données sur les prises du projet « Sea Around Us » ([www.seaaroundus.org](http://www.seaaroundus.org)).

## Références

- Adebayo, K., Dauda, T.O., Rikko, L.S., George, F.O.A., Fashola, O.S., Atungwu, J.T., ... Osuntade, O.B. (2011) *Emerging and Indigenous Technology for Climate Change Adaptation in Southwest Nigeria*, Nairobi, Kenya: African Technology Policy Studies
- Adebo, G.M. and Ayelari, T.A. (2011) 'Climate Change and Vulnerability of Fish Farmers in South Western Nigeria', *African Journal of Agricultural Research*, 6(18):4230-4238
- Adesina, F.A. and Odekunle, T.O. (2011) 'Climate Change and Adaptation in Nigeria: Some Background to Nigeria's Response', *III International Conference on Environmental and Agricultural Engineering*, IPCBEE Vol. 15, Singapore: IACIT Press
- Adjibade, L.T. and Shokemi, O. (2003) 'Indigenous Approaches to Weather Forecasting in Asa L.G.A. Kwara State, Nigeria', *Indilinga: African Journal of Indigenous Knowledge Systems*, 2:37-44
- Aduna, A.B. (2011) *Finding New Points of Influence: Building Partnership between Research and Policy Worlds in Ghana*, presented at the 3rd International Forum on Water and Food, 14-17 November, Tshwane, South Africa: CGIAR Challenge Program on Water and Food, International Water Management Institute and Food and Agriculture and National Resources Policy Analysis Network
- AGRHYMET (2004) *Rapport synthèse de l'enquête générale sur les itinéraires d'adaptation des populations locales à la variabilité et aux changements climatiques conduit sur les projets pilotes par AGRHYMET et l'UQAM*, Ouagadougou, Burkina Faso: Agro-Hydro-Meteorology Regional Centre
- AGRHYMET (2012) *Atelier de réflexion sur les méthodologies de prévision des caractéristiques de la saison pluvieuse en Afrique de l'Ouest et la planification des forums de prévision saisonnières*. Report for the CGIAR Research Programme on Climate Change Agriculture and Food Security, Copenhagen, Denmark: Climate Change, Agriculture and Food Security
- Akponikpe, P.B.I., Gerard, B., Michels, K. and Bielders, C. (2010) 'Use of the APSIM Model in Long Term Simulation to Support Decision Making Regarding Nitrogen

- Management for Pearl Millet in the Sahel', *European Journal of Agronomy*, 32:144-154
- Akponikpe, P.B.I., Minet, J., Gerand, B., Defourny, P. and Bielders, C.L. (2011) 'Spatial Field Dispersion as a Farmer Strategy to Reduce Agro-Climatic Risk at the Household Level in Pearl Millet-Based Systems in the Sahel', *Agricultural and Forest Meteorology*, 151:215-277
- Allison, E.H., Adger, W.N., Badjeck, M.C., Brown, K., Conway, D., Dulvy, N.K., ... Reynolds, J.D. (2005) *Effects of Climate Change on the Sustainability of Capture and Enhancement Fisheries Important to the Poor: Analysis of the Vulnerability and Adaptability of Fisherfolk Living in Poverty*. Project No. R4778J Final Technical Report, Fisheries Management Science Programme, Marine Resources Assessment Group / Department for International Development
- Allison, E.H., Andrew, N.L. and Oliver, J. (2007) 'Enhancing the Resilience of Inland Fisheries and Aquaculture to Climate Change', *Journal of Semi-Arid Tropical Agricultural Research*, 4(1):1-21
- Asare, A., Wade, S.A., Ofori-Frimpong, K., Hadley, P. and Norris, K. (2008) *Carbon Storage and the Health of Cocoa Agroforestry Ecosystems in South Eastern Ghana*, presented at the Open Science Conference on Africa and Carbon cycle, 25-27 November, Accra, Ghana: The Carbo Africa Project
- Associated Press (2006) *Shrinking of Lake Chad*, 14 December / <http://www.globalpolicy.org/component/content/article/198/40377.html>
- AU (2010) *Policy Framework for Pastoralism in Africa: Securing Protecting and Improving the Lives, Livelihoods and Rights of Pastoral Communities*, Addis Ababa, Ethiopia: African Union
- AU/NEPAD (2003) *Comprehensive Africa Agriculture Development Programme*, Midrand, South Africa: African Union / New Partnership for Africa's Development
- Aw, D. and Diemer, G. (2005) *Making a large irrigation scheme work: a case study from Mali*, Directions in Development, Washington: World Bank
- Badjeck, M. and Diop, N. (2010) 'The Future is Now: How Scenarios can Help Senegalese and Mauritanian Fisheries Adapt to Climate Change', *Nature & Faune*, 25(1):68-74
- Badjeck, M., Katikiro, R.C., Flitner, M., Diop, N. and Schwerdtner, M.K. (2011) *Envisioning 2050: Climate Change, Aquaculture and Fisheries in West Africa*, Workshop Report 2011-09, 14-16 April 2010, Dakar, Senegal: WorldFish
- Bare, M.I. (2011) 'The Future of Pastoralism in the Sahel Zone of West Africa: Exploring the Causes and Consequences', *Information, Society and Justice*, 1&2:163-184
- Bationo, A. and Buerkert, A. (2001) 'Soil Organic Carbon Management for Sustainable Land Use in Sudano-Sahelian West Africa', *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61:131-142
- Bationo, A., Rhodes, E., Smaling, E.M.A. and Viscer, C. (1996) 'Technologies for Restoring Soil Fertility', in Mokwunye, A.U., de Jager, A. and Smaling, E.M.A. (eds), *Restoring and Maintaining the Productivity of West African Soils: Key to Sustainable Development*. Miscellaneous Fertilizer Studies No. 14, Muscle Shoals, AL: International Fertilizer Development Center, pp.61-82
- Bayala, J., Sileshi, G.W., Coe, R., Kalinganire, A., Tchoundjeu, Z., Sinclair, F. and Garrity, D. (2012) 'Cereal Yield Response to Conservation Agricultural Practices in Drylands of West Africa: a Quantitative Synthesis', *Journal of Arid Environments*, 78:12-25
- Below, T., Artner, A., Siebert, R. and Sieber, S. (2010) *Micro Level Practices to Adapt to Climate Change for African Small Scale Farmers: A Literature Review*. IFPRI Discussion Paper 00953, Washington DC: International Food Policy Research Institute
- Bene, C., Abban, E.K., Abdel-Rahman, S.H., Ayyappan, S., Brummett, R., Dankwo, H.R., ... Vass, K.K. (2009) *Improving Fisheries Productivity and Management in Tropical Reservoirs*. CPWF Project Report, Penang, Malaysia: WorldFish
- BNRCC (2012) *Building from Experience: Community Based Adaptation to Climate Change*, Ibadan, Nigeria: Building Nigeria's Response to Climate Change
- Bokel, L. and Smit, B. (2009) *How to mainstream climate change adaptation and mitigation into agricultural policies*, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization
- Boko, M., Niang, I., Nyong, A., Vogel, C., Githero, A., Medany, M., ... Yanda, P. (2007) 'Africa', in *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, UK: Cambridge University Press
- Bonkoukou, J., Kobayagdo, I., Daoudi, N., Sinon, H. and Rabdo, A. (2010) *Using Participatory Testing to Build Capacity for Climate Change Adaptation in Burkina Faso: Addressing Climate Change Adaptation in Africa through PAR*. Adaptation Insights No. 2, Ottawa, Canada: International Development Research Centre
- Brittaine, R. and Lutaladio, N. (2010) *Jatropha, a Smallholder Bioenergy Crop: The Potential for Pro-Poor Development*. Integrated Crop Management Bulletin 8-2010, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization
- Brooks, N. (2006) *Climate Change, Drought and Pastoralism in Sahel*. Discussion note for the World Initiative on Sustainable Pastoralism, Norwich, UK: Tyndall Centre for Climate Change Research

- Brooks, N., Adger, W.N. and Kelly, P.M. (2005) 'The Determinants of Vulnerability and Adaptive Capacity at the National Level and Implications for Adaptation', *Global Environmental Change*, 15:151-163
- Cavanna, S. (2007) *Securing Pastoralism in East and West Africa*, Oxford, UK: SOS Sahel
- CCAA (2009) 'Stories from the Field: Putting Tested Options into Practice in Benin', in *CCAA 2008-2009 Year in Review*, Climate Change Adaptation in Africa Programme, Ottawa, Canada and London, UK: International Development Research Centre and Department for International Development
- CCAA (2010) 'Stories from the Field: Adapting Fishing Policies to Address Climate Change Adaptation in Africa', in *Annual Report 2009-2010*, Climate Change Adaptation in Africa Programme, Ottawa, Canada and London, UK: International Development Research Centre and Department for International Development
- CCAA (2012) *Tailoring Climate Information to Users Needs*. Policy Brief, Climate Change Adaptation in Africa Programme, Ottawa, Canada and London, UK: International Development Research Centre and Department for International Development
- CCDARE (2008) *Ghana National Climate Change Adaptation Strategy: Draft Report*, Climate Change and Development: Adapting by Reducing Vulnerability Programme, Nairobi, Kenya and New York, NY: United Nations Environment Programme and United Nations Development Programme
- CGIAR (2008) *Alliance of CGIAR Center Best Bets to Boost Crop Yields in Sub-Saharan Africa: Current Products of the Alliance of CGIAR Centers*, Rome, Italy: CGIAR
- CGIAR (2009) *Identifying Livestock-Based Risk Management and Options to Reduce Vulnerability to Drought in Agro-Pastoral and Pastoral Systems in East and West Africa*. Final Report, CGIAR System-Wide Livestock Programme, Nairobi, Kenya: International Livestock Research Institute
- CGIAR (2010) 'Drought Hardy Maize', CGIAR News, November 2010, Rome, Italy: CGIAR / [http://www.cgiar.org/web-archives/www-cgiar-org-enews-november2010-story\\_07-html/](http://www.cgiar.org/web-archives/www-cgiar-org-enews-november2010-story_07-html/)
- CGIAR (2011) *Proposal for CGIAR Programme 7: Climate Change, Agriculture and Food Security*, Rome, Italy: CGIAR
- CIMMYT (2008) *Drought Tolerant Maize for Africa: Better Food Security and Livelihoods. Highlights of 2008*, Drought Tolerant Maize for Africa Initiative, El Batán, Mexico: International Maize and Wheat Improvement Center
- Cooper, P.J.M., Rao, K.P.C., Singh, P., Dimes, J., Traore, P.S., Rao, K., Dixit, P. and Tomlow, S.J. (2009) 'Farming with current and future climate risk: advancing a "hypothesis of hope" for rainfed agriculture in the semi arid tropics', *Journal of Semi-Arid Tropical Agricultural Research*, 7:1-19
- CORAF/WECARD (2011) *Agricultural Best Bets in West and Central Africa*, Dakar, Senegal: West African Council for Agricultural Research and Development
- Coulibaly, A., Ouattara, I.N., Kone, T., N'Douba, V., Snoeks, J., Goore Bi, G. and Kouamelar, E.P. (2007) 'First Results of Floating Cage African Catfish *Heterobranetus longifilis* Valenciennes, 1840: Effect of Stocking Density on Survival and Growth Rates', *Aquaculture*, 263:61-67
- Crasswell, E.T., Grote, U., Henao, J. and Vlek, P.L.G. (2004) *Nutrient Flows in Agricultural Production and International Trade: Ecological Policy Issues*. Discussion Paper No. 78, Bonn, Germany: ZEF Center for Development Research, University of Bonn
- DFID (2004) *The Impact of Climate Change on the Vulnerability of the Poor*. Policy Division, Global Environmental Assets, Key Sheet 03, London, UK: Department for International Development
- Dieye, A.M. and Roy, D.P. (2012) 'A Study of Rural Senegalese Attitudes and Perceptions on Climate Change', *Environmental Management*, 50:929-941
- Doraiswamy, P.C., McCarthy, G.W., Hunt, E.R.J., Yost, R.S., Doumbia, M. and Franzluebbers, A.J. (2007) 'Modeling Soil Organic Sequestration in Agricultural Lands in Mali', *Agricultural Systems*, 94:63-74
- Dreschel, P. and Gyiele, L.A. (1999) *The Economic Assessment of Soil Nutrient Depletion: Analytical Issues for Framework Development*. Issues in Sustainable Land Management No.7, Bangkok, Thailand: International Board for Soil Research and Management
- ECF/PIK (2004) *What is Dangerous Climate Change? Initial Results of Symposium on Key Vulnerable Regions. Climate Change and Article 2 of the UNFCCC*. Berlin and Potsdam, Germany: European Climate Forum and Potsdam Institute for Climate Impact Research
- ECOWAS (2005) *The Regional Agricultural Policy*, Abuja, Nigéria: Economic Community of West African States
- ECOWAS (2008) *Environmental Policy*, Abuja, Nigéria: Economic Community of West African States
- ECOWAS (2009a) *Sub-Regional Action Program to Reduce Vulnerability to Climate Change in West Africa. Part 1: Overview of West Africa Vulnerability to Climate Change and of Response Strategies*, Abuja, Nigéria: Economic Community of West African States
- ECOWAS (2009b) *Sub-Regional Action Program to Reduce Vulnerability to Climate Change in West Africa. Part 2: The Strategic Action Plan*, Abuja, Nigéria: Economic Community of West African States

- Eknath, A.E., Bentsen, H.B., Ponzoni, R.W., Rye, M., Nguyen, N.H., Thodesen, J. and Gjerde, B. (2007) *Genetic Improvement of Farmed Tilapias: Composition and Genetic Parameters of a Synthetic Base Population of *Oreochromis niloticus* for Selective Breeding*, Penang, Malaysia: WorldFish
- Enda (2013) *Adaptation Tool Kit: Guidebook for Researchers and Adaptation Practitioners Working with Local Communities*, Dakar, Senegal: Enda Energie-Environnement-Développement
- Ericksen, P., de Leeuw, J., Thornton, P., Ayatunde, A., Said, M., Herrero, M. and Natenbaert, A. (2011) *Climate Change in Sub-Saharan Africa: Consequences and Implications for the Future of Pastoralism*, presented at the International Conference on the Future of Pastoralism, 21-23 March, Brighton, UK; Institute of Development Studies
- Fadare, A.O., Peters, S.O., Adeleke, M.A., Ozoje, M.O., Yakubu, A. and Sonibare, A.O. (2012) 'Physiological and Haematological Indices Suggest Superior Heat Tolerance of White Coloured West African Dwarf Sheep in the Hot Humid Tropics', *Tropical Animal Health and Production*, 45(1):157-165
- FAO (2005) *Irrigation in Africa in figures: AQUASTAT survey*, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization
- FAO (2007a) *Building Adaptive Capacity to Climate Change. Policy Brief*, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization
- FAO (2007b) *Building Adaptive Capacity to Climate Change: New Directions in Fisheries Policy*, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization
- FAO (2008) *Expert Meeting on Climate Change Adaptation and Mitigation*, 5-7 March, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization
- FAO (2010) *Climate Smart Agriculture: Policies, Practices and Financing for Food Security, Adaptation and Mitigation*, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization
- FAO (2012) *Training Guide: Gender and Climate Change Research in Agriculture and Food Security for Rural Development*, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization
- FAO (2013) *Climate Smart Agriculture Sourcebook*, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization
- Farauta, B.K., Egbule, C., Idrisa, Y.L and Agu, V.C. (2012) *Policy Challenges of Climate Change and Adaptation in Northern Nigéria*. Technology Brief No. 34, Nairobi, Kenya: African Technology Policy Studies Network
- Fox, P., Rockstrom, J. and Barron, J. (2005) 'Risk Analysis and Economic Viability of Water Harvesting for Supplementary Irrigation in Semi Arid Burkina Faso and Kenya', *Agricultural Systems*, 83:231-250
- GabreMichael, Y. (2011) *More Than Climate Change: Pressures Leading to Innovation by Pastoralists in Ethiopia and Niger*, presented at the Future of Pastoralism Workshop, 21-23 March, Brighton, UK: Institute of Development Studies
- GEF (2012) *Burkina Faso: Integrating Climate Resilience into Agricultural and Pastoral Production for Food Security in Vulnerable Rural Areas through the Farmers Field School Approach*, Washington DC: The Global Environment Facility
- Giller, K.E., Witter, E., Corbeels, M. and Tittonell, P. (2009) 'Conservation Agriculture in Small Holder Farming in Africa: The Heretics View', *Field Crops Research*, 114:23-34
- Giller, K.E., Corbeels, M., Nyamangara, J., Triomphe, B., Affholder, F., Scopel, E. and Tittonell, P. (2011) 'A Research Agenda to Explore the Role of Conservation Agriculture in African Smallholder Farming Systems', *Field Crops Research*, 124:486-472
- Gologo, H. (2012) *Adaptation is Informing and Involving Farmers in Benin*, Ottawa, Canada: International Development Research Centre
- Gonzales, A.R., Belemvire, A. and Sauliere, S. (2011) *Climate Change and Women Farmers in Burkina Faso: Impact and Adaptation Policies and Practices*, Oxford, UK: Oxfam International
- Gonzales-Estrada, E., Rodriguez, L.C., Walen, V.K., Naab, J.B., Koo, J., Jones, J.W., ... Thornton, P.K. (2008) 'Carbon Sequestration and Farm Income in West Africa: Identifying Best Management Practices for Smallholder Agricultural Systems in Northern Ghana', *Ecological Economics*, 67(3):492-502
- Government of Côte d'Ivoire (2000) *Communications de Côte d'Ivoire, Abidjan, Côte d'Ivoire: Ministère de l'Environnement, de l'eau et de la Forêt*
- Government of Ghana (2010) *Ghana Goes for Green Growth*, Accra, Ghana: Ministry of Environment, Science and Technology
- Government of Liberia (2013) *Climate Change Adaptation in Agriculture: Capacity Needs Assessment*, Monrovia, Liberia: Ministry of Agriculture
- Government of Nigéria (2009) *Nigéria ECOWAP/CAADP Compact*, Abuja, Nigéria: Federal Ministry of Agriculture and Water Resources
- Government of Nigéria (2011) *National Adaptation Strategy and Plan of Action on Climate Change in Nigéria*, Abuja, Nigéria: Federal Ministry of Environment
- Government of Senegal (2006a) *Plan REVA: Retour vers l'Agriculture*, Nouvelle Orientation de la Politique Agricole, Dakar, Senegal: Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique Rurale et de la Sécurité Alimentaire

- Government of Senegal (2006b) *Plan d'Action National pour l'Adaptation aux Changements Climatiques*, Dakar, Senegal: Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature
- Government of Senegal (2004a) *Nouvelle Initiative Sectorielle pour le Développement de l'Élevage et de l'Hydraulique*, Dakar, Senegal: Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de l'Hydraulique
- Government of Senegal (2004b) *Loi d'Orientation Agro-Sylvo-Pastorale*, Dakar, Senegal: Ministère de l'Agriculture et de l'Hydraulique
- Government of Sierra Leone (2004) *Agricultural Sector Review and Agricultural Development Strategy*, Freetown, Sierra Leone: Ministry of Agriculture and Food Security and Ministry of Fisheries and Marine Resources
- Government of Sierra Leone (2012) *Government Budget and Statement of Economic and Financial Policies*, Freetown, Sierra Leone: Government of Sierra Leone
- Hansen, J.W., Baethgen, W., Osgood, D., Ceccato, P. and Ngugi, R.K. (2007) 'Innovations in Climate Risk Management: Protecting and Building Rural Livelihoods in a Variable and Changing Climate', *Journal of Semi-Arid Tropical Agricultural Research*, 4(1):1-38
- Harrington, L.W., Humphreys, E., Huber-Lee, A., Nguyen-Khoa, S., Cook, S., Gichuki, F., ... Wooley, J. (2008) *A Summing Up: Synthesis 07*, Challenge Programme on Water and Food, Rome, Italy: CGIAR
- Hitimana, L., Heinrigs, P. and Tremolieres, M. (2011) *West African Urbanization Trends*. West African Futures No. 1, Paris, France: Sahel and West Africa Club of the Organization for Economic Cooperation and Development
- Hounkponou, S., Ahounu, M., Ahimohove, P. and Noulain, G. (2010) *Addressing Climate Adaptation in Africa through PAR. Agro-Meteorological Early Warning to Reduce Agricultural Vulnerability to Climate Change: The Experience of PARBC in Benin*. Adaptation Insights No. 10, Ottawa, Canada: International Development Research Centre
- Howden, S.M., Soussana, J.F., Tubiello, F.N., Chhetri, N., Dunlop, M. and Meinke, H. (2007) 'Adapting Agriculture to Climate Change', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50):19691-19696
- Huq, S. and Reid, H. (2005) *Climate Change and Development: Consultation on Key Researchable Issues*, London, UK: International Institute for Environment and Development
- IDRC (2007) *Protecting Smallholders Productivity by Improving Soils*. IDRC Stories from the Field, Ottawa, Canada: International Development Research Centre
- IDS (2011) *Research to Policy for Adaptation: Linking African Researchers with Adaptation Policy Spaces. Final Project Report*, Brighton, UK: Institute of Development Studies
- IFPRI (2006) *Regional Strategic Alternatives for Agriculture Led Growth and Poverty Reduction in West Africa. Final Draft Report*, Washington DC: International Food Policy Research Institute
- ILRI (2006) *Enhancing Livelihoods of Poor Livestock Keepers through Increasing Use of Fodders: India and Nigéria. Final Report on Phase 1 (2003-2006)*, Nairobi, Kenya: International Livestock Research Institute
- ILRI (2012) *Senegal Dairy Genetics: Improved Food and Nutritional Security from Better Utilization of Dairy Cattle Breed Types in Senegal*. ILRI Project Profile, Nairobi, Kenya: International Livestock Research Institute
- IPCC (2007a) *Climate Change 2007. Synthesis Report. Contribution of Working Group I, II, III to the 4th Assessment Report to the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change
- IPCC (2007b) *Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the 4th Assessment Report to the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change
- IUCN (2004) *Reduire la vulnerabilite de l'Afrique de l'Ouest aux impacts du climat sur les ressources en eau, les zones humides et la desertification*, Nairobi, Kenya: International Union for Conservation of Nature
- IUCN (2010) *Building Climate Change Resilience for African Livestock in Sub-Saharan Africa*, Nairobi, Kenya: International Union for Conservation of Nature, World Initiative for Sustainable Pastoralism
- Jalloh, A., Rhodes, E.R., Kollo, I., Roy-Macauley, H. and Sereme, P. (2011a) *Nature and Management of Soils of West and Central Africa: A Review to Inform Farming Systems Research and Development in the Region*, Dakar, Senegal: West and Central African Council for Agricultural Research and Development
- Jalloh, A., Sarr, H., Kuisseu, J., Roy-Macauley, H. and Sereme, P. (2011b) *Review of Climate Change in West and Central Africa to Inform Farming System Research and Development in Subhumid and Semiarid Agroecologies of the Region*, Dakar, Senegal: West and Central African Council for Agricultural Research and Development
- Jalloh, A., Nelson, G.C., Thomas, T.S., Zougmore, R. and Roy-Macauley, H. (eds) (2013) *West African Agriculture and Climate Change*, Washington DC: International Food Policy Research Institute
- Jallow, B.P., Barrow, M.K.A. and Leatherman, S.P. (1996) 'Vulnerability of the Coastal Zone of the Gambia to Sea

- Level Rise and Development of Response Strategies and Adaptation Options', *Climate Research*, 6:165-177
- Jobbins, G. (2011) *Managing Uncertainty in Adaptation*. CCAA Perspectives, Climate Change Adaptation in Africa Programme, Ottawa, Canada and London, UK: International Development Research Centre and Department for International Development
- Jones, P. and Thornton, P.K. (2009) 'Croppers to Livestock Keepers: Livelihood Transitions to 2050 in Africa Due to Climate Change', *Environment Science and Policy*, 12:427-437
- Jost, C.C. (2002) *Facilitating the Survival of African Pastoralism in the Face of Climate Change: Looking Back to Move Forward*, MA Thesis, Somerville, MA: Tufts University
- Kato, E., Nkonya, E. and Place, F.M. (2011) *Heterogenous Treatment Effects of Integrated Soil Fertility Management on Crop Productivity*. IFPRI Discussion Paper 01089, Washington DC: International Food Policy Research Institute
- Knight, R. and Sylla, F. (2011) *2011 Francophone West Africa Biotechnology Report*, Washington DC: Global Agricultural Information Network
- Kolavalli, S., Flaherty, K., Al-Hassan, R. and Baah, K.O. (2010) *Do Comprehensive Africa Agriculture Development Program (CAADP) Processes Make a Difference to Country Commitments to Develop Agriculture? The Case of Ghana*. IFPRI Discussion Paper 01006, Washington DC: International Food Policy Research Institute
- Kpadonou, R.A.B., Adegbola, P.Y. and Tovignan, S, D. (2012) 'Local Knowledge Adaptation to Climate Change in Oueme Valley, Benin', *African Crop Science Journal*, 20(2):181-192
- Kra, E.T. and Ofosu-Anim, J. (2010) 'Modeling Maize Planting Date to Minimize Irrigation Water Requirements', *Australian Journal of Agricultural Engineering*, 1(2):66-73
- Kurukulasuriya, P. and Mendelsohn, R. (2008) *How Will Climate Change Shift Agroecological Zones and Impact African Agriculture?* Policy Research Working Paper 4717, Washington DC: The World Bank
- Lam, V.W.Y., Cheung, W.W.L, Swartz, W. and Sumalia, U.R. (2012) 'Climate Change Impacts on Fisheries in West Africa: Implications for Economic, Food and Nutritional Security', *African Journal of Marine Science*, 34(1):103-117
- Le, Q.B., Tamene, L. and Vlek, P.L.G. (2012) 'Multi-Pronged Assessment of Land Degradation in West Africa to Assess the Importance of Atmospheric Fertilization in Masking the Processes Involved', *Global and Planetary Change*, 92:71-81
- Le Houerou, H. N., Bingham, R.L., and Skerbek, W. (1988) Relationship between the variability of primary production and the variability of annual precipitation in world arid lands, *Journal of Arid Environments*, 15:1-18
- Lybbert, T. and Sumner, D. (2010) *Agricultural Technologies for Climate Mitigation and Adaptation in Developing Countries: Policy Options for Innovation and Technology Diffusion*, Geneva, Switzerland: International Centre for Trade and Sustainable Development
- MacCarthy, D.S., Sommer, R. and Vlek, P.L.G. (2009) 'Modeling the Impacts of Contrasting Nutrient and Residue Management Practices on Grain Yield of Sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) in a Semi Arid Region of Ghana Using APSIM', *Field Crops Research*, 113:105-115
- Manneh, B., Kiepe, P., Sie, M., Ndjiondjop, M., Drame, N.K., Traore, K., ... Futakuchi, K. (2007) 'Exploiting Partnerships in Research and Development to Help African Rice Farmers Cope with Climate Variability', *Journal of Semi-Arid Tropical Agricultural Research*, 4:1-24
- Mapfumo, P., Nsiah-Adjei, S., Mtambanengwe, F., Chikowo, R. and Giller, K.E. (2013) 'Participatory Action Research (PAR) as an Entry Point for Supporting Climate Change Adaptation by Small Holder Farmers', *Environment and Development*, 5:6-22
- Mertz, O., Mbow, C. and Reenberg, A. (2009) 'Farmers Perceptions of Climate Change and Agricultural Adaptation Strategies in Rural Sahel', *Environmental Management*, 43:804-816
- Minson, D.J., (1990) *Forage in Ruminant Nutrition*, San Diego: Academic Press
- Molden, D., Frenkenk, K., Barker, R., de Fraiture, C., Mati, B., Svendsen, M., ... Findlayson, M. (2007) 'Trends in Water and Agricultural Development', in *Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute
- Morand, P., Kodio, A., Andrew, N., Sinaba, F., Lemoalle, J. and Bene, C. (2012) 'Vulnerability and Adaptation of African Rural Populations to Hydro-Climate Change: Experience from Fishing Communities in the Inner Niger Delta (Mali)', *Climatic Change*, 115(3-4):463-483
- Morgan, J. A., Milchunas, D. G., LeCain, D.R., West, M. and Mosier, A.R. (2007) Carbon dioxide enrichment alters plant community structure and accelerates shrub growth in the shortgrass steppe. *PNAS* 104, 14724 - 14729
- Muamba, F.M. and Ulimwengu, J.M. (2010) *Optimal Rainfall Insurance Contracts for Maize Producers in Ghana's Northern Region: a Mathematical Programming Approach*. IFPRI Discussion Paper 01016, Washington DC, International Food Policy Research Institute
- Naab, J.B. and Koranteng, H. (2012) *Using a Gender Lens to Explore Farmers Adaptation Options in the Face of Climate Change: Results of a Pilot Study in Ghana*. Working Paper

- No 17, CGIAR Challenge Program on Climate Change, Agriculture and Food Security, Rome, Italy: CGIAR
- Nakicenovic, N. and Swart, R. (eds) (2000) *IPCC Special Report on Emission Scenarios*, Cambridge, UK: Cambridge University Press
- Namara, R.E, Barry, B., Owosu, E.S. and Ogilve, A. (2011) *An Overview of the Development Challenges and Constraints of the Niger Basin and Possible Intervention Strategies*. Working Paper No. 144, Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute
- NBA (2007) *Project Implementation Document*. Report 43582, Niamey, Niger: Niger Basin Authority
- Nelson, G.C., Rosegrant, N.W., Palazzo, A., Gray, I., Ingersoll, C., Robertson, R., ... You, L. (2010) *Food Security, Farming and Climate Change to 2050: Scenarios Results, Policy Options*, Washington DC: International Food Policy Research Institute
- Nelson, G.C., Palazzo, A., Mason-d’Croz, D., Robertson, R. and Thomas, T.S. (2013) ‘Methodology’, in Jalloh, A. et al. (eds), *West African Agriculture and Climate Change*, Washington DC: International Food Policy Research Institute, pp.37-52
- NEST (2011) *Gender and Climate Change Adaptation: Tools for Community-Level Action in Nigéria – A Tool Kit*, Nigéria Environmental Study/Action Team, Ibadan, Nigéria: Building Nigéria’s Response to Climate Change
- Ngigi, S.N. (2009) *Climate Change Adaptation Strategies: Water Resources Management Options for Smallholder Farming Systems in Sub-Saharan Africa*, The MDG Center for East and Southern Africa, New York, NY: The Earth Institute of Columbia University
- Niang, I. (2007) *Institutional Framework in Relation to Climate Change in West and Central Africa*. Consultancy Report, Climate Change Adaptation in Africa Programme, Dakar, Senegal: Université Cheikh Anta Diop
- Niasse, M. (2005) *Climate Induced Water Conflict Risk in West Africa: Recognizing and Coping with Increasing Climate Impacts on Shared Watercourses*, presented at International Workshop on Human Security and Climate Change, 21-23 June, Oslo, Norway: Centre for the Study of Civil War, International Peace Institute, Centre for International Environmental and Climate Research of the University of Oslo for the Global Change and Human Society Programme
- Niasse, M. (2007) *Elements of a Regional Climate Change Adaptation Strategy based on the Risk Sharing Approach in West Africa*, Consultancy Report, Ottawa, Canada: International Development Research Centre
- Nielsen, J.O. and Reenberg, A. (2010) ‘Cultural Barriers to Climate Change Adaptation: A Case Study from Northern Burkina Faso’, *Global Environment*, 20:142-152
- Nkema, J., Munang, R. and Jallow, B.P. (2011) *Lessons for Adaptation in Sub-Saharan Africa*, Climate Change and Development: Adapting by Reducing Vulnerability Program, Nairobi, Kenya and New York, NY: United Nations Environment Programme and United Nations Development Programme
- Nkonya, E., Place, F., Pendar, J., Mwanjololo, M., Okhimambe, A., Kato, E., ... Traore, S. (2011) *Climate Risk Management through Sustainable Land Management in Sub-Saharan Africa*. IFPRI Discussion Paper 01126, Washington DC: International Food Policy Research Institute
- NRC (1981) Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. Subcommittee on Environmental Stress, Washington: National Research Council, National Academy Press
- Nzeadibe, T.C., Egbule, C.L., Chukwuone, N.A. and Agu, V.C. (2011) *Farmers Perception of Climate Change Governance and Adaptation Constraints in the Niger Delta Region of Nigéria*. Research Paper No. 7, Nairobi, Kenya: African Technology Policy Studies Network
- Omitoyin, S.A. and Tosan, F.B. (2012) ‘Potential Impacts of Climate Change on Livelihood and Food Security of Artisanal Fisherfolks in Lagos State, Nigéria’, *Journal of Agricultural Science*, 4(9):20-30
- Ouattara, N.I., Teugets, G.G., N’Douba, V. and Philippart, J.C. (2003) ‘Aquaculture Potential of the Black-Chinned Tilapia *Sarotherodon melanotheron* (Cichlidae): Comparative Study of the Effect of Stocking Density on Growth and Performance of Landlocked and Natural Populations under Cage Culture Conditions in Lake Ayame, Côte d’Ivoire’, *Agriculture Research*, 34:1223-1229
- Panyan, E.K., Ouattara, K., Karbo, N., Avorny, F.K., Ayantunde, A., Yahayai, I., Swadogo, B. and Kabore, A. (2011) Constraints and opportunities in rainwater management in crop – livestock systems of Volta basin in Ghana and Burkina Faso, Third International Forum on Water and Food,, 14-17 November, Tshwane, South Africa: CGIAR Challenge Programme
- Reij, C. and Smaling, E.M.A. (2008) ‘Analyzing Successes in Agriculture and Land Management in Sub-Saharan Africa: Is Macro Level Gloom Obscuring Positive Micro Level Change?’, *Land Policy*, 25:410-420
- Roncoli, C., Ingram, K. and Kirshen, P. (2001) ‘The Costs and Risks of Coping with Drought: Livelihood Impacts and Farmers Responses in Burkina Faso’, *Climate Research*, 19(2):119-132
- Roudier, P., Sultan, B., Quirion, P. and Berg, A. (2011) ‘The Impact of Climate Change on West African Crop Yields: What Does the Recent Literature Say?’, *Global Environmental Change*, 21:1073-1083
- Roudier, P., Sultan, B., Quiron, P., Baron, C., Alhassane, A., Traore, S.B. and Muller, B. (2012) ‘An Ex Ante Evaluation of

- the Use of Seasonal Climate Forecasts for Millet Growers in South West Niger', *International Journal of Climatology*, 32:759-771
- Rhodes, E.R. (1995) 'Nutrient Depletion by Food Crops in Ghana and Soil Organic Nitrogen Management', *Agricultural Systems*, 48(1):101-118
- Rhodes, E.R. (ed) (2005) *Crop Production Guidelines for Sierra Leone*, Freetown, Sierra Leone: Rice Research Station, Institute of Agricultural Research, National Agricultural Research Coordinating Council, Ministry of Agriculture, Forestry and Food Security
- Rhodes, E.R., Bationo, A., Smaling, E.M.A. and Viscer, C. (1996) 'Nutrient Stocks and Flows in West African Soils', in Mokwunye, A.U., de Jager, A. and Smaling, E.M.A. (eds), *Restoring and Maintaining the Productivity of West African Soils: Key to Sustainable Development*. Miscellaneous Fertilizer Studies No. 14, Muscle Shoals, AL: International Fertilizer Development Center, pp.22-32
- Sagoe, R. (2006) *Climate Change and Root Crop Production in Ghana*, Accra, Ghana: Environmental Protection Agency
- Samari, H. (2011) *State of Climate Change Adaptation and Mitigation Efforts for Agriculture in Burkina Faso: National Survey*. Report prepared for CCAFS, Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security
- Sarr, B., Traore, S. and Seyni, S. (2007) *Evaluation de l'incidence des changements climatique sur les rendments des cultures cerealieres en Afrique Soudano-Sahelienne*, Niamey, Niger: AGRHYMET Regional Centre
- Sayne, A. (2011) *Climate Change Adaptation and Conflict in Nigéria*. Special Report, Washington DC: United States Institute of Peace
- Schalatek, L., Nakhooda, S., Barnard, S. and Caravani, A. (2012) *Climate Finance Regional Briefing: Sub-Saharan Africa*, Berlin, Germany: Heinrich Böll Foundation
- Schlecht, E., Buerkert, A., Tielkes, E. and Bationo, A. (2006) 'A Critical Analysis of Challenges and Opportunities for Soil Fertility Restoration in Sudano-Sahelian West Africa', *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 76:109-136
- SciDev.Net (2013) 'SIP13: Burkina Faso's Biotech Regulation Owes Much to Civil Society', *SciDev.Net*, 25 July / <http://www.scidev.net/global/gm/scidev-net-at-large/sip13-burkina-faso-s-biotech-regulation-owes-much-to-civil-society.html> [accessed 24 April 2014]
- Shah, T., Burke, J. and Vilholth, K. (2007) *Groundwater : a global assessment of water management in agriculture*, Colombo: International Water Management Institute
- Shettima, A.G. and Tar, U.A. (2008) 'Farmer-Pastoralists Conflict in West Africa: Exploring the Causes and Consequences', *Information, Society and Justice*, 1&2:163-184
- Spore (2013a) 'Breeding: Improved Tilapia', *Spore* 162 / <http://spore.cta.int/en/component/content/article/38-spore/32/6878-breeding> [accessed 24 April 2014]
- Spore (2013b) 'Climate Risk Insurance in Ghana', *Spore* 167 / <http://spore.cta.int/en/component/content/article/37-spore/31/8011-biofuel> [accessed 24 April 2014]
- Sultan, B., Barbier, B., Fortilus, J., Mboye, S.M. and Leclerk, G. (2010) 'Estimating the Potential Economic Value of Seasonal Forecasts in West Africa: A Long Term Ex Ante Assessment in Senegal', *Weather, Climate and Society*, 2:69-87
- SWAC/OECD (2007) *Climate Change in West Africa*. SWAC Briefing Note No. 3, Paris, France: Sahel and West Africa Club of the Organization for Economic Cooperation and Development
- Takimoto, A., Nair, P.K.R. and Nair, V.D. (2008) 'Carbon Stock and Sequestration Potential of Traditional and Improved Agroforestry Systems in the West African Sahel', *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 125:159-166
- Tall, A. (2010) 'Climate Forecasting to Serve Communities in West Africa', *Procedia Environmental Sciences*, 1:421-431
- Tambo, J.A. and Abdoulaye, T. (2012) 'Climate Change and Technology Adoption: The Case of Drought Tolerant Maize in Rural Nigéria', *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 17:277-292
- Thornton, P. and Cramer, L. (eds) (2012) *Impact of Climate Change on the Agricultural and Aquatic Systems and Natural Resources within the CGIAR Mandate*. CCAFS Working Paper 23, Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security
- Thornton, P.K., Jones, P.G., Owiyo, T.M., Kruska, R.L., Herrero, M., Kristjanson, P., ... Omolo, A. (2006) *Mapping Climate Vulnerability and Poverty in Africa*. Report to the Department for International Development, Nairobi, Kenya: International Livestock Research Institute
- Thornton, P., Herrero, M., Freeman, A., Mwai, O., Rege, E., Jones, P. and McDermott, J. (2007) 'Vulnerability, Climate Change and Livestock: Research Opportunities and Challenges for Poverty Alleviation', *Journal of Semi-Arid Tropical Agricultural Research*, 4(1):1-23
- Thornton, P., Herrero, M. and Ericksen, P. (2011) *Livestock and Climate Change*. ILRI Issue Brief, Nairobi, Kenya: International Livestock Research Institute
- Torquebiau, E. (2013) *Agroforestry and Climate Change*, FAO Webinar, 5 February 2013, CIRAD - Agricultural Research for Development

- UNDESA (2008) *World Urbanization Prospects 2007*, New York, NY: United Nations Department of Economics and Social Affairs
- UNEP (2006) *Africa Environment Outlook: Our environment, Our Wealth*, Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme
- UNFCCC (2007) *Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and Adaptations in Developing Countries*, Bonn, Germany: United Nations Framework Convention on Climate Change Secretariat
- UNOWA (2007) *Urbanization and Insecurity in West Africa*. UNOWA Issue Paper, New York, NY: United Nations Office for West Africa
- Urama, K.C. and Ozor, N. (2010) *Impacts of Climate Change on Water Resources in Africa: The Role of Adaptation*, Nairobi, Kenya: African Technology Policy Studies Network
- Vanlauwe, B. (2004) 'Integrated Soil Fertility Management Research at TSBF: The Framework, the Principles and Their Application', in Bationo, A. (ed), *Managing Nutrient Cycles to Sustain Soil Fertility in Sub-Saharan Africa*, Nairobi, Kenya: Academy Science Publishers, pp.25-42
- Venot, J. and Dare, W. (2011) *Finding New Points of Influence: Rethinking How We Understand Policy*, presented at the 3rd International Forum on Water and Food, 14-17 November, Tshwane, South Africa: CGIAR Challenge Program on Water and Food, International Water Management Institute and Food and Agriculture and National Resources Policy Analysis Network
- Vitale, J.D., Vognan, G., Ouattara, M. and Traore, O. (2010) 'The Commercial Application of GMO Crops in Africa: Burkina Faso's Decade of Experience with Bt Cotton', *AgBioForum*, 13(4):320-332
- Waha, K., Muller, C., Bondeau, A., Dietrich, J.P., Kuluklasuriya, P., Heinke, J. and Lotze-Campen, H. (2013) 'Adaptation to Climate Change through the Choice of Cropping System and Sowing Date in Sub-Saharan Africa', *Global Environmental Change*, 23:130-143
- Warren, R., Arnell, N., Nicolls, R., Levy, P. and Price, J. (2006) Understanding the regional impacts of climate change: research report prepared for the Stern review on the economics of climate change, Research Working Paper 90, University of East Anglia, East Anglia: Tyndall Centre for Climate Change Research
- Weeratunge, N. and Snyder, K. (2009) *Gleaner, Fisher, Trader, Processor: Understanding Gendered Employment in the Fisheries and Aquaculture Sector*, presented at the FAO/IFAD/ILO Workshop on Gaps, Trends, and Current Research in Gender Dimensions of Agriculture and Rural Employment: Differentiated Pathways Out of Poverty, 31 March-2 April, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization, International Fund for Agricultural Development and International Labour Organization
- Wiggins, S. and Leturque, H. (2010) *Helping Africa to Feed Itself: Promoting Agriculture to Address Poverty and Hunger*. FAC Occasional Paper 002, Brighton, UK: Future Agricultures Consortium
- Williams, L. and Rota, A. (2010) *Impact of Climate Change on Fisheries and Aquaculture in the Developing World: Opportunities for Adaptation*, Rome, Italy: International Fund for Agricultural Development
- Woodfine, A. (2009) *Using Sustainable Land Management Practices to Adapt to and Mitigate Climate Change in Sub-Saharan Africa*. Resource Guide 1.0, Midrand, South Africa: TerrAfrica
- Woomer, P.L., Tieszen, L.L., Tappan, G., Toure, A. and Sall, M. (2004) 'Land Use Change and Terrestrial Carbon Stocks in Senegal', *Journal of Arid Environments*, 59:625-642
- World Bank (2010) *Economics of Adaptation to Climate Change in Ghana*, Washington DC: The World Bank
- World Bank (2011a) *Africa Development Indicators*, Washington DC: The World Bank
- World Bank (2011b) *Senegal: Climate Risk and Adaptation Profile*, Washington DC: The World Bank
- WorldFish (2009) *Climate Change: Research to Meet the Challenges Facing Fisheries and Aquaculture*, Penang, Malaysia: WorldFish
- www.climatefundsupdate, Climate Funds Update, Adaptation, accessed 20 December, 2012
- Ziervogel, G. and Opere, A. (eds) (2010) *Integrating Meteorological and Indigenous Knowledge Based Seasonal Climate Forecasts*. Learning Paper, Climate Change Adaptation in Africa Programme, Ottawa, Canada and London, UK: International Development Research Centre and Department for International Development
- Zorom, M., Barbier, B., Mertz, O. and Servat, E. (2013) 'Diversification and Adaptation Strategies to Climate Variability: A Farm Typology for the Sahel', *Agricultural Systems*, 116:7-15



Ce Document de travail a été rédigé par **Edward R. Rhodes, Abdulai Jalloh et Aliou Diouf** pour le **Conseil Ouest et Centre africain pour la recherche et le développement agricoles/West and Central African Council for Agricultural Research and Development (CORAF/WECARD)** et **Future Agricultures Consortium**. Tous ces rapports techniques de recherche sont revus par des pairs et sont accessibles dans un format en source libre. **Paul Cox** et **Beatrice Ouma** sont les rédacteurs en chef de cette série. Pour en savoir plus au sujet de cette série de Documents de travail, visitez [www.future-agricultures.org](http://www.future-agricultures.org)

Future Agricultures Consortium vise à encourager un débat critique et le dialogue politique sur l'avenir de l'agriculture en Afrique. Le Consortium est un partenariat entre plusieurs organisations africaines et britanniques de recherche. Le secrétariat de Future Agricultures Consortium est sis au sein de l'Université du Sussex, Brighton BN1 9RE UK T +44 (0) 1273 915670 E [info@future-agricultures.org](mailto:info@future-agricultures.org)

*Future Agricultures invite les lecteurs à citer ou à reproduire ses points info dans leurs propres publications. En échange, Future Agricultures Consortium demande d'être dûment cité en référence et de recevoir une copie de la dite publication.*

*Les opinions exprimées ne reflètent pas nécessairement les politiques officielles du gouvernement britannique.*