



HLPE
RAPPORT

3

Sécurité alimentaire et changement climatique

Un rapport du

Groupe d'experts de haut niveau

sur la sécurité alimentaire et la nutrition

Juin 2012

CSA

Comité de la sécurité
alimentaire mondiale

HLPE

Groupe d'experts
de haut niveau

Sécurité alimentaire et changement climatique

Un rapport du

Groupe d'experts de haut niveau

sur la sécurité alimentaire et la nutrition

Juin 2012

Comité directeur du Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition – (juin 2012)

M.S. Swaminathan (Président)
Maryam Rahmanian (Vice-Présidente)
Catherine Bertini
Tewolde Berhan Gebre Egziabher
Lawrence Haddad
Martin S. Kumar
Sheryl Lee Hendriks
Alain de Janvry
Renato Maluf
Mona Mehrez Aly
Carlos Perez del Castillo
Rudy Rabbinge
Huajun Tang
Igor Tikhonovich
Niracha Wongchinda

Équipe de projet du Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition

Gerald Nelson (Chef d'équipe)
Zucong Cai
Rashid Hassan
Charles Godfray
Maureen Santos
Hema Swaminathan

Le présent rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition a été approuvé par le Comité directeur du Groupe d'experts.

Les opinions qui y sont exprimées ne reflètent pas nécessairement l'avis officiel du Comité de la sécurité alimentaire mondiale et de ses membres et participants, ni celui du Secrétariat.

La reproduction du présent rapport et sa diffusion auprès d'un large public sont encouragées. Les utilisations à des fins non commerciales seront autorisées à titre gracieux sur demande. La reproduction pour la revente ou à d'autres fins commerciales, et notamment didactiques, pourra être soumise à des frais. Les demandes d'autorisation, de reproduction ou de diffusion sont à adresser par courriel à copyright@fao.org avec copie à cfs-hlpe@fao.org.

Référencement bibliographique:

HLPE, 2012. Sécurité alimentaire et changement climatique. Rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition du Comité de la sécurité alimentaire mondiale, Rome, 2012.

Table des matières

AVANT-PROPOS	9
RÉSUMÉ ET RECOMMANDATIONS	13
Principales observations.....	13
Recommandations.....	17
1. Intégrer la sécurité alimentaire et les préoccupations relatives au changement climatique	17
2. Renforcer la capacité d'adaptation des systèmes alimentaires au changement climatique	18
3. Élaborer des stratégies agricoles à faibles émissions, qui ne compromettent pas la sécurité alimentaire	22
4. Recueillir des informations au niveau local, partager les connaissances au niveau mondial et réorienter la recherche pour viser un ensemble d'objectifs plus complexe	24
5. Faciliter la participation de toutes les parties prenantes à la prise de décision et à la mise en œuvre.....	26
6. Recommandations à l'intention du CSA	27
INTRODUCTION	29
1 LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET NUTRITIONNELLE AUJOURD'HUI: ÉVALUER LES VULNÉRABILITÉS	31
1.1 Le point sur la sécurité alimentaire	31
1.2 Vulnérabilité, insécurité alimentaire et changement climatique.....	33
1.2.1 Systèmes alimentaires et changement climatique	36
1.2.2 Le rôle des femmes dans la production agricole.....	39
1.2.3 Les effets biologiques du changement climatique sur les cultures, le bétail et les systèmes agricoles	40
1.2.4 Preuves des effets du changement climatique sur la production agricole	42
1.2.5 Effets du changement climatique et interventions en faveur de la sécurité alimentaire, du producteur au consommateur.....	43
1.2.6 Changement climatique et moyens d'existence	44
1.3 Messages stratégiques	46
2 ÉVALUER LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET NUTRITIONNELLE DEMAIN: SCÉNARIOS PLAUSIBLES POUR L'AVENIR	49
2.1 Introduction	49
2.2 Scénarios climatiques et vulnérabilité de la sécurité alimentaire et nutritionnelle au changement climatique	50

2.3	Effets prévus par les différents scénarios: régions, systèmes et populations vulnérables	51
2.3.1	Régions vulnérables	52
2.3.2	Systèmes vulnérables	52
2.3.3	Taille des exploitations	53
2.3.4	Urbanisation.....	54
2.3.5	Conflits	54
2.4	Scénarios combinant effets biophysiques et effets socioéconomiques	55
2.4.1	Scénarios qui combinent vulnérabilité actuelle et disponibilité future	55
2.4.2	Scénarios qui combinent les avenir biophysiques et les avenir socioéconomiques	55
2.5	Problèmes relatifs aux données et à la modélisation	57
2.6	Messages stratégiques	58
3	ADAPTATION: RÉPONSES POSSIBLES AUX DÉFIS QUE REPRÉSENTE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE	59
3.1	Introduction	59
3.2	Adaptation contemporaine	61
3.3	Accroître la résilience générale du système alimentaire	62
3.4	Que peuvent faire les agriculteurs pour s'adapter au changement climatique?.....	64
3.5	Comment aider les producteurs d'aliments à s'adapter au changement climatique?	66
3.5.1	Évaluer régulièrement les risques et les vulnérabilités liés au changement climatique...	66
3.5.2	Moderniser les services de vulgarisation	66
3.5.3	Améliorer l'accès aux ressources génétiques et la compréhension de leurs caractéristiques.....	66
3.5.4	Exploiter la disponibilité croissante des technologies de l'information	67
3.5.5	Favoriser l'investissement des petits exploitants.....	67
3.5.6	Explorer le potentiel de régimes d'assurance novateurs pour la gestion des risques météorologiques	68
3.5.7	Élaborer des politiques intégrées d'utilisation des terres reposant sur une approche paysagère	68
3.5.8	Renforcer la résilience des populations face à un risque de pénurie d'eau accentué par le changement climatique.....	69
3.5.9	Le changement climatique et l'eau dans les zones côtières	71
3.6	L'adaptation au changement climatique dans la chaîne alimentaire	72

3.6.1	Améliorer l'infrastructure de transport et de commercialisation en mettant l'accent sur la résilience.....	72
3.6.2	Faciliter le stockage.....	73
3.6.3	Évaluer le potentiel des changements de régimes alimentaires en tant que moyen d'adaptation au changement climatique.....	73
3.6.4	Approuver un régime commercial international qui facilite l'adaptation.....	73
3.7	Les défis de la recherche sur l'adaptation.....	74
3.8	Messages stratégiques.....	75
4	AGRICULTURE ET ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE: OPTIONS D'ATTÉNUATION OFFRANT DES SYNERGIES POUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE	79
4.1	Introduction.....	79
4.2	La contribution actuelle de l'agriculture aux émissions de gaz à effet de serre.....	79
4.2.1	Les émissions de méthane issues de l'agriculture.....	81
4.2.2	Les émissions d'oxyde nitreux issues de l'agriculture.....	81
4.3	Les émissions de GES dues aux changements d'affectation des terres.....	82
4.4	Options d'atténuation et sécurité alimentaire.....	82
4.4.1	Limitier les changements d'affectation des terres en faveur de l'agriculture.....	83
4.4.2	Adopter des pratiques agricoles qui augmentent la teneur en carbone des sols dégradés.....	84
4.4.3	Améliorer la gestion des animaux et des effluents d'élevage.....	84
4.4.4	Améliorer la gestion de l'eau.....	85
4.4.5	Gestion des éléments nutritifs.....	85
4.4.6	Utilisation des résidus de récolte.....	86
4.4.7	Comparer les systèmes et les produits agricoles.....	86
4.4.8	Gérer la consommation alimentaire de façon à réduire les émissions et à améliorer l'efficacité des systèmes alimentaires.....	87
4.4.9	Les biocarburants constituent-ils une option d'atténuation?.....	87
4.4.10	Coûts et instruments de mesure permettant d'évaluer conjointement atténuation et sécurité alimentaire.....	89
4.4.11	Aider les agriculteurs à changer.....	90
4.5	Recommandations générales.....	90

5	COORDINATION ET COHÉRENCE DES POLITIQUES ET DES INTERVENTIONS RELATIVES À LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	93
5.1	Quatre principes pour l'élaboration de politiques et d'interventions	93
5.2	Des partenariats transparents, équitables et efficaces pour une recherche et un développement agricoles sensibles aux enjeux du climat	94
5.2.1	Encourager le débat sur les rôles respectifs du secteur public et du secteur privé dans la sauvegarde de la sécurité alimentaire dans le contexte du changement climatique.....	95
5.2.2	Coopérer en faveur de la recherche.....	95
5.2.3	Coopérer en faveur de la vulgarisation	96
5.2.4	Renforcement des capacités	96
5.3	Améliorer la base de données probantes aux fins de l'élaboration de politiques.....	97
5.3.1	Une collecte de données plus fructueuse, plus efficace et plus coordonnée	97
5.3.2	Évaluer les interventions et contrôler les performances	98
5.3.3	Réorienter la recherche afin de cibler un ensemble d'objectifs plus complexe.....	98
5.4	L'agriculture et les négociations sur le changement climatique	99
5.5	Recommandations à l'intention du CSA	100
	BIBLIOGRAPHIE.....	102
	REMERCIEMENTS.....	112
	ANNEXE	113
	A1. Le cycle des projets du Groupe d'experts de haut niveau.....	113

Liste des figures

Figure 1.	Impact net estimatif de l'évolution du climat pour la période 1980-2008 sur le rendement agricole moyen des grands producteurs et de la production mondiale.....	43
Figure 2.	Pertes, conversions et gaspillages dans la chaîne alimentaire mondiale - de la production à la consommation nette des ménages.....	44
Figure 3.	Évolution des précipitations annuelles moyennes (mm), 2000-2050, scénario A1B du GIEC	51
Figure 4.	Effets sur le rendement, cultures pluviales de maïs, scénario A1B du GIEC	53
Figure 5.	Vulnérabilités liées à l'évolution de la durée de la période végétative	55
Figure 6.	Production de biocarburants, 1980-2011	88
Figure 7.	Cycle des projets du Groupe d'experts de haut niveau.....	115

Liste des tableaux

Tableau 1. Statistiques choisies sur la pauvreté et la sécurité alimentaire	32
Tableau 2. Estimations mondiales de la sous-alimentation (faim), 1969-2010	32
Tableau 3. Le visage changeant de la pauvreté	35

Liste des encadrés

Encadré 1. Qu'est-ce qu'une « petite exploitation »?	37
Encadré 2. Au Ghana, les événements météorologiques extrêmes touchent les femmes plus durement que les hommes	38
Encadré 3. Les aliments récoltés dans la nature et le changement climatique	44
Encadré 4. Terminologie de l'adaptation.....	60
Encadré 5. Adaptation contemporaine: deux exemples	62
Encadré 6. Options d'adaptation au changement climatique	64
Encadré 7. Amoindrissement des eaux souterraines en Inde	70
Encadré 8. Un million de citernes rurales dans les régions semi-arides du Brésil	70
Encadré 9. Halophytes	71
Encadré 10. Une autre gestion du riz pour réduire les émissions de méthane	85

AVANT-PROPOS

Le Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition (HLPE) a été créé en 2010 dans le cadre de la réforme du Comité de la sécurité alimentaire mondiale (CSA). Son rôle premier est de fournir des analyses et des conseils stratégiques afin d'éclairer l'élaboration des politiques et les activités du CSA, à la demande de ce dernier. Le Groupe d'experts de haut niveau fait ainsi office d'interface scientifico-politique pour le CSA, et aide ce faisant à créer des synergies entre, d'une part, les sciences et, de l'autre, les politiques et les interventions publiques. Le Groupe d'experts de haut niveau est piloté par un Comité directeur composé de quinze experts éminents venus des quatre coins de la planète, que j'ai l'honneur de présider.

Nos rapports sont déterminés par la demande; ils sont élaborés à la demande expresse du CSA et sont examinés lors de ses séances plénières annuelles. En 2010, le Groupe d'experts de haut niveau a publié deux rapports, le premier consacré aux régimes fonciers et aux investissements internationaux dans le secteur agricole, et le second à la volatilité des prix et à la sécurité alimentaire. Ces rapports ont alimenté les débats du CSA à sa trente-septième session, tenue en octobre 2011. Ils ont été hautement appréciés en raison de leur actualité et de la faisabilité de leur mise en œuvre.

À sa session d'octobre 2010, le CSA a demandé au Groupe d'experts de haut niveau de rédiger deux rapports, l'un sur le changement climatique et l'autre sur la protection sociale, tous deux dans le contexte de la sécurité alimentaire. Ces rapports sont présentés cette année.

L'insécurité alimentaire et le changement climatique sont, plus que jamais, les deux grands défis mondiaux auxquels doit faire face l'humanité, et le changement climatique est de plus en plus considéré comme l'une des plus grandes menaces qui pèsent sur la sécurité alimentaire. C'est la raison pour laquelle, en 2010, le Comité a demandé au Groupe d'experts de haut niveau de travailler sur le changement climatique et la sécurité alimentaire et, plus spécifiquement, de « *passer en revue les évaluations existantes et les initiatives concernant les effets du changement climatique sur la sécurité alimentaire et la nutrition, et [de] s'intéresser notamment aux régions et aux populations les plus touchées et les plus vulnérables, au point d'intersection entre le changement climatique et la productivité agricole, y compris les défis et les possibilités que représentent les politiques d'atténuation et d'adaptation, et aux mesures en faveur de la sécurité alimentaire et de la nutrition* ».

Le présent rapport, intitulé « Changement climatique et sécurité alimentaire », a été finalisé et approuvé par le Comité directeur à sa session tenue à St Petersburg (Russie), du 5 au 8 juin 2012.

Le Groupe d'experts de haut niveau attache autant d'importance au processus¹ d'élaboration de ses rapports qu'au produit fini. Afin de favoriser la transparence et l'ouverture à toutes les formes de connaissances, il mène de vastes consultations par voie électronique et soumet ses travaux à l'examen de pairs. Il s'agit là, et nous en sommes convaincus, d'un gage de qualité, de pertinence et de légitimité scientifique pour nos rapports.

L'équipe de projet responsable de l'élaboration de ce rapport, dirigée par M. Gerald Nelson (États-Unis), était composée des membres suivants: Zucong Cai (Chine), Charles Godfray (Royaume-Uni), Rashid Hassan (Soudan et Afrique du Sud), Maureen Santos (Brésil) et Hema Swaminathan (Inde). Les activités de contrôle du Comité directeur pour ce rapport ont été coordonnées par le Professeur Huajun Tang. Au nom du Comité directeur, je tiens à adresser mes remerciements à l'équipe de projet ainsi qu'au Professeur Huajun Tang et à tous les membres du Comité directeur pour leur participation active à la préparation et à la finalisation de ce rapport. Mes remerciements les plus sincères vont également à Vincent Gitz, coordonnateur et responsable du secrétariat du Groupe d'experts de haut niveau, pour ses efforts inlassables et son travail exceptionnel; sans lui, ce rapport n'aurait pu être terminé dans les délais impartis. Et surtout, nous devons énormément à tous ceux qui, de manière anonyme, ont participé à nos consultations électroniques ouvertes et à nos examens collégiaux. Leurs commentaires et leurs contributions nous ont été extrêmement précieux, et constituent sans aucun doute l'une des forces indiscutables de notre processus et l'un des fondements de la qualité de notre travail.

L'impact pluridimensionnel du changement climatique sur la vie sur notre planète est étudié en détail par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et examiné à l'occasion des sessions annuelles de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), adoptée à Rio de Janeiro en 1992. Cette année marque le vingtième anniversaire de la Conférence de Rio, et à l'heure où nous publions ce rapport, un vaste débat a été mené à la Conférence Rio+20 sur les progrès réalisés en matière d'atténuation du changement climatique et d'adaptation à ses conséquences, comme l'augmentation des températures moyennes, l'évolution néfaste des précipitations, l'élévation du niveau des mers et les préoccupations relatives à l'incidence des événements climatiques extrêmes comme les sécheresses, les inondations et les tempêtes côtières. Les tendances actuelles au réchauffement climatique étant essentiellement dues à des facteurs anthropogéniques, seule l'intervention de l'homme peut permettre d'atténuer les effets néfastes du changement climatique.

¹ Ce processus est décrit en détail à l'annexe.

En 1979, j'ai été invité par l'Organisation météorologique mondiale à donner une conférence plénière sur le thème « Climat et agriculture » à l'occasion de la Conférence mondiale sur le climat organisée à Genève. En 1989, j'ai une nouvelle fois été invité à donner une conférence plénière par cette même organisation, mais cette fois sur le thème « *Changement* climatique et agriculture ». Ainsi, en dix ans, le *changement* climatique s'est imposé au cœur des débats des conférences sur le climat de l'Organisation météorologique mondiale. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a été créé en 1988 pour fournir des évaluations scientifiques de l'évolution du climat mondial et de ses implications pour le bien-être de l'homme; grâce à ses travaux, le changement climatique et ses manifestations potentielles sont aujourd'hui beaucoup mieux connus. Le GIEC a également contribué à placer le changement climatique en tête des préoccupations politiques et à y sensibiliser l'opinion publique.

Nous espérons que notre rapport aidera à faire prendre conscience de l'importance fondamentale d'associer les problématiques de la sécurité alimentaire et du changement climatique. Ces défis sont inextricablement liés et il doit en être de même, selon nous, des réponses qui y seront apportées.

Le présent rapport appelle l'attention sur le besoin urgent d'agir à tous les niveaux, depuis les communautés locales jusqu'aux organisations internationales. Chaque pays devra mettre au point sa propre stratégie pour gérer le changement climatique et ses risques. La capacité de faire face des pauvres devra être renforcée, car les pays pauvres et les populations pauvres de tous les pays seront les premières victimes des effets néfastes du changement climatique, et les plus durement touchées. Des mesures préventives seront nécessaires pour préserver la vie et les moyens d'existence des communautés côtières. Les États devront être préparés, le cas échéant, à réinstaller les « réfugiés climatiques ». Dans les zones rurales de la plupart des pays en développement, l'agriculture constitue la principale source de subsistance; c'est la raison pour laquelle la production alimentaire doit, dans la mesure du possible, être protégée des effets négatifs du changement climatique. L'Afrique subsaharienne et l'Asie du Sud comptent parmi les régions les plus vulnérables aux modifications des températures et des précipitations, et c'est également dans ces régions que les taux de malnutrition sont les plus élevés. Une action concertée de la communauté internationale est dès lors essentielle pour éviter que le changement climatique ne se transforme en catastrophe majeure.

Nous espérons que notre étude aidera les États membres du CSA à élaborer des stratégies pour une agriculture et une sécurité alimentaire plus résilientes face au changement climatique. Cette année, un dialogue sur l'agriculture et la sécurité alimentaire a été engagé dans le cadre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Les discussions ont été entamées à Bonn en mai 2012 et se poursuivront à Doha vers la fin de l'année. J'espère que dans le cadre de ces délibérations, nos suggestions recevront l'attention qu'elles méritent, pour favoriser la sécurité alimentaire, une agriculture intelligente face au climat et des

systemes alimentaires résilients. L'échec des stratégies d'adaptation et d'atténuation mettrait en péril la sécurité alimentaire et hydrique et les moyens d'existence, avec de graves conséquences pour la vie de millions d'enfants, de femmes et d'hommes de notre planète.

Pour conclure, je tiens à exprimer ma gratitude au Président et aux membres du CSA, du Bureau du CSA et de son Groupe consultatif, pour leurs conseils et leurs encouragements.

A handwritten signature in black ink, reading "M. S. Swaminathan". The signature is written in a cursive, flowing style.

M. S. Swaminathan, le 22 juin 2012

RÉSUMÉ ET RECOMMANDATIONS

Bon nombre des ressources indispensables à une sécurité alimentaire durable étant déjà soumises à une forte pression, les défis de la sécurité alimentaire sont gigantesques. Ces défis seront plus difficiles encore à relever en raison du changement climatique, qui réduit la productivité de la majorité des systèmes alimentaires existants et compromet les moyens d'existence de populations qui sont déjà exposées à l'insécurité alimentaire. La probabilité que les nations de la planète parviennent à atteindre l'objectif de 2 °C maximum d'augmentation moyenne des températures fixé lors des négociations de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) à Cancun s'amenuise avec le temps; si les négociations relatives aux politiques climatiques mondiales devaient échouer, des augmentations de température de l'ordre de 4 °C d'ici à la fin du siècle (ce qui correspond à la meilleure estimation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour les scénarios d'augmentation des émissions) ne peuvent être écartées. Alors que ces augmentations pourraient dans certains cas se révéler bénéfiques, les populations de certaines régions souffriront plus que d'autres de l'évolution des températures moyennes et des précipitations. En outre, la perspective d'une plus grande variabilité et d'un accroissement du nombre d'événements météorologiques extrêmes signifie que la gestion des risques, tant au niveau local qu'international, revêtera une importance plus grande encore qu'aujourd'hui.

La croissance démographique se poursuivra jusqu'en 2050 et s'accompagnera de niveaux d'urbanisation sans précédent. Ces changements se produiront principalement dans les pays actuellement en développement, dont beaucoup accèderont très probablement au statut de pays à revenu intermédiaire. Il résultera de tout ceci une augmentation rapide de la demande de denrées alimentaires, tant sur le plan de la quantité que sur celui de la qualité. Dans le même temps, les politiques gouvernementales visant à accroître la proportion de biocarburants dans la consommation énergétique compromettent un peu plus encore notre capacité collective d'instaurer une sécurité alimentaire durable.

Le changement climatique que nous connaissons aujourd'hui est la conséquence des émissions de gaz à effet de serre (GES) découlant de l'activité humaine. Selon le GIEC, la majeure partie de l'augmentation des températures moyennes mondiales observée depuis le milieu du XX^e siècle est très probablement due à l'augmentation des concentrations de GES anthropiques. Les activités agricoles, y compris leurs effets indirects, déboisement et autres formes de changement d'utilisation des terres, représentent un tiers environ du potentiel de réchauffement planétaire causé par les émissions de GES aujourd'hui; il est dès lors essentiel, dans le cadre de l'effort général visant à ralentir le rythme du changement climatique, de réduire les émissions directes et indirectes attribuables à l'agriculture.

Principales observations

1. En matière de sécurité alimentaire, la vulnérabilité face au changement climatique commence au niveau des exploitations individuelles, avec les effets biophysiques de ce phénomène sur les végétaux, les animaux et les systèmes dans lesquels les activités y afférentes y sont conduites. Ces effets altèrent les moyens d'existence de manière directe dans les zones rurales et de manière indirecte dans les zones urbaines. Les marchés internationaux propagent les effets du changement climatique, qui peuvent alors avoir des répercussions, positives ou négatives, sur la sécurité alimentaire locale, en modifiant les prix intérieurs et en influant sur les moyens d'existence.
2. Les effets du changement climatique sur les végétaux, les animaux et les systèmes naturels sont multiples. L'évolution des températures et des régimes de précipitations peut avoir un impact considérable sur la productivité agricole. Les effets de l'évolution des moyennes de température sont

importants, mais d'autres effets sont également à prendre en compte. De manière générale, on ne sait que très peu de choses de l'impact du changement climatique sur les organismes nuisibles et les maladies des cultures, du bétail et des poissons, mais il pourrait bien être considérable. Au cours des prochaines décennies, le changement climatique soumettra les animaux et les végétaux à des stress multiples dans de nombreux systèmes agricoles et aquatiques; on connaît encore très mal les effets que ces différents stress, ajoutés les uns aux autres, peuvent avoir. Le changement climatique devrait encore accentuer l'irrégularité des précipitations, qui nuit déjà aux moyens d'existence et à la production d'un grand nombre de familles rurales.

3. Il est indispensable d'envisager le phénomène sous l'angle de la vulnérabilité sociale afin de comprendre pourquoi les individus, les ménages ou les communautés ne sont pas tous exposés aux mêmes risques en matière de sécurité alimentaire, même lorsqu'ils se trouvent dans la même région géographique. La vulnérabilité à l'insécurité alimentaire trouve son origine dans des facteurs biophysiques et socioéconomiques, qui ont des effets tant sur la nutrition que sur les moyens d'existence. Du fait de conditions de vulnérabilité préexistantes, les populations pauvres sont davantage exposées aux effets du changement climatique lorsque celui-ci entraîne une dégradation de la situation sociale, économique ou agroenvironnementale.

4. Selon toute vraisemblance, les pauvres et les autres groupes vulnérables seront exposés à un risque d'insécurité alimentaire élevé du fait du changement climatique. Qui sont les pauvres? Ce sont les populations qui ont peu de ressources et de faibles perspectives de revenus, notamment les petits agriculteurs et les sans-terres des campagnes, ou encore les peuples autochtones et les groupes ethniques marginalisés. Aujourd'hui, il s'agit essentiellement de femmes et d'enfants et de personnes vivant dans des zones rurales, mais la part de la pauvreté urbaine ne cesse de croître et les pauvres s'urbanisent plus rapidement que le reste de la population. D'un point de vue géographique, la vaste majorité des pauvres se situe dans deux régions (l'Afrique subsaharienne et l'Asie du Sud) dans lesquelles le changement climatique se manifestera probablement de manière particulièrement prononcée; mais l'insécurité alimentaire existe même dans les pays les plus riches, et il est possible qu'à l'avenir, certaines voies de développement qui renforcent les inégalités, laissent les groupes marginalisés à l'écart ou entraînent une détérioration de l'environnement, exposent du même coup un plus grand nombre de personnes à l'insécurité alimentaire liée au changement climatique. Les petits exploitants et les travailleurs sans terres, qui ne disposent que de peu de ressources propres et sont souvent laissés en marge des activités publiques et privées, sont particulièrement sensibles aux effets socioéconomiques du changement climatique, en particulier si l'augmentation de l'instabilité ne s'accompagne pas de dispositifs de protection sociale plus efficaces (voir le rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition intitulé « La protection sociale pour la sécurité alimentaire »). Dans les régions arides et semi-arides, où vivent plus de 40 pour cent de la population mondiale et plus de 650 millions de personnes parmi les plus pauvres et les plus exposées à l'insécurité alimentaire, l'agriculture est particulièrement vulnérable face aux risques liés à l'évolution et à l'instabilité du climat, et en particulier aux sécheresses. Dans certaines régions du monde, une grande partie de la production agricole est concentrée dans les basses terres côtières et dans les endroits où la densité de population est élevée. Dans ces régions, et particulièrement dans les petits États insulaires, ce sont l'intrusion saline, l'élévation du niveau de la mer et l'augmentation de la fréquence des inondations qui constituent les grandes menaces du changement climatique.

5. L'adaptation des systèmes alimentaires nécessitera des ajustements sociaux, économiques et biophysiques complexes de la production, de la transformation et de la consommation alimentaires. Dans les régions et pour les populations les plus pauvres et les plus vulnérables, ces changements seront particulièrement difficiles à réaliser. En outre, les modèles sur le changement climatique laissent penser que celui-ci devrait avoir de lourdes conséquences dans les régions tropicales, notamment en asséchant davantage encore les zones tropicales arides. Bon nombre des pays les plus pauvres se trouvent dans ces régions, et ce sont donc les nations les moins à même de s'adapter qui seront les plus touchées. Il est dès lors indispensable, si l'on entend accomplir des

progrès dans la réalisation des objectifs du Millénaire pour le développement liés à la pauvreté et à la faim, de permettre aux pays les moins avancés de mettre en place des stratégies d'adaptation efficaces. Mais tôt ou tard, tous les pays auront à faire face au changement climatique.

6. De grandes incertitudes planent toujours sur la forme que prendra le changement climatique, incertitudes encore amplifiées à l'échelon régional et local, où des décisions individuelles sont prises par les différents acteurs. L'adaptation doit dès lors être envisagée dans le contexte plus large de la construction d'un système alimentaire plus résilient. Le manque de durabilité de la production alimentaire est l'une des principales menaces pour sa résilience; il convient donc de tenter d'apporter une solution à ce problème en modifiant notre manière de produire les denrées alimentaires, en maîtrisant la demande de denrées comme les produits de ruminants, dont la production génère d'importantes émissions de GES, et en repensant le mode d'organisation des systèmes alimentaires nationaux et internationaux. Définir et encourager des pratiques de production et de distribution qui soient plus efficaces sur le plan des ressources et qui aient *également* moins d'effets négatifs sur l'environnement doit être une priorité absolue. Compte tenu de la diversité des contextes sociaux et environnementaux dans lesquels s'inscrit la production alimentaire, les méthodes permettant d'améliorer la durabilité différeront. Il n'existe pas de solution unique, universellement applicable, et une base de connaissances plus solide et plus perfectionnée est indispensable pour guider la mise en œuvre de mesures plus appropriées et spécifiques à chaque contexte. Les communautés les plus exposées à l'insécurité alimentaire se trouvent en général dans les pays à faible revenu. La plupart des mesures qui favorisent le développement durable en mettant l'accent sur l'amélioration des moyens d'existence des segments les plus pauvres de la société permettront de renforcer la résilience et faciliteront l'adaptation au changement climatique.

7. Parmi les exemples de stratégies d'adaptation au niveau de la communauté, citons l'amélioration des pratiques de gestion de l'eau (par exemple la construction d'infrastructures permettant d'améliorer l'efficacité des systèmes d'irrigation ainsi que le captage, le stockage et l'utilisation de l'eau à petite échelle), l'adoption de pratiques visant à conserver l'humidité du sol, les matières organiques et les éléments nutritifs, la culture de variétés à cycle court et la création de banques communautaires de semences et de céréales. Les agriculteurs et les producteurs ne peuvent réussir seuls à s'adapter au changement climatique: ils doivent être soutenus par leur gouvernement et par le secteur privé, et les organisations de la société civile ont elles aussi un rôle important à jouer.

8. L'agriculture est un facteur important du changement climatique. Les cultures et l'élevage sont aujourd'hui responsables de 15 pour cent environ des émissions totales de GES à l'échelle mondiale. L'agriculture est source d'émissions directes de GES: flux de méthane (CH₄) dégagés par les rizières inondées et le bétail, dégagements d'oxyde nitreux (N₂O) découlant de l'utilisation d'engrais azotés organiques et inorganiques, et émissions de dioxyde de carbone (CO₂) issues de la perte de carbone organique du sol, résultat de certaines pratiques agricoles dans les terres arables et d'une plus grande intensité de pâturage dans les couverts herbacés. L'agriculture engendre aussi des émissions qui sont prises en compte dans d'autres secteurs (industrie, transport, fourniture d'énergie, etc.), provenant de la production d'engrais, d'herbicides et de pesticides ainsi que de la consommation d'énergie nécessaire au labourage, à l'irrigation, à la fertilisation, à la récolte et au transport. Le changement d'affectation des terres, qui découle essentiellement de l'expansion des zones agricoles, vient encore ajouter 15 à 17 pour cent à ces chiffres. Enfin, tout accroissement à venir des revenus et de la population fera grimper en flèche les émissions agricoles, à moins que des stratégies de croissance à faibles émissions soient mises en place pour l'agriculture.

9. Les conséquences spectaculaires des changements d'affectation des terres sur les émissions de GES² montrent combien il importe d'adopter des stratégies de développement agricole qui limitent la conversion des terres non agricoles à des fins agricoles.

10. À l'avenir, on peut s'attendre à ce que les augmentations directes des émissions agricoles de GES (CH₄ et N₂O) se concentrent dans les régions dans lesquelles la production agricole augmente. Les politiques et les programmes visant à maîtriser les émissions de CH₄ et de N₂O revêtiront donc une importance particulière.

11. Pour comparer les pratiques et les systèmes, il est indispensable d'envisager l'ensemble des émissions, qu'elles soient générées directement ou indirectement. Il est urgent de mieux évaluer les différents systèmes agricoles, en tenant compte de l'ensemble des émissions, directes et indirectes.

12. La production de produits animaux à partir d'intrants végétaux et d'aliments pour animaux fait intervenir des processus biologiques et engendre des besoins et des pertes énergétiques, ce qui signifie qu'une calorie de produit animal nécessite la production, en amont, de plus d'une calorie d'origine végétale pour nourrir l'animal. Le niveau d'émissions associé à un régime alimentaire donné dépend donc en grande partie de la part de produits animaux qu'il contient. Un ralentissement de l'augmentation de la demande mondiale de produits animaux contribuera donc également à ralentir l'augmentation des émissions issues des secteurs de l'alimentation et de l'agriculture. Toutefois, les moyens d'existence de nombreuses personnes sont tributaires de l'élevage, et les ruminants, qui sont capables de digérer la cellulose et les résidus agricoles, sont des animaux très utiles. En outre, dans les pays en développement où les régimes alimentaires autochtones reposent en particulier sur les protéines animales, les protéines de haute qualité fournies par les produits d'origine animale (lait, viande et œufs) aideront à améliorer les niveaux de nutrition.

13. La réduction des pertes et du gaspillage de produits alimentaires peut également contribuer de manière sensible à la réduction des émissions de GES.

14. Ces dix dernières années, la quantité de terres arables consacrée aux cultures destinées aux biocarburants (éthanol et biodiesel) a très considérablement augmenté. Les politiques en matière de biocarburants ont été critiquées au motif qu'elles pouvaient entraîner une augmentation des prix des denrées alimentaires (et, partant, réduire la sécurité alimentaire) et qu'elles faisaient peu pour réduire les émissions de GES, voire qu'elles pouvaient contribuer à les faire augmenter. D'après les éléments de preuve disponibles, il y a peu de raisons de penser que la majorité des politiques actuelles associées aux biocarburants de première génération contribuent à l'atténuation du changement climatique. Dans une étude qui sera publiée en 2013, le Groupe d'experts de haut niveau examinera le rôle des biocarburants en ce qui concerne la sécurité alimentaire.

² Parmi les autres conséquences négatives, citons la perte de biodiversité et les modifications de la disponibilité des eaux souterraines et de surface.

Recommandations

1. Intégrer la sécurité alimentaire et les préoccupations relatives au changement climatique

Les politiques et les programmes visant à faire face au changement climatique et ceux qui sont nécessaires à une sécurité alimentaire durable doivent être complémentaires et non indépendants. Le changement climatique est une des nombreuses menaces qui pèsent sur la sécurité alimentaire. En règle générale, les interventions ayant pour objectif de renforcer la résilience des systèmes alimentaires contribuent également à l'adaptation au changement climatique. Les efforts mis en œuvre pour accroître uniquement les dépenses consacrées à l'adaptation seraient plus efficaces s'ils visaient à augmenter les dépenses consacrées à la sécurité alimentaire durable en général, en accordant une attention particulière aux menaces particulières et incertaines découlant du changement climatique et qui exigent que l'on agisse aujourd'hui (secteur public, secteur privé et autres secteurs). Les agriculteurs devraient être placés au centre de ces initiatives, et il faudrait élaborer des approches adaptées aux réalités locales qui répondent aux besoins des communautés concernées et qui reposent sur leurs connaissances.

1 a) Accroître immédiatement les investissements en faveur de la sécurité alimentaire et de la résilience face au changement climatique

Même si l'on ne tient pas compte des menaces liées au changement climatique, il faudra des investissements beaucoup plus importants pour améliorer la productivité et atteindre ainsi les objectifs de sécurité alimentaire. Ces investissements doivent également viser à améliorer la résilience du système alimentaire dans son ensemble.

Les investissements consacrés aux infrastructures matérielles qui permettent aux producteurs d'aliments de rester connectés aux marchés et aux vastes zones urbaines d'être approvisionnées en nourriture, sont indispensables pour assurer la résilience du système alimentaire dans son ensemble et la sécurité alimentaire. Des investissements sont notamment nécessaires pour améliorer les infrastructures de transport et de commercialisation.

L'augmentation probable de la fréquence des événements météorologiques extrêmes accentuera le risque de perturbation des réseaux d'approvisionnement, c'est pourquoi il sera crucial de diversifier les sources d'approvisionnement. Les intermédiaires et les détaillants de la chaîne alimentaire peuvent avoir besoin d'accéder à des stocks de réserve plus importants. Des investissements sont également nécessaires pour faciliter la gestion des stocks et réduire les pertes de produits alimentaires.

1 b) Réorienter la recherche en matière d'adaptation et d'atténuation afin de cibler un ensemble d'objectifs plus complexe, et investir dans la recherche publique sur l'adaptation

La recherche en agriculture devrait intégrer pleinement les aspects liés à l'adaptation au changement climatique et à l'atténuation de ses effets. Bien que les recherches visant à accroître les rendements soient essentielles pour atteindre des objectifs de sécurité alimentaire plus généraux, il est indispensable de réorienter la recherche continuellement et de manière accélérée afin de viser un ensemble d'objectifs plus complexe pour mettre en place un système de production alimentaire durable et faire face au changement climatique. L'évaluation des cultures négligées, la productivité des cultures de fruits et légumes, les effets des combinaisons de stress, la biodiversité et l'efficacité des systèmes agricoles ainsi que la fourniture efficace de services écosystémiques méritent une attention accrue.

Les recherches consacrées aux pratiques d'atténuation doivent tenir compte de l'impact de ces pratiques sur la sécurité alimentaire.

Une réorientation de la recherche nécessitera, dès le départ, un engagement significatif auprès des agriculteurs et des bénéficiaires visés, ainsi qu'un véritable dialogue qui permettra de comprendre leurs besoins, en tenant compte de la difficulté qui peut exister à obtenir l'avis des femmes et des groupes défavorisés.

1 c) Moderniser les services de vulgarisation

Il faut de toute urgence mettre en place des services de vulgarisation modernes, redynamisés, reposant sur différents modèles de financement qui peuvent faire appel au secteur public, au secteur privé et à la société civile, pour faire face aux défis que représente le changement climatique pour la sécurité alimentaire. Afin de garantir l'adoption de technologies permettant d'améliorer la productivité et la capacité d'adaptation, les programmes de vulgarisation doivent cibler ceux qui prennent les décisions de gestion. Au XXI^e siècle, un service de vulgarisation doit travailler en étroite collaboration avec le secteur de la recherche, le secteur privé et la société civile, de façon à renforcer les compétences qui permettront d'accroître durablement les rendements et de relever les défis du changement climatique.

1 d) Renforcer les capacités

De nombreux pays manquent de capacités matérielles, institutionnelles, sociales, biologiques et humaines pour faire face au changement climatique et aux défis de la sécurité alimentaire. Il est également essentiel d'investir dans le capital humain, en particulier l'éducation et les infrastructures de santé, pour renforcer la résilience à l'insécurité alimentaire, sensibiliser aux risques inhérents au changement climatique et y répondre efficacement.

L'information en matière d'adaptation et d'atténuation constitue un élément essentiel pour renforcer la résilience et la capacité des populations et des États à anticiper et à gérer le changement climatique. Les systèmes de connaissances sur le changement climatique sont dynamiques, et de nouveaux voient le jour à mesure que les informations et les données de recherche deviennent disponibles. Les gouvernements et les autres acteurs doivent rendre leurs capacités en matière de collecte d'informations plus réactives et innovantes et mettre en place des systèmes de gestion et de diffusion de l'information touchant toutes les audiences, avec une attention particulière pour les groupes les plus vulnérables.

Des efforts systématiques pour renforcer ces capacités sont requis de toute urgence.

2. Renforcer la capacité d'adaptation des systèmes alimentaires au changement climatique

Les effets néfastes du changement climatique se font déjà sentir dans certaines régions, et à terme, les conséquences seront probablement très négatives pour l'ensemble de la planète. La résilience des systèmes alimentaires doit être renforcée à tous les niveaux, du champ au paysage et aux marchés; elle nécessite généralement un ensemble complet d'interventions, qui doivent être coordonnées. Les agriculteurs et les producteurs ne peuvent réussir seuls à s'adapter au changement climatique: ils doivent être soutenus par leur gouvernement et par le secteur privé, et les organisations de la société civile ont elles aussi un rôle important à jouer. L'adaptation au changement climatique exigera sans doute l'adoption de nouvelles pratiques et la modification des stratégies relatives aux moyens d'existence de la plupart, voire de tous les producteurs d'aliments, ainsi que d'autres acteurs de la chaîne alimentaire, notamment les agriculteurs, les détaillants et les intermédiaires, le secteur agroalimentaire, le secteur financier et la société civile. Elle nécessitera des mesures et un suivi de la part des gouvernements, des organisations internationales et des

organisations de la société civile actives dans le domaine de la sécurité et de la souveraineté alimentaires, de la faim et du développement durable. Les mesures d'adaptation doivent être propres au contexte local. Elles doivent prendre en compte les groupes socialement défavorisés, les différences entre les hommes et les femmes et en particulier le rôle des femmes en tant que décideurs au sein des systèmes alimentaires. Un grand nombre des recommandations formulées ci-après sont dites « sans regret » car, indépendamment des préoccupations liées au changement climatique, elles contribuent quoiqu'il en soit à la sécurité alimentaire durable. En tout état de cause, les effets du changement climatique leur confèrent une urgence nouvelle.

2 a) Fonder les mesures d'adaptation sur une évaluation des risques et des vulnérabilités

L'adaptation préventive au changement climatique exige une évaluation régulière à la fois des risques et des vulnérabilités, actualisée à mesure que de nouvelles informations deviennent disponibles. Les pays à revenu élevé et intermédiaire procèdent de plus en plus souvent à ce type d'évaluations, mais les États qui n'en ont pas la capacité doivent pouvoir bénéficier d'une aide extérieure. Il est crucial de communiquer prudemment avec les responsables politiques, ainsi qu'avec un public plus large, sur les inévitables incertitudes.

2 b) Faciliter les échanges sur les pratiques

Parmi les exemples de stratégies d'adaptation au niveau de la communauté, citons l'amélioration des pratiques de gestion de l'eau (par exemple la construction d'infrastructures permettant d'améliorer l'efficacité des systèmes d'irrigation ainsi que le captage, le stockage et l'utilisation de l'eau à petite échelle), l'adoption de pratiques visant à conserver l'humidité du sol, les matières organiques et les éléments nutritifs, la culture de variétés à cycle court et la création de banques communautaires de semences et de céréales. À cet égard, les principales difficultés concernent la diffusion des informations et des connaissances existantes, l'amélioration des capacités humaines et sociales et la mise en place de politiques en faveur des meilleures pratiques.

2 c) Favoriser une plus grande diversité des cultures pratiquées et donner un accès plus large aux ressources génétiques

Dans un environnement de plus en plus incertain, diversifier la production est une manière d'améliorer la résilience des systèmes agricoles. Une adaptation efficace exigera un accès (tant physique que légal, grâce à des règles de propriété intellectuelle adaptées) aux ressources génétiques, que ce soit pour les cultures existantes, le bétail et les races sauvages apparentées, ou pour les variétés susceptibles d'être utilisées à l'avenir. Les gènes de plantes cultivées améliorant la tolérance à la sécheresse et aux inondations doivent être identifiés, et partagés. Les caractères relatifs à la stabilité du rendement des espèces dans des conditions variables constituent un domaine particulièrement important, qu'il est indispensable de mieux étudier et de mieux comprendre grâce à la recherche. Les producteurs d'aliments, les institutions du secteur public et du secteur privé, les chercheurs et les gouvernements doivent renforcer leur coopération et garantir la diffusion, la distribution et la création de connaissances ainsi que le transfert de technologies pour caractériser, conserver et préserver les ressources génétiques, tant *in situ* que dans les banques de semences et de matériel génétique et les structures apparentées, afin de faciliter l'adaptation au changement climatique. Tout doit être mis en œuvre pour limiter l'appauvrissement génétique de la biodiversité encore existante, *in situ* comme dans les banques de gènes. L'adoption par tous les pays du Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, ainsi que la mise en œuvre de toute urgence de ses articles 5 (conservation), 6 (utilisation durable) et 9 (droits des agriculteurs) constitueraient à cet égard des avancées positives. Des mesures visant à développer des marchés pour les espèces sous-utilisées et à sensibiliser les consommateurs à l'importance d'une alimentation variée favoriseraient l'accroissement de la biodiversité agricole. La Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture pourrait envisager de définir des

mesures prioritaires et de mettre au point un plan d'action pour la conservation et l'utilisation des ressources génétiques dans le cadre de l'adaptation au changement climatique. La question de savoir si les régimes de droits de propriété intellectuelle actuels favorisent ou entravent le développement et l'utilisation de variétés végétales et animales améliorées et la biodiversité agricole fait actuellement débat. Le Comité de la sécurité alimentaire mondiale (CSA) pourrait recommander au Groupe d'experts de haut niveau de réaliser une étude sur la question des ressources génétiques, et notamment sur les droits de propriété intellectuelle et les droits des agriculteurs.

2 d) Mettre les prévisions météorologiques à la disposition des agriculteurs

L'une des grandes difficultés du changement climatique sera probablement de faire face à des cycles météorologiques plus variables. L'accès aux prévisions météorologiques peut aider les agriculteurs à mieux faire face à cette variabilité accrue et aux événements extrêmes, à condition que l'information soit communiquée à temps à ceux qui en ont besoin. Des technologies de l'information et des communications (TIC) bien conçues et suffisamment dotées en ressources peuvent permettre d'établir ce lien avec les services météorologiques nationaux.

2 e) Élaborer des politiques intégrées d'utilisation des terres

Une adaptation efficace au changement climatique rendra plus nécessaire encore l'élaboration de politiques intégrées d'utilisation des terres. Avec l'évolution des régimes de précipitations (et en particulier la fréquence des événements extrêmes) et du débit saisonnier des rivières, il sera encore plus important d'optimiser les ressources hydriques au niveau des bassins versants et des nappes aquifères. Des mesures passives telles que la préservation des forêts et des mangroves peuvent se révéler tout aussi importantes que des interventions actives. Des mécanismes comme le REDD (Réduction des émissions causées par le déboisement et la dégradation des forêts) et d'autres moyens de paiement pour les services écosystémiques devraient également figurer parmi les outils utilisés pour améliorer la résilience des écosystèmes et des communautés face au changement climatique. L'agriculture urbaine et périurbaine peut également jouer un rôle majeur dans l'adaptation des villes.

2 f) Faciliter l'accès des agriculteurs aux services financiers

Afin de permettre aux agriculteurs d'apporter les changements nécessaires à leurs systèmes, les gouvernements doivent faciliter l'accès des petits exploitants aux produits financiers. Il convient notamment de leur offrir un meilleur accès au crédit et aux programmes d'assurance pour leur permettre de couvrir ces investissements et de mieux gérer les conséquences financières des risques météorologiques.

2 g) Promouvoir un régime de commerce international qui intègre le concept de sécurité alimentaire et contribue à la résilience des systèmes alimentaires

À la suite de la crise alimentaire de 2008, la question de la sécurité alimentaire a acquis une importance nouvelle dans les négociations sur le commerce agricole. La notion d'accès aux produits est aujourd'hui considérée comme étant aussi importante que le concept traditionnel d'accès aux marchés. Les dispositions et les règles actuelles de l'OMC dans le domaine de la sécurité alimentaire sont peu claires, voire inexistantes, et le mandat de négociation de Doha n'offre que peu de marge de manœuvre pour réaliser des progrès sur ces questions. En outre, du fait du changement climatique, il sera bien plus difficile encore d'instaurer la sécurité alimentaire, et il est évident que le commerce alimentaire mondial aura un rôle déterminant à jouer dans un monde aux prises avec ce phénomène. Intégrer toutes ces questions importantes dans les futures négociations sur le commerce agricole serait un pas dans la bonne direction.

2 h) Donner la priorité aux interventions proposées dans les programmes d'action nationaux pour l'adaptation au changement climatique

Il est très important, à l'échelle mondiale, d'adapter l'agriculture au changement climatique et disposer de plans d'adaptation nationaux. Les programmes d'action nationaux pour l'adaptation, qui ont été soumis à la CCNUCC par les pays les moins avancés (PMA), appellent l'attention sur la priorité qu'il faut accorder aux investissements en faveur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire. Ils constituent un point de départ pour fixer des priorités dans les investissements nationaux. Les mesures prioritaires définies par les PMA dans leurs programmes d'action nationaux pour l'adaptation doivent être financées et mises en œuvre. Les pays doivent s'appuyer sur l'expérience de ces programmes pour élaborer leurs plans d'adaptation nationaux.

2 i) Instaurer la sécurité alimentaire et hydrique dans les zones intérieures

Pour instaurer la sécurité alimentaire dans le contexte du changement climatique, il sera important de mettre en place des fonds prévisionnels en cas de sécheresse ainsi que des réserves régionales stratégiques de céréales et des installations de stockage des céréales au niveau des ménages.

Il est indispensable d'accorder une plus grande attention tant à l'amélioration de l'approvisionnement en eau qu'à la gestion de la demande en eau, et ce afin de renforcer la sécurité hydrique des cultures, des animaux d'élevage, des ménages et du secteur industriel. Un système durable de sécurité de l'approvisionnement en eau doit être mis en place pour chaque région agroécologique; il conviendrait d'instaurer un système de gestion de l'eau participatif, qui fasse intervenir les exploitations familiales, afin que les communautés locales aient un intérêt à conserver l'eau et à l'utiliser de manière durable et équitable.

2 j) Renforcer la résistance des populations face à un risque de pénurie d'eau accentué par le changement climatique

L'eau est une ressource naturelle limitée et un bien public essentiel à la vie et à la santé; elle est également indispensable à la réalisation du droit à une nourriture suffisante. Le CSA et les gouvernements nationaux doivent promouvoir et développer la recherche et les programmes d'appui en faveur d'un accès universel à une eau suffisante et de bonne qualité dans les zones rurales. Il faut miser sur des méthodologies participatives et sur le rôle de premier plan que peuvent jouer les communautés dans l'élaboration de moyens efficaces et équitables pour la collecte, le stockage, la gestion et la distribution de l'eau propre, en respectant et en protégeant les biomes, en préservant les ressources naturelles et en stimulant la reconstitution des zones dégradées.

2 k) Le changement climatique et l'eau dans les zones côtières

Près d'un tiers de la population mondiale vit le long des côtes. L'élévation du niveau des mers aura probablement des répercussions néfastes tant sur l'agriculture côtière que sur les moyens d'existence des communautés vivant dans ces régions. Des études et des actions préventives sont nécessaires pour préparer les communautés côtières à faire face à l'élévation du niveau des mers et à l'intrusion d'eau saline. Des plans d'action préventifs visant à garantir la sécurité des écosystèmes et des moyens d'existence dans les zones côtières doivent notamment prévoir: i) l'implantation de boucliers naturels de mangrove le long du littoral, dans les zones agroclimatiques compatibles; ii) l'utilisation de variétés tolérantes à la salinité pour le riz et les autres cultures; iii) la mise au point de systèmes de gestion des terres et de l'eau pour l'agroforesterie et l'aquaculture côtière; iv) la conservation et l'utilisation de plantes halophytes, qui sont adaptées à des concentrations de sel élevées. Des organisations compétentes, comme le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI), pourraient être encouragées à soutenir de telles initiatives et à y participer.

Près de 97 pour cent des ressources hydriques mondiales étant constituées d'eau de mer, il faut étudier les possibilités relatives à l'agriculture à l'eau de mer, qui sous entendrait la multiplication des

exploitations agro-aquacoles. La culture d'halophytes présentant un intérêt économique et l'élevage d'espèces de poissons résistantes au sel contribueront à renforcer la sécurité alimentaire et à sécuriser les moyens d'existence des communautés côtières. Nous recommandons dès lors le lancement d'un mouvement scientifique sur l'agriculture à l'eau de mer pour la prospérité des zones côtières, le long des côtes et dans les petites îles.

3. Élaborer des stratégies agricoles à faibles émissions, qui ne compromettent pas la sécurité alimentaire

Si rien n'est fait, toute augmentation de la production de nourriture se traduira automatiquement par une augmentation des émissions; toutefois, de nombreuses solutions existent pour éliminer le lien entre sécurité alimentaire et émissions. Lorsqu'on envisage la mise en place de politiques et de programmes d'atténuation en matière d'agriculture, il faut s'attacher à opter pour ceux qui n'ont pas de retombées négatives sur la sécurité alimentaire. Heureusement, bon nombre de ces solutions créent des synergies entre atténuation des effets du changement climatique et amélioration de la sécurité alimentaire.

Une quantité considérable des émissions engendrées par l'agriculture peut être réduite grâce à une utilisation plus efficace des ressources (en particulier la terre, le bétail et les engrais) et à de bonnes pratiques de gestion qui, dans la plupart des cas, améliorent également la productivité et renforcent la résilience. Les politiques et les programmes publics doivent cibler le développement et la diffusion de ces pratiques et de ces systèmes.

Les mesures d'atténuation choisies ne doivent pas accroître la vulnérabilité à l'insécurité alimentaire. Des systèmes fondés sur des mesures d'incitation, qui ciblent les plus vulnérables tout en réduisant les émissions et en renforçant la résilience face au changement climatique, ont de multiples avantages.

3 a) Limiter les changements d'affectation des terres en faveur de l'agriculture

Les changements d'affectation de terres riches en carbone de surface (principalement les forêts), qui pour la plupart sont converties en terres arables ou en pâturages, constituent le deuxième source de rejet de CO₂ dans l'atmosphère, juste derrière les émissions dues aux combustibles fossiles. Il est presque toujours plus efficace d'améliorer le rendement des terres déjà cultivées, pour réduire les émissions de GES dues à l'agriculture, que d'en étendre la superficie. Mettre un terme à la plupart des conversions de forêts en terres cultivables doit constituer un objectif d'atténuation prioritaire. Toute nouvelle terre affectée à la production doit l'être conformément aux bonnes pratiques décrites ci-après.

3 b) Adopter des pratiques d'agriculture et de pâturage de nature à prévenir la perte de carbone du sol, à permettre la construction de banques de carbone et à prévenir la dégradation des terres

La teneur en carbone organique des terres agricoles est largement tributaire des pratiques de gestion auxquelles elles sont soumises. Avec des pratiques agroécologiques soigneusement sélectionnées, on peut remettre en état les terres dégradées et contribuer ainsi à la sécurité alimentaire, à l'adaptation au changement climatique et à son atténuation en augmentant les puits de carbone. Il faut rapatrier les déchets organiques urbains non pollués sur les terres agricoles afin d'en améliorer la productivité agricole et d'atténuer le changement climatique, en tenant compte des coûts directs et indirects de cette opération.

Les politiques et les programmes qui rendent l'utilisation d'azote plus efficace présentent des avantages multiples, en réduisant simultanément les dépenses consacrées aux intrants agricoles, les

émissions directes et indirectes de GES, et les dégâts causés à l'environnement à l'extérieur de l'exploitation.

3 c) Améliorer la gestion des animaux d'élevage et de leurs fumiers

Les émissions causées par la pratique de l'élevage sont susceptibles de croître rapidement du fait de la croissance démographique et de l'évolution des régimes alimentaires. Améliorer la productivité pour permettre aux agriculteurs de réduire considérablement les émissions de GES par unité de production (viande et lait) doit être une priorité. La transformation des fumiers et lisiers en bioénergie/biogaz et en engrais grâce à des méthaniseurs présente des avantages multiples: diminution des émissions nettes, substitution des émissions, meilleure offre de sources d'énergie locales et amélioration de la qualité des engrais. Des études plus poussées sont nécessaires dans ce domaine.

3 d) Améliorer la gestion de l'eau dans les rizières

En modifiant les régimes d'irrigation, on peut réduire considérablement les émissions provenant des rizières, tout en économisant l'eau sans pour autant diminuer le rendement.

3 e) Évaluer et comparer les systèmes agricoles

Il est urgent de mieux évaluer et comparer les différents systèmes agricoles, en tenant compte de l'ensemble des émissions, directes et indirectes.

3 f) Gérer la consommation alimentaire de façon à réduire les émissions liées aux systèmes alimentaires

Il faut être plus attentif au rôle qu'un changement de régime alimentaire peut jouer pour faire reculer la demande de denrées à forte intensité de GES. Les gouvernements doivent promouvoir les modes de consommation responsables, les gains d'efficacité tout au long de la chaîne alimentaire et la réduction du gaspillage alimentaire. Le secteur privé doit être encouragé à élaborer des produits et des systèmes de distribution qui génèrent moins d'émissions de GES.

3 g) Évaluer la contribution des différents types de biocarburants à l'atténuation du changement climatique et à la sécurité alimentaire

Quantifier l'efficacité des biocarburants sur le plan des GES est un exercice extrêmement complexe, qui souffre de nombreuses incertitudes en raison de l'utilisation directe et indirecte de l'énergie pour l'irrigation, les intrants, le transport, la transformation, en particulier de l'azote pour les biocarburants de première génération, ainsi que de la diminution connexe des réserves de carbone dans le cas de la conversion de forêts, de zones humides ou d'autres terres riches en carbone pour les cultures destinées aux biocarburants. Des inquiétudes ont également été exprimées quant à l'impact des biocarburants sur les autres défis environnementaux, notamment la biodiversité, car ces conversions de terres s'accompagnent souvent d'un passage à la monoculture, d'une intensification de la déforestation, de risques pour les réserves naturelles, d'une augmentation de la pression sur les réserves hydriques et de problèmes liés à la qualité de l'eau. Des efforts visant à évaluer la contribution des différents types de biocarburants à l'atténuation sont importants et doivent être poursuivis.

3 h) Aider les agriculteurs à adopter des pratiques offrant des bénéfices multiples

Il faut aider les agriculteurs à adopter des pratiques qui renforcent leur résilience et leur sécurité alimentaire et qui sont à long terme bénéfiques pour le climat. Pour ce faire, ceux-ci doivent pouvoir bénéficier d'un environnement propice, notamment de services et d'institutions destinés à les

soutenir, comme par exemple des services de vulgarisation. En outre, même si ces nouvelles pratiques leur offriront de meilleurs revenus à l'avenir, des obstacles à leur adoption subsistent: le coût initial, ainsi que les revenus auxquels il faut renoncer et l'augmentation des risques qui surviennent pendant la période de transition. Ces coûts doivent être couverts.

On a beaucoup espéré que les mécanismes de finance du carbone pourraient fournir de nouvelles sources de financement, des émetteurs dans les pays développés aux agriculteurs, en échange d'une réduction des émissions ou du stockage de carbone. Toutefois, l'expérience a montré que ces mécanismes étaient difficiles à mettre en œuvre et qu'ils n'étaient pas adaptés à l'agriculture à petite échelle en raison de la petite taille des exploitations, qui fait grimper les coûts de transaction, accroît la difficulté et le coût de l'évaluation et de la notification des résultats et de l'instabilité des prix du carbone. Parmi les outils financiers, différents mécanismes sont examinés, fondés ou non sur les marchés (marchés volontaires du carbone, fonds vert, etc.). Quel que soit le type d'appui ou les mesures d'incitation destinés à améliorer l'efficacité du système alimentaire et à internaliser les externalités liées aux émissions et aux puits de GES, il est recommandé que les mécanismes tiennent compte à la fois de la situation des petits exploitants et de la nécessité d'accorder la priorité aux mesures qui améliorent la sécurité alimentaire tout en contribuant à l'atténuation.

4. Recueillir des informations au niveau local, partager les connaissances au niveau mondial et réorienter la recherche pour viser un ensemble d'objectifs plus complexe

Les informations disponibles pour faciliter l'élaboration des politiques et des programmes visant à atténuer les effets du changement climatique sur la sécurité alimentaire font aujourd'hui cruellement défaut, et les autorités nationales doivent intensifier leurs efforts dans ce domaine. Toutefois, il est également indispensable de recueillir des données internationales sur le changement climatique et ses effets, afin d'obtenir de meilleures informations sur les communautés, les populations et les régions vulnérables.

Les enseignements tirés à l'échelon local auront bien plus de valeur s'ils sont partagés. Les connaissances déjà acquises par les agriculteurs quant aux pratiques qui fonctionnent dans leur environnement aujourd'hui pourraient se révéler inestimables à l'avenir pour d'autres agriculteurs partout dans le monde. Mais certaines des conséquences du changement climatique échappent au champ de l'expérience humaine récente, et des efforts visant la production de données systématiques et ciblées sont indispensables pour y apporter une réponse efficace. Le recensement et le partage des savoirs génèrent des bénéfices qui dépassent les frontières, c'est pourquoi ils doivent être coordonnés au niveau international et pas seulement faire l'objet de programmes nationaux.

Il faut considérablement améliorer la qualité et augmenter la quantité des données biophysiques, économiques et sociales accessibles aux responsables politiques. Les difficultés sont entre autres les suivantes: i) établir un lien entre les sources de données actuelles et futures, en s'appuyant sur des normes mondiales relatives aux métadonnées; ii) faire usage des technologies modernes (TIC, télédétection) pour recueillir des données en temps réel; iii) permettre la collecte de données ventilées, y compris au niveau intra-ménages, afin de recenser les facteurs de vulnérabilité sociale à l'insécurité alimentaire et aux problèmes liés à l'adaptation et à l'atténuation; et iv) améliorer le cheminement des données, de la collecte et de l'analyse jusqu'à leur utilisation pour l'élaboration des politiques.

4 a) Recueillir davantage de données biophysiques

Les végétaux et les animaux qui entrent dans notre alimentation sont caractérisés par une grande diversité génétique. Toutefois, leur rendement n'a pas été évalué de manière systématique dans différentes conditions agroclimatiques. Les données expérimentales dont nous disposons devraient

être complétées par la collecte d'informations supplémentaires sur ces rendements et de nouveaux essais doivent être réalisés afin de cerner les caractéristiques de ces rendements en dehors des types de climat que nous connaissons actuellement. La qualité des données existantes sur l'évolution du climat est inégale, certains pays étant plus performants que d'autres en matière de collecte et de diffusion. Davantage de données doivent être collectées, et bien plus encore, librement accessibles.

4 b) Assurer un suivi des pratiques et des résultats actuels

L'adaptation est un processus d'apprentissage. On peut faire beaucoup pour adapter l'agriculture à l'évolution du climat en s'appuyant sur ce que l'on sait déjà des aspects sociaux, économiques et biophysiques de la production de nourriture. Les compétences et les connaissances qui sont aujourd'hui adaptées à une région donnée pourraient être importantes pour une autre région dans le futur. Il faut évaluer rigoureusement les effets des mesures d'adaptation et d'atténuation, pour déterminer leur impact dans les différents domaines pertinents et sur la sécurité alimentaire, afin de s'assurer qu'elles n'aient pas de conséquences néfastes indésirables. La collecte et la diffusion à grande échelle systématiques de ces informations est essentielle, et les TIC offrent à cet égard des possibilités sans précédent.

4 c) Améliorer l'information relative aux communautés, aux populations et aux régions vulnérables

D'importantes lacunes en matière d'information entravent notre faculté de comprendre les conséquences du changement climatique sur les régions ou les groupes vulnérables. Pour être efficaces, les mesures d'adaptation exigent de mieux savoir qui sont les personnes vulnérables et où elles vivent.

4 d) Améliorer les modèles qui favorisent la compréhension des effets du changement climatique sur l'agriculture

Il est indispensable d'améliorer les modèles et d'y intégrer les informations relatives aux communautés, aux populations et aux régions vulnérables. Les modèles climatiques génèrent de grandes quantités de données sur les effets possibles du changement climatique à l'avenir, mais celles-ci ne sont pas toujours résumées de sorte à pouvoir être utiles à la compréhension de ses effets potentiels sur les systèmes de production agricole et les populations vulnérables. Les modèles qui relient le changement climatique aux effets biophysiques, puis au bien-être de l'homme, doivent être considérablement améliorés. Des investissements modestes suffiraient à fournir un appui considérable aux responsables politiques partout dans le monde.

Il est indispensable de renforcer les capacités en matière d'utilisation des différents modèles et scénarios et de mieux comprendre leurs limites et les incertitudes qu'ils comportent.

4 e) Organiser le partage d'expériences et de connaissances à l'échelon régional

La planification de l'adaptation est conduite par les pays, mais au regard des besoins à moyen et à long terme, il est nécessaire de promouvoir les échanges de vue, le partage d'expériences, la coopération, la coordination des questions transfrontalières (eau, ressources génétiques, pêches, ravageurs et maladies transfrontalières...) aux niveaux régional et sous-régional.

4 f) Réorienter la recherche afin de cibler un ensemble d'objectifs plus complexe

Voir recommandation 1 b).

5. Faciliter la participation de toutes les parties prenantes à la prise de décision et à la mise en œuvre

Tenter d'apporter une solution au problème de l'insécurité alimentaire et du changement climatique exige un engagement et une action concertés et coordonnés de la part de nombreux acteurs - agriculteurs, secteur privé, acteurs publics aux niveaux national et international, société civile et organisations non gouvernementales (ONG). Ceci constitue une véritable gageure, étant donné le caractère très différent de ces acteurs, qui ont parfois des intérêts contradictoires, et la nécessité de travailler dans une perspective à long terme alors que la plupart d'entre eux doivent d'abord se préoccuper des conséquences à court terme.

5 a) Encourager le débat sur les rôles respectifs du secteur public et du secteur privé dans la sauvegarde de la sécurité alimentaire dans le contexte du changement climatique

Tous les secteurs de la société influencent par leurs actes l'évolution de la sécurité alimentaire et du climat. Une question importante pour l'avenir est de savoir comment ces différents secteurs peuvent mobiliser leurs efforts dans la même direction, s'agissant à la fois de la sécurité alimentaire et du changement climatique, et comment ils peuvent se compléter les uns les autres.

Le changement climatique exige que l'on se concentre davantage sur les problèmes à long terme et sur les vulnérabilités environnementales et socioéconomiques. Eu égard aux controverses qui entourent l'évolution des rôles respectifs du secteur public et du secteur privé en faveur de la sécurité alimentaire dans le contexte du changement climatique, il serait sage de promouvoir un débat plus large sur l'efficacité réelle des partenariats public-privé en examinant les expériences sur le terrain.

Il convient de garantir la participation des communautés touchées, avec notamment l'organisation de consultations préalables et éclairées sur les risques et les effets directs et indirects sur la résilience des petits agriculteurs et des communautés rurales.

5 b) Faire participer tous les acteurs aux décisions du secteur public

Les changements sur le terrain, qui sont nécessaires tant pour l'adaptation que pour l'atténuation, seront entrepris par de nombreux acteurs le long de la chaîne de commercialisation, des producteurs aux consommateurs. Le secteur public crée et met en place les conditions dans lesquelles les décisions du secteur privé sont prises, sous forme de politiques et de programme. La société civile revêt une importance particulière en raison de ses rôles multiples, qui vont du contrôle des actions du gouvernement et du secteur privé à l'intégration d'intérêts divergents, en passant par l'innovation institutionnelle. Les activités visant à faire face au changement climatique doivent être réalisées en accordant une attention explicite aux besoins des populations défavorisées; il est particulièrement important de mettre en exergue le rôle des femmes en tant que décideurs dans le domaine agricole, car elles font partie intégrante du processus de planification, de conception et de mise en œuvre des politiques et des programmes visant à relever les défis de la sécurité alimentaire dans le contexte du changement climatique.

5 c) Encourager l'échange d'informations entre les autorités publiques et favoriser les partenariats de partage des technologies afin que la valeur des biens publics et des connaissances acquises au niveau local profite à tous

La coopération internationale entre gouvernements, en ce qui concerne les meilleures pratiques d'adaptation et d'atténuation, ainsi que le transfert de technologies durables, sont indispensables pour réduire les effets du changement climatique sur la sécurité alimentaire. Des programmes régionaux sur le changement climatique et la sécurité alimentaire peuvent être mis en œuvre dans le cadre d'initiatives régionales d'intégration. Les enseignements tirés des programmes nationaux fructueux

qui peuvent fonctionner à l'échelle régionale peuvent être partagés et aider les pays à élaborer leurs propres programmes. Mais les enseignements tirés dans une région aujourd'hui pourraient être importants pour d'autres régions à l'avenir. Des institutions capables de diffuser les connaissances à l'échelle internationale seront nécessaires tant pour l'adaptation que pour l'atténuation.

5 d) Améliorer la transparence et renforcer la participation de la société civile pour plus d'équité et d'efficacité

La transparence des décisions prises par le secteur public dans le cadre des politiques et des programmes d'adaptation et d'atténuation est essentielle pour améliorer l'équité et l'efficacité. La participation des agriculteurs, des pêcheurs et des forestiers leur permet de contribuer à l'élaboration des méthodes qui favorisent une utilisation efficace des ressources. La participation de la société civile permet aux autres groupes susceptibles de subir les conséquences du changement climatique, soit directement soit via l'action d'autres acteurs, d'être mieux informés des activités potentielles et d'orienter le processus de façon à obtenir des résultats plus équitables.

Les gouvernements doivent également faire en sorte que toutes les parties prenantes puissent faire entendre leur voix, afin de garantir la transparence du processus, l'échange d'informations et de données d'expériences sur les questions pertinentes relatives aux politiques et aux interventions en matière de sécurité alimentaire et de changement climatique.

6. Recommandations à l'intention du CSA

6 a) Prendre en compte les recommandations relatives au changement climatique dans le Cadre stratégique mondial pour la sécurité alimentaire et la nutrition

Le CSA est en train d'élaborer un Cadre stratégique mondial pour la sécurité alimentaire et la nutrition. Nous l'encourageons vivement à faire des recommandations formulées dans le présent rapport des éléments clés de ce Cadre.

6 b) Encourager une reconnaissance plus explicite de la sécurité alimentaire dans les activités de la CCNUCC

Au cours des dernières années de négociations de la CCNUCC, il est apparu plus nettement que des mesures d'atténuation et d'adaptation pour l'agriculture s'imposaient. À la dix-septième Conférence des Parties, à Durban, les négociateurs ont sollicité la contribution des pays membres et des observateurs sur les questions relatives à l'agriculture, en vue de prendre une décision à la dix-huitième Conférence, à Doha (décembre 2012). Un programme de travail de l'Organe subsidiaire de conseil scientifique et technologique de la CCNUCC, présentant de manière plus claire les avantages et les inconvénients de différentes mesures d'adaptation et d'atténuation ainsi que les synergies possibles avec la sécurité alimentaire, pourrait fournir un cadre pour organiser les recherches en cours et encourager de nouvelles recherches pertinentes pour les négociations. Nous recommandons la mise en œuvre de ce programme. Nous recommandons également que des progrès plus importants soient réalisés dans le cadre du Programme de travail sur les pertes et dommages, en mettant en exergue les effets néfastes du changement climatique pour l'agriculture et la sécurité alimentaire. Enfin, le CSA devrait demander à la CCNUCC de charger les gouvernements nationaux de rendre compte de la contribution à la sécurité alimentaire des initiatives et politiques qui sont proposées dans le cadre des plans d'action nationaux pour la lutte contre le changement climatique et des plans nationaux d'adaptation.

Les pays développés ont déjà accepté, par l'Accord de Copenhague et l'Accord de Cancun, dans le cadre de la CCNUCC, d'apporter un appui financier aux activités d'adaptation dans les pays en

développement. Le CSA doit entériner cette position et encourager les pays à façonner leur soutien de telle sorte qu'il favorise également une sécurité alimentaire durable.

6 c) Soutenir l'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets dans les négociations commerciales internationales

L'Organisation mondiale du commerce (OMC) a engagé un processus de négociations pour améliorer le système commercial mondial (Cycle de Doha). Compte tenu de la variabilité accrue de la production agricole découlant du changement climatique et du fait que les flux commerciaux ont le potentiel d'atténuer en partie les chocs climatiques subis par l'agriculture, nous recommandons que le CSA encourage la prise en compte par l'OMC des conclusions des négociations qui reconnaissent ce rôle. De même, nous recommandons que le CSA encourage l'OMC à soutenir une réforme des politiques commerciales qui facilite l'atténuation, plutôt que de l'entraver.

6 d) Renforcer le rôle de la société civile

Le CSA jouit d'un statut unique au sein du système des Nations Unies, eu égard au rôle officiel qu'il donne à la société civile. Nous encourageons le CSA à renforcer les canaux de participation existants tels que son Groupe consultatif et à soutenir un plus grand nombre d'activités de la société civile liées à son action, comme les événements organisés en marge des sessions officielles du CSA et d'autres organes des Nations Unies, en particulier les conférences de la CCNUCC, afin de donner davantage de visibilité aux rapports publiés par le Groupe d'experts de haut niveau et aux décisions prises par le CSA et d'encourager le débat autour de ces rapports et décisions.

6 e) Soutenir la mise en place d'un mécanisme de collecte et de partage des données internationales sur le changement climatique et la sécurité alimentaire

Les conséquences du changement climatique ne s'arrêtent pas aux frontières. Ses effets ne peuvent être pris en compte que si la collecte de données est coordonnée au niveau international, en se basant sur des normes mondiales mutuellement convenues sur les métadonnées. D'importantes synergies peuvent en outre être trouvées en coordonnant les données relatives à la sécurité alimentaire et celles sur le changement climatique au profit des régions et des populations les plus vulnérables. Le CSA doit faciliter le dialogue sur les efforts d'amélioration de la collecte de données pour le changement climatique et la sécurité alimentaire.

INTRODUCTION

En octobre 2010, à sa session annuelle, le Comité de la sécurité alimentaire mondiale des Nations Unies (CSA) a demandé au Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition de réaliser une étude sur le changement climatique et la sécurité alimentaire, afin de

« passer en revue les évaluations existantes et les initiatives concernant les effets du changement climatique sur la sécurité alimentaire et la nutrition, et [de] s'intéresser notamment aux régions et aux populations les plus touchées et les plus vulnérables, au point d'intersection entre le changement climatique et la productivité agricole, y compris les défis et les possibilités que représentent les politiques d'atténuation et d'adaptation, et aux mesures en faveur de la sécurité alimentaire et de la nutrition ».

Nous nous sommes attelés à la tâche et avons élaboré un rapport à l'intention des responsables politiques aux niveaux national et international, du secteur privé et de la société civile, qui aborde les thèmes suivants:

- Les défis *actuels* et *futurs* que représentent les répercussions physiques du changement climatique (évolution et variabilité des températures et des précipitations) pour la sécurité alimentaire, en mettant l'accent sur les régions et les populations les plus touchées et les plus vulnérables (chapitres 1 et 2).
- La nécessité d'*adapter* l'agriculture au changement climatique et l'état des connaissances en matière d'adaptation agricole, dans le contexte des défis déjà gigantesques que représentent pour la sécurité alimentaire la croissance démographique et l'augmentation des revenus, dans un monde où de nombreux systèmes de production alimentaire sont déjà soumis à de fortes pressions et ne sont plus viables (chapitre 3).
- La contribution actuelle de l'agriculture aux émissions de gaz à effet de serre et le potentiel qu'elle a d'*atténuer* ces émissions tout en répondant à la demande croissante de denrées alimentaires (chapitre 4).
- Des stratégies et des interventions coordonnées et cohérentes aux niveaux national et international permettant de s'attaquer conjointement aux défis de la sécurité alimentaire et du changement climatique (chapitre 5).

Les effets du changement climatique sur la sécurité alimentaire sont multiples. Un rapport ne peut saurait être réellement exhaustif, que ce soit en ce qui concerne l'éventail des défis qui se posent à la sécurité alimentaire ou les menaces émanant du changement climatique³. L'objectif du Groupe d'experts de haut niveau a plutôt été de synthétiser ici les conclusions de différentes études⁴ et de mettre en exergue les points les plus importants en vue d'aider les responsables politiques nationaux et internationaux à élaborer des politiques efficaces et équitables pour combattre les menaces supplémentaires que le changement climatique fait peser sur la sécurité alimentaire.

³ À titre d'exemple, l'eau est essentielle à la sécurité alimentaire. Le secteur agricole est le premier consommateur d'eau. L'évolution néfaste des précipitations et des températures figurent au tableau des problèmes qui méritent l'attention, en cette ère de changement climatique. Le présent rapport, dont le thème principal est la sécurité alimentaire, se penche dès lors sur les aspects de la sécurité de l'approvisionnement en eau qui sont directement liés au changement climatique et à l'agriculture. Il n'aborde toutefois pas de manière spécifique la question de l'équilibre entre les besoins des différents secteurs (énergie hydraulique, villes, secteur industriel, etc.) dans le contexte de la sécurité hydrique et du changement climatique.

⁴ Entre autres, de récents rapports traitant de questions liées à l'agriculture, au changement climatique et à la sécurité alimentaire ont également fourni des indications utiles (Foley *et al.*, 2011; Giovannucci *et al.*, 2012; Beddington *et al.*, 2012).

1 LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET NUTRITIONNELLE AUJOURD'HUI: ÉVALUER LES VULNÉRABILITÉS

1.1 Le point sur la sécurité alimentaire

En 1996, le Sommet mondial de l'alimentation⁵ a adopté la définition suivante de la sécurité alimentaire:

« La sécurité alimentaire existe lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment, un accès physique et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active. »

Les quatre piliers de la sécurité alimentaire qui se dégagent implicitement de cette définition sont les suivants: disponibilité⁶, accès⁷, utilisation⁸ et stabilité⁹. La dimension nutritionnelle fait partie intégrante du concept de sécurité alimentaire (FAO, 2009a).

De toute évidence, nous n'avons pas réussi à atteindre cet objectif. Il est probable qu'à l'échelle mondiale, nous n'atteindrons même pas la modeste ambition de réduction de la faim des objectifs du Millénaire pour le développement (réduire de moitié, entre 1990 et 2015, la proportion de la population qui souffre de la faim), même si cet objectif sera atteint dans certains pays. Comme le montrent les tableaux 1 et 2, les progrès en matière de lutte contre la sous-alimentation se sont ralentis: après être passée de 20 à 16 pour cent entre 1990 et 2000, la part des personnes sous-alimentées dans les régions en développement s'est essentiellement maintenue à ce niveau depuis 2000 (Nations Unies, 2010), et il est probable qu'elle ait augmenté pendant la crise financière mondiale, à la fin de la dernière décennie. C'est en Afrique subsaharienne, puis en Asie du Sud, que la part de la population sous-alimentée est la plus importante¹⁰.

⁵ Plan d'action du Sommet mondial de l'alimentation 1996 disponible à l'adresse http://www.fao.org/wfs/index_fr.htm.

⁶ La disponibilité représente le côté « offre » de la sécurité alimentaire; elle est déterminée par la production, les stocks et les échanges commerciaux.

⁷ L'accès est influencé par les revenus, les marchés et les prix.

⁸ L'utilisation est la manière dont le corps profite des différents nutriments; elle est influencée par les pratiques en matière de soins et d'alimentation, la préparation des aliments, la diversité du régime alimentaire et la répartition des aliments à l'intérieur du ménage.

⁹ La stabilité fait intervenir une dimension temporelle. Les déficits périodiques de disponibilité alimentaire sont un symptôme de l'insécurité alimentaire, même si la consommation courante est normale.

¹⁰ Dans le même temps, la suralimentation est un problème croissant dans de nombreuses parties du monde. Plus d'un milliard de personnes dans le monde présentent un excédent pondéral, et l'obésité touche 300 millions de personnes au moins. Depuis 1980, l'obésité a plus que doublé dans le monde et a même triplé, voire plus, dans certaines régions d'Amérique du Nord, du Royaume-Uni, d'Europe de l'Est, du Moyen-Orient, des Îles du Pacifique, d'Australasie et de Chine (voir site Internet de l'OMS à l'adresse <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311>).

Tableau 1. Statistiques choisies sur la pauvreté et la sécurité alimentaire

Nombre de personnes sous-alimentées (2006-2008)¹:	850 millions
<i>Régions développées</i>	<i>10,6 millions</i>
<i>Régions en développement</i>	<i>839,4 millions</i>
Part des enfants de moins de 5 ans présentant une insuffisance pondérale (2009)¹	18 %
Nombre de personnes en dessous du seuil de pauvreté (1,25 USD/jour) (2008)²	1 289 millions
<i>Asie du Sud</i>	<i>570,7 millions</i>
<i>Afrique subsaharienne</i>	<i>386,0 millions</i>
<i>Asie de l'Est</i>	<i>284,4 millions</i>
<i>Amérique latine et Caraïbes</i>	<i>36,9 millions</i>

Sources: 1 – FAOSTAT <http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/fs-data/ess-fadata/fr/>.

2 – Banque mondiale, Données sur la pauvreté et l'équité
<http://povertydata.worldbank.org/poverty/home#>.

La croissance démographique se poursuivra jusqu'en 2050 et s'accompagnera de niveaux d'urbanisation sans précédent. Ces changements se produiront principalement dans les pays actuellement en développement, dont beaucoup accéderont très probablement au statut de pays à revenu intermédiaire. Il résultera de tout ceci une augmentation rapide de la demande de denrées alimentaires, tant sur le plan de la quantité que sur celui de la qualité. Les politiques et les mandats gouvernementaux visant à accroître la proportion de biocarburants dans la consommation énergétique compromettent un peu plus encore notre capacité collective d'instaurer une sécurité alimentaire durable. Bon nombre des ressources indispensables à une sécurité alimentaire durable étant déjà soumises à une forte pression, les défis dans ce domaine sont gigantesques.

Tableau 2. Estimations mondiales de la sous-alimentation (faim), 1969-2010

Période	Nombre de personnes sous-alimentées (millions)	Prévalence (en pourcentage)
1969-71	875	33
1979-81	850	25
1990-92	848	16
1995-97	792	14
2000-02	836	14
2006-08	850	13
2009	1023*	18
2010	925*	16

Source: FAO, 2010 (pour 1969-71 et 1979-81) et FAOSTAT pour les autres périodes

(<http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/fs-data/ess-fadata/fr/>). * Les données pour 2009 et 2010 sont des extrapolations de la FAO basées sur les projections du Ministère de l'agriculture des États-Unis.

Le changement climatique nuit déjà à la sécurité alimentaire. Le réchauffement du système climatique est incontestable, et les observations montrent clairement qu'il se manifeste aujourd'hui par une augmentation des températures moyennes de l'air et des océans, la fonte généralisée des neiges et des glaces et l'élévation du niveau moyen des mers (GIEC, 2007a). L'observation de tous les continents et de la plupart des océans montre que de nombreux systèmes naturels sont influencés

par les changements climatiques régionaux, et en particulier par l'évolution des températures: la température moyenne a grimpé de 0,3 °C au cours de la première moitié du XX^e siècle, puis de 0,5 °C au cours de la seconde moitié et jusqu'au début du XXI^e siècle (GIEC, 2007a). La majeure partie de l'augmentation des températures moyennes mondiales observée depuis le milieu du XX^e siècle est *très probablement* due à l'augmentation des concentrations de GES anthropiques (GIEC, 2007a).

À mesure que les effets du changement climatique se feront sentir de manière plus prononcée, il deviendra de plus en plus difficile d'instaurer la sécurité alimentaire. Ses effets sur la production et la distribution vivrières sont susceptibles d'accroître la pauvreté et les inégalités, avec des conséquences pour les moyens d'existence et la nutrition.

1.2 Vulnérabilité, insécurité alimentaire et changement climatique

Le présent rapport se concentre notamment sur les effets du changement climatique sur la sécurité alimentaire¹¹ et la nutrition, l'accent étant mis sur les régions et les populations les plus touchées et les plus vulnérables.

Selon la FAO¹², l'insécurité alimentaire existe lorsque les personnes n'ont pas accès à une quantité suffisante d'aliments sains et nutritifs, ce qui les empêche de mener une vie active et saine. En outre, les personnes qui jouissent de la sécurité alimentaire aujourd'hui pourraient se retrouver exposées à l'insécurité alimentaire demain. Les populations qui sont déjà pauvres sont vulnérables à la faim, car elles ne disposent pas des ressources nécessaires pour satisfaire, chaque jour, leurs besoins essentiels (elles sont exposées à l'*insécurité alimentaire chronique*). Elles sont également extrêmement vulnérables même aux petits chocs, qui les poussent toujours un peu plus vers le dénuement, l'inanition, voire la mortalité précoce. Les personnes qui ne sont pas pauvres aujourd'hui mais sont exposées à un risque de pauvreté pour l'avenir sont vulnérables à la faim dès lors que ce risque se concrétise et qu'elles ne sont pas suffisamment protégées (elles sont exposées à l'*insécurité alimentaire transitoire*).

La vulnérabilité est un concept complexe qui doit être envisagé à plusieurs niveaux et dans de multiples dimensions (Carpenter *et al.*, 2001). Un riche débat entre chercheurs entoure les cadres conceptuels de la vulnérabilité et leurs applications aux changements environnementaux (voir par exemple Cutter *et al.*, 2009; Janssen et Ostrom, 2006; Adger, 2006).

Aux fins du présent rapport, nous examinerons la vulnérabilité des systèmes agricoles, des communautés, des ménages et des individus au changement climatique et en quoi ces faiblesses peuvent mener à une plus grande vulnérabilité à l'insécurité alimentaire. La vulnérabilité est influencée par le degré d'exposition des systèmes, des communautés, des ménages et des individus au changement climatique. On considère généralement qu'elle comporte trois dimensions: l'exposition au risque, l'ampleur des risques et la sensibilité aux risques, qui ensemble déterminent l'intensité des effets et la capacité d'y réagir et de s'y adapter, ou la résilience.

Au niveau des ménages, la vulnérabilité est le plus souvent associée aux menaces qui pèsent sur les moyens d'existence. Soit ceux-ci sont insuffisants en raison de ressources limitées et d'une faible productivité (par exemple les agriculteurs qui ne possèdent pas suffisamment de terres et n'ont pas accès aux engrais), soit ils sont fragiles et risquent à tout moment de s'effondrer (par exemple en raison d'une sécheresse qui aurait entraîné de mauvaises récoltes). Il est important de noter que dans de nombreux pays, la majorité des petits producteurs alimentaires sont des acheteurs nets de produits alimentaires (on les estime à 73 pour cent en Éthiopie et 74 pour cent en Inde), ce qui les rend vulnérables à la fois aux risques liés à la production et aux risques inhérents aux marchés (de

¹¹ FAO, 2008 propose un examen utile des concepts de base de la sécurité alimentaire, y compris la vulnérabilité.

¹² <http://www.fao.org/hunger/hunger-home/fr/>.

Janvry et Sadoulet, 2011). Des chocs peuvent compromettre les moyens d'existence au niveau des individus (maladie, accident, compression des effectifs), de communautés (inondation, épidémie, maladie du bétail) (Dercon, 2005), voire d'économies entières (crise financière, catastrophe naturelle, conflit, flambée généralisée des prix alimentaires) (Lustig, 2000). Les ménages qui disposent d'avoirs solides et diversifiés, en particulier ceux qui font partie de réseaux sociaux, sont mieux placés pour résister aux chocs qui touchent leurs moyens d'existence que les ménages qui n'ont que peu d'avoirs et ne bénéficient d'aucun régime d'aide sociale. La vulnérabilité peut s'accroître avec le temps, si les ménages doivent faire face à des chocs répétés qui érodent progressivement leurs avoirs. L'une des fonctions de la protection sociale est d'installer des « filets de sécurité » pour empêcher que cela se produise (HLPE, 2012), en proposant par exemple des espèces, des transferts de denrées alimentaires ou des emplois dans les travaux publics pendant les périodes de crise et pendant la « saison de la disette », afin d'éviter que les ménages pauvres ne soient contraints de vendre leurs avoirs productifs pour acheter de la nourriture. Un aspect sous-estimé de la vulnérabilité est son caractère persistant et récurrent, et parfois cyclique (saisonnier, par exemple).

Les effets potentiels du changement climatique sur la sécurité alimentaire sont de deux types: les effets nutritionnels directs (modification de la quantité d'aliments consommés et de la composition du régime alimentaire) et les effets sur les moyens d'existence (réduction des possibilités d'emploi et coûts d'une alimentation correcte). Le changement climatique peut avoir une incidence sur ces deux dimensions. Tant la vulnérabilité biophysique que la vulnérabilité sociale revêtent une importance cruciale lorsqu'on examine l'impact du changement climatique sur la sécurité alimentaire. La vulnérabilité sociale concerne les caractéristiques d'une population, notamment démographiques, sociales et économiques, qui influencent son exposition au risque et sa capacité de réagir aux chocs et d'en gérer les effets néfastes. Il est indispensable d'envisager les effets du changement climatique sous l'angle de la vulnérabilité sociale afin de comprendre pourquoi ces effets ne sont pas identiques pour tous les individus, les ménages ou les communautés, même lorsque ceux-ci se trouvent dans une même région géographique.

La nature des effets. Avant toute chose, le changement climatique accroît la vulnérabilité à l'insécurité alimentaire en raison de ses effets sur les cultures, le bétail et la productivité des systèmes agricoles (voir chapitre 2 pour de plus amples informations). L'évolution des températures et des précipitations et l'accroissement de l'instabilité modifient les niveaux moyens et la variabilité de la production alimentaire, qui influencent à leur tour les revenus des producteurs et le coût des denrées alimentaires pour les acheteurs nets dans les zones rurales et pour les consommateurs dans les zones urbaines. L'aggravation attendue de l'instabilité du climat entraînera un accroissement de la variabilité de la production agricole, avec à la clé des fluctuations de prix et de revenus plus importantes. La gestion des risques par tous les participants du système alimentaire, des individus et des ménages aux États, sera plus importante encore.

L'ampleur des effets. L'ampleur des effets du changement climatique sur les systèmes, les communautés, les ménages et les individus dépend en grande partie de leur exposition et de leur sensibilité à ces effets, qui varient en fonction des régions et des populations. Certaines régions souffriront plus que d'autres des changements de moyenne et de répartition des températures et des précipitations, et il est même possible que ces changements soient bénéfiques pour certains, du moins au début. Les effets se feront sentir de manière directe dans les zones rurales et de manière indirecte dans les zones urbaines, par l'intermédiaire de la hausse des prix et d'une variabilité accrue. Ils seront *directs* (évolutions locales des précipitations et des températures) et *indirects* (changements biophysiques en d'autres endroits qui influencent les moyens d'existence à l'échelon local, par exemple en modifiant les prix mondiaux). Certains groupes seront plus touchés que d'autres soit parce que leurs revenus sont tributaires de la production agricole, soit parce qu'ils en consacrent une plus grande part à la nourriture.

La capacité de réaction. La résilience face au changement climatique comporte différentes dimensions, selon que l'attention se porte sur les végétaux et les animaux dans le contexte des systèmes agricoles ou sur les individus, les ménages, les communautés et les pays. Chaque plante et chaque animal présente des vulnérabilités au changement climatique relativement bien définies, que nous examinerons plus en détail ci-après. On peut améliorer la résilience des systèmes agricoles par un changement de pratiques, par exemple en modifiant les dates de mise en terre et le panachage de variétés ou d'espèces. La résilience des êtres humains dépend des ressources physiques, sociales ou financières qui sont à la disposition de l'individu ou du ménage.

Selon toute vraisemblance, les pauvres seront particulièrement vulnérables à l'insécurité alimentaire induite par le changement climatique. Les plus aisés peuvent se permettre d'« acheter » la sécurité alimentaire, du moins à court terme. Mais aujourd'hui, l'insécurité alimentaire touche même les pays les plus riches, et il est possible qu'à l'avenir, le choix d'une voie de développement qui renforce les inégalités ou entraîne une détérioration de l'environnement expose un plus grand nombre de personnes à l'insécurité alimentaire (Pieter *et al.*, 2011).

Les pauvres sont souvent démunis à de nombreux égards, et pas uniquement sur le plan financier. Qui sont les pauvres? Comme le montre le tableau 1, plus de 20 pour cent de la population mondiale (1,3 milliard de personnes environ) vit en dessous du seuil de la pauvreté, soit avec moins de 1,25 USD par jour. L'immense majorité d'entre eux vit dans deux régions (l'Afrique subsaharienne et l'Asie du Sud) dans lesquelles le changement climatique se manifestera probablement de manière particulièrement prononcée (voir chapitre 2) - mais on en trouve dans de nombreuses régions du monde.

Aujourd'hui, il s'agit essentiellement de femmes et d'enfants et de personnes vivant dans les zones rurales. Comme le montre le Tableau 3, même si le taux d'urbanisation est plus rapide pour les pauvres que pour le reste de la population, la pauvreté dans les pays en développement reste aujourd'hui essentiellement concentrée dans les zones rurales (Ravallion *et al.*, 2007). Toutefois, selon une autre étude de Ravallion *et al.* (2008), si l'urbanisation se poursuit, les taux de pauvreté urbaine vont très probablement grimper. Le changement climatique devrait accroître de manière spectaculaire les risques de sous-alimentation sévère pour ces pauvres, surtout en raison de ses effets sur les disponibilités alimentaires et sur les dépenses. Pour les pauvres vivant en zone rurale, les effets du changement climatique sur la productivité agricole rendent les choses plus difficiles encore.

Tableau 3. Le visage changeant de la pauvreté

		Nombre de pauvres (millions)			Pourcentage de la population des pays en développement vivant en dessous du seuil de pauvreté			Part urbaine de la pauvreté (pour cent)
		Urbaine	Rurale	Total	Urbaine	Rurale	Total	
1 USD par jour	1993	236	1 036	1 272	13,5	36,6	27,8	18,5
	2002	283	883	1 165	12,8	29,3	22,3	24,2
2 USD par jour	1993	683	2 215	2 898	39,1	78,2	63,3	23,6
	2002	746	2 097	2 843	33,7	69,7	54,4	26,2

Source: adapté de <http://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2007/09/ravalli.htm>.

Données provenant de: Ravallion *et al.*, 2007.

En plus d'influencer la situation économique, le changement climatique peut également exacerber les inégalités qui jalonnent déjà différents axes sociaux: le sexe, la race, l'âge, la situation matrimoniale,

etc.¹³ La parité hommes-femmes est une question importante qui sera abordée plus en détail plus loin. Les jeunes enfants et les populations plus âgées sont également plus exposés en raison de leur dépendance, financière ou physique, à l'égard d'autres membres du foyer. Il est très probable que les communautés qui ont toujours été défavorisées ou marginalisées soient surreprésentées au sein des populations pauvres. Même lorsque ces communautés ne sont pas considérées comme « pauvres » au sens financier du terme, elles peuvent être vulnérables à l'insécurité alimentaire en raison de leur statut social inférieur. Il n'est pas possible, en ne prenant en compte qu'une seule de ces caractéristiques, d'appréhender la complexité des interactions qui aggravent la vulnérabilité à l'insécurité alimentaire.

L'accès à la nourriture est également conditionné par les déséquilibres de pouvoir qui existent dans la sphère sociale et politique. Par exemple, l'appui aux initiatives communautaires comme les banques alimentaires et les systèmes de distribution alimentaire financés par l'État peut être réduit pendant les périodes de difficultés économiques induites par le changement climatique.

Il est probable que les personnes pauvres et vulnérables, celles qui sont en proie à l'insécurité alimentaire et celles qui souffrent du changement climatique soient sensiblement les mêmes. Le changement climatique ajoute encore à la difficulté d'améliorer le bien-être de ces personnes. Mais il existe bien d'autres facteurs de pauvreté et bien d'autres difficultés pour les personnes vulnérables. Si l'on tente de remédier au problème de la vulnérabilité à l'insécurité alimentaire de manière indépendante, on risque d'utiliser inefficacement les ressources et de perdre des possibilités de synergies. Parallèlement, le changement climatique engendre des défis uniques qui exigent que l'on repense les mesures actuelles en faveur de la sécurité alimentaire. Il est dès lors important de recommander que les programmes et politiques de lutte contre le changement climatique s'inscrivent dans le cadre d'initiatives durables de développement visant à réduire la pauvreté et les inégalités et à renforcer la sécurité alimentaire.

Dans un monde où le caractère limité des ressources freine déjà l'augmentation de la productivité en certains endroits, la croissance démographique constitue une autre menace pour la sécurité alimentaire durable, principalement dans les pays actuellement en développement dans lesquels les revenus sont en augmentation. Le changement climatique ajoute encore aux difficultés émanant d'autres menaces. Les quatre piliers de la sécurité alimentaire sont touchés par l'évolution des moyennes climatiques et l'accroissement de la variabilité. Ces effets se feront ressentir, et doivent être combattus, dans l'ensemble des systèmes qui relient les producteurs aux consommateurs via les marchés, que ce soit au niveau local ou dans des pays lointains. Ce sont les systèmes socioenvironnementaux locaux qui subiront directement les effets du changement climatique; ils sont donc au centre de la réponse sociétale à ce phénomène. Mais les institutions sociales et politiques internationales, nationales et locales, auront toutes un rôle important à jouer dans la gestion des effets du changement climatique sur la sécurité alimentaire, et devront travailler ensemble pour trouver des moyens de réduire les risques et d'instaurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle pour tous.

1.2.1 Systèmes alimentaires et changement climatique

Un facteur important influençant la mesure dans laquelle le changement climatique a une incidence sur la sécurité alimentaire est la différence de mode de production agricole, que ce soit au niveau local dans une région donnée ou à l'échelle de la planète.

La disponibilité alimentaire prend sa source dans des millions d'exploitations agricoles, partout dans le monde. Les agriculteurs utilisent les terres, la main d'œuvre disponible dans leur famille et parfois

¹³ De nombreuses recherches portent sur les facteurs sociaux influençant la vulnérabilité au changement climatique. Voir *Cutter et al.* (2009).

dans d'autres, ainsi que différents types d'équipements pour assurer la production des denrées alimentaires. Ils choisissent ce qu'ils vont produire en fonction des ressources naturelles disponibles (en tenant compte notamment de la qualité du sol et du climat), des intrants auxquels ils ont accès (à la fois les investissements préexistants comme les systèmes d'irrigation, et les facteurs courants de production, comme les variétés de semences et les espèces animales) et de la situation du marché. Une partie de leur production quitte l'exploitation, transportée soit par les agriculteurs eux-mêmes, soit par des commerçants qui véhiculent les produits jusqu'aux transformateurs, aux intermédiaires ou aux marchés sur lesquels ils seront vendus, dans le pays ou à l'étranger. Cet ensemble d'activités, de la ferme à la table, constitue le système alimentaire.

Les systèmes alimentaires sont extrêmement divers, tant au sein d'un même pays que d'un pays à l'autre; le changement climatique ne touchera pas tous ces systèmes de la même manière, d'où la nécessité d'évaluer différents types de politiques et de programmes. Parallèlement, les choix politiques influencent l'évolution des systèmes agricoles, qui peuvent à leur tour influencer le changement climatique et la sécurité alimentaire.

Les systèmes alimentaires diffèrent à de nombreux égards. Au niveau de l'exploitation, les différences résident dans la taille de l'exploitation, la part de la production qui est vendue, la mesure dans laquelle les activités de la ferme sont essentiellement menées par les membres de la famille et d'autres travailleurs ou avec l'intervention substantielle de machines, et le degré de mixité de la production (cultures différentes, culture et élevage et autres services écosystémiques¹⁴), que l'on appelle parfois « multifonctionnalité »¹⁵.

L'une des approches traditionnelles utilisée pour décrire les systèmes agricoles consiste à établir une dichotomie entre petites et grandes exploitations. Selon l'Évaluation internationale des connaissances, des sciences et des technologies agricoles pour le développement - EICSTAD (2008), ces deux systèmes diffèrent grandement sur le plan de la consommation de ressources, de l'intensité de capital, de l'accès aux marchés et des possibilités

Encadré 1. Qu'est-ce qu'une « petite exploitation » ?

Ce que nous appelons « petite agriculture » a de nombreux synonymes et autant de définitions: on parle également de petite exploitation, d'exploitation paysanne ou familiale, d'agriculture de subsistance et d'agriculture familiale. Les acteurs de ce type d'agriculture peuvent être des agriculteurs familiaux, des bergers ou des pasteurs, des travailleurs sans terres ou ruraux, des habitants des forêts, des pêcheurs, des peuples autochtones et des communautés traditionnelles (ActionAid, 2009).

Les gouvernements doivent traduire ces concepts qualitatifs relatifs à la petite agriculture en définitions officielles aux fins de la mise en œuvre de politiques. Les définitions officielles de la petite agriculture varient de manière spectaculaire d'un pays à l'autre, et intègrent différents éléments. En Asie, l'élément essentiel est la superficie cultivée, le seuil étant souvent fixé à 2 hectares. Au Brésil, l'exploitation familiale (plus ou moins l'équivalent de la petite exploitation) est officiellement définie comme une exploitation dont la taille varie, selon les régions, entre 5 et 110 hectares, qui fonctionne essentiellement grâce au travail des membres de la famille et dont celle-ci tire la majeure partie de ses revenus. Aux États-Unis, la définition se base sur le volume des ventes, les petites exploitations étant celles dont les ventes sont inférieures à 50 000 USD.

¹⁴ Bénéfiques que peuvent tirer les populations des écosystèmes (Alcamo *et al.*, 2003). Il s'agit notamment de services d'approvisionnement (nourriture, eau), de services de régulation (inondations, maladies), de services culturels (spirituels, récréatifs ou culturels) et de services d'appui (comme le recyclage des éléments nutritifs qui crée les conditions indispensables à la vie sur terre).

¹⁵ Le concept de multifonctionnalité renvoie au caractère interdépendant de l'agriculture, activité à pans multiples qui produit non seulement des denrées commercialisables (alimentation humaine et animale, produits médicinaux) mais également des produits non commercialisables comme l'aménagement du paysage, la gestion des eaux souterraines et de surface et les changements de la biodiversité (Évaluation internationale des connaissances, des sciences et des technologies agricoles pour le développement - EICSTAD, 2008).

d'emploi. (EICSTAD, 2008, p.44). La zone agricole se trouvant sous le contrôle d'un agriculteur est un élément crucial du point de vue de l'échelle, soit intrinsèquement, soit en raison de ses liens avec d'autres opérations agricoles, comme l'accès aux ressources en capital et leur utilisation, la part de la production commercialisée, le degré de monoculture par opposition aux polycultures, et l'information sur les nouveaux intrants et les nouvelles techniques de gestion. Près des trois quarts des exploitations dans le monde ont une superficie de moins d'un hectare (von Braun 2005). En émettant certaines hypothèses sur la taille des exploitations, on peut estimer qu'au début des années 2000, les exploitations de 20 hectares ou moins représentaient environ 25 pour cent du total des zones cultivées de la planète. Toutefois, cette moyenne mondiale cache des différences considérables. La taille moyenne des exploitations est largement inférieure à 10 hectares en Asie et en Afrique, alors qu'elle dépasse de loin les 100 hectares en Amérique du Nord. En Afrique et en Amérique latine, 80 pour cent environ des exploitations agricoles sont des petites exploitations (Nagayets, 2005). En Amérique latine, les petites exploitations représentent près de 67 pour cent de la production totale et emploient près de 77 pour cent des travailleurs du secteur agricole (FAO 2011d)¹⁶.

Les petites exploitations jouent de multiples rôles, essentiels pour répondre aux besoins des populations vulnérables. Elles nourrissent les communautés pauvres - y compris elles-mêmes, ainsi que la majeure partie de la population mondiale (EICASTD, 2008, p.22). Elles assurent la gestion d'une large part des terres agricoles, emploient un grand nombre de travailleurs issus des communautés les plus pauvres, fournissent un accès à l'alimentation aux niveaux local et régional, et leur impact environnemental est parfois moins néfaste. Selon la FAO (FAOSTAT, 2010), le nombre de personnes travaillant dans l'agriculture est passé de 2,5 milliards en 2000 à 2,6 milliards en 2010, alors que la part de la population agricole totale est passée de 42 à 38 pour cent. Ces moyennes mondiales cachent d'importantes différences entre les pays. En règle générale, la part de la population qui travaille dans l'agriculture décline à mesure qu'un pays se développe et que son revenu par habitant augmente. C'est pourquoi la petite agriculture doit aujourd'hui jouer un rôle de premier plan pour relever les défis de la sécurité alimentaire. Parallèlement, il faut tenir compte du fait que l'urbanisation progresse rapidement dans toutes les parties du monde. Selon la variante moyenne des projections des Nations Unies relatives à la population et à l'urbanisation¹⁷, près de 69 pour cent de la population mondiale vivra en zone urbaine en 2050 et la population rurale déclinera, passant de 3,4 milliards en 2010 à 2,9 milliards en 2050. Dans certaines parties du monde au moins, les populations paysannes diminueront et la taille des exploitations finira par augmenter. Le Groupe d'experts de haut niveau prépare actuellement une étude sur les obstacles à l'investissement des petits exploitants, qui devrait être publiée en 2013.

On sait trop peu sur la manière dont la taille de l'exploitation influe sur le type de culture et d'élevage pratiqués et sur la gestion pour pouvoir dégager des tendances mondiales constantes, mais on considère généralement que les petites exploitations sont plus enclines à se lancer dans des cultures diversifiées et dans l'agroélevage, qui pourraient être plus résilients face au

Encadré 2. Au Ghana, les événements météorologiques extrêmes touchent les femmes plus durement que les hommes

Une étude réalisée dans le nord-est du Ghana montre que les femmes qui pratiquent l'agriculture de subsistance ont été plus durement touchées que les hommes par les sécheresses et les inondations. Les femmes célibataires, qui ne disposaient pas dans leur foyer des travailleurs nécessaires pour planter des cultures à forte intensité de main d'œuvre comme le riz, se sont révélées particulièrement fragiles. Elles n'étaient pas non plus en mesure, comme peuvent le faire les femmes mariées, de mobiliser le soutien de la communauté pour les aider à construire ou à réparer leur maison (Glazebrook 2011).

¹⁶ Les sources desquelles sont tirées ces statistiques n'utilisent pas toutes la même définition de l'expression « petite exploitation ».

¹⁷ <http://esa.un.org/unpd/wup/index.html>

changement climatique. D'un autre côté, ces petites exploitations ont en général moins facilement accès aux services de vulgarisation, aux marchés de nouveaux intrants et semences, et aux prêts pour financer leurs activités. Il est essentiel de mieux comprendre les différences qui existent au niveau des activités des exploitations et des vulnérabilités au changement climatique, tant pour trouver des moyens d'améliorer la sécurité alimentaire que pour relever les défis que représente le changement climatique pour la productivité et la stabilité agricoles.

1.2.2 Le rôle des femmes dans la production agricole

Pour combattre les menaces que le changement climatique fait peser sur l'agriculture, les politiques et les programmes doivent cibler tous ceux qui interviennent dans la production agricole. Selon les estimations d'un rapport conjoint de la Banque mondiale, de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et du Fonds international de développement agricole (2009), les femmes sont à l'origine de 60 à 90 pour cent de la production alimentaire totale. En moyenne, dans les pays en développement, elles représentent environ 43 pour cent de la main d'œuvre agricole, ce pourcentage variant de 20 pour cent en Amérique latine à 50 pour cent en Asie du Sud-Est et en Afrique subsaharienne (FAO 2011a)¹⁸. Les programmes destinés à améliorer la production agricole doivent dès lors cibler les femmes autant que les hommes. Offrir des services de vulgarisation aux femmes qui mènent des activités agricoles semblerait être un moyen efficace de leur fournir des informations sur des pratiques agricoles plus performantes de manière générale et sur les mesures à prendre face au changement climatique en particulier, et pourtant, dans les faits, cette approche n'est que rarement adoptée (EICASTD, 2008).

Outre la question de l'accès à l'information, les femmes sont généralement défavorisées dans d'autres aspects de l'agriculture, comme l'accès aux intrants et aux services productifs et à la propriété foncière. Il est rare que les femmes jouissent du même accès que les hommes aux intrants agricoles (Dey-Abbas, 1997; Quisumbing, 1996; Thapa, 2008 tel que cité dans Agarwal, 2011) et aux autres intrants et services productifs comme le crédit, la technologie, l'équipement, les services de vulgarisation, les engrais, l'eau et la main d'œuvre agricole, soit tout ce qui est nécessaire pour une bonne adaptation au changement climatique (Banque mondiale, 2009; FAO 2011a). Il existe très peu de données systématiques ventilées par sexe sur la propriété de ressources essentielles comme les terres, mais les rares études disponibles (voir FAO 2011a pour de plus amples informations) révèlent de vastes écarts dans ce domaine. Moins de 5 pour cent des propriétaires terriens en Asie de l'Ouest et en Afrique du Nord sont des femmes, alors que ce chiffre est d'environ 15 pour cent en Afrique subsaharienne. Au niveau régional, c'est en Amérique latine que le pourcentage de femmes parmi les exploitants agricoles est le plus élevé. Une étude récente a révélé que dans l'état de Karnataka, en Inde, 9 pour cent des femmes seulement possédaient des terres contre 39 pour cent des hommes (Swaminathan, *et al.* 2011). Les éléments disponibles indiquent qu'en moyenne, les ménages dirigés par des femmes possèdent de plus petits terrains que ceux dirigés par des hommes. Les femmes possèdent également moins d'animaux d'élevage.

Ces inégalités nuisent de manière directe à la productivité des fermes exploitées par des femmes. Selon la FAO (2011a), les pays en développement pourraient réaliser des gains de productivité de l'ordre de 2,5 à 4 pour cent et, partant, réduire de 12 à 17 pour cent le nombre de personnes sous-alimentées en remédiant à ces disparités entre les hommes et les femmes. Cette étude ne portait pas spécifiquement sur le changement climatique, mais il est possible que les gains de productivité soient plus élevés encore si l'on tenait compte des effets de ce phénomène.

¹⁸ Ces chiffres signifieraient que la productivité de la main d'œuvre est beaucoup plus élevée pour les femmes que pour les hommes, mais peu d'éléments étayaient cette hypothèse.

Les politiques et les programmes qui ciblent la sécurité alimentaire de manière générale et les mesures d'adaptation au changement climatique destinées aux femmes en particulier présenteront des avantages tant sur le plan de l'efficacité que sur celui du bien-être.

1.2.3 Les effets biologiques du changement climatique sur les cultures, le bétail et les systèmes agricoles¹⁹

C'est lorsqu'elles se trouvent dans un environnement et dans des conditions climatiques semblables à ceux dans lesquels elles ont évolué que les cultures réagissent le mieux (maïs en Amérique centrale, pommes de terre dans les Andes, blé au Moyen-Orient, riz en Asie du Sud). La sélection végétale permet d'élargir le champ des possibilités environnementales, et ceci est particulièrement vrai pour les cultures caractérisées par une grande diversité génétique ou une forte demande commerciale. On a beaucoup plus étudié les effets du changement climatique sur les céréales que sur les racines et les tubercules, les cultures horticoles et les cultures fourragères, et l'on dispose d'une quantité d'informations beaucoup plus importante sur ces effets dans des climats tempérés que sous les tropiques, et sur les systèmes terrestres que sur les systèmes marins.

Les effets du changement climatique sur les végétaux, les animaux et les systèmes naturels sont multiples. En règle générale, des températures moyennes plus élevées accéléreront la croissance et le développement des végétaux. La plupart des espèces d'élevage ont une zone de confort qui se situe entre 10 et 30°C; au-delà de ce seuil, les animaux réduisent leur consommation alimentaire de 3,5 pour cent par degré supplémentaire. En plus de réduire la productivité de l'élevage, l'augmentation des températures a des effets néfastes sur la fertilité. Certains autres effets du changement climatique atteignent les animaux par l'intermédiaire des végétaux qu'ils ingèrent.

La hausse des températures n'a pas que des mauvais côtés: elle améliorera la productivité dans certaines hautes terres tropicales et sous des latitudes élevées, par exemple, où les températures trop froides constituent aujourd'hui un frein à la croissance de la production agricole.

Les effets de l'élévation des moyennes de température sont importants, mais d'autres effets sont également à prendre en compte. Des températures plus élevées la nuit provoquent une diminution du rendement du riz, par exemple, pouvant aller jusqu'à 10 pour cent pour chaque degré d'augmentation des températures minimales pendant la saison sèche. L'augmentation des températures maximales peut entraîner des diminutions de rendement considérables et l'échec de nombreuses cultures. Dans le cas du maïs, par exemple, chaque degré jour passé à plus de 30 °C peut entraîner une diminution de rendement de 1,7 pour cent dans des conditions de sécheresse. Des températures plus élevées sont également synonymes de concentrations d'ozone plus élevées; l'ozone est nocif pour tous les végétaux, mais le soja, le blé, l'avoine, les haricots verts, les piments et certains types de coton y sont particulièrement sensibles.

L'évolution des températures et des régimes de précipitations peut avoir des répercussions considérables sur la productivité agricole et sur les services écosystémiques fournis par les forêts et les systèmes agroforestiers, dont de nombreuses personnes sont tributaires. Peu d'informations sont disponibles sur les effets du changement climatique sur la biodiversité et leurs répercussions sur la productivité des systèmes forestiers ou agroforestiers.

À l'échelle mondiale, les effets négatifs du changement climatique sur les systèmes d'eau douce devraient être supérieurs aux avantages offerts par l'augmentation générale des précipitations due au réchauffement de la planète. La concentration de CO₂ dans l'atmosphère est passée de 280 ppm à l'époque préindustrielle à environ 392 ppm en 2010, et continue de grimper de plus ou moins 2 ppm

¹⁹ Cette section s'appuie essentiellement sur les travaux de Thornton et Cramer (à paraître, 2012) et résume leurs conclusions.

par an depuis dix ans. De nombreuses études montrent que le CO₂ accroît le rendement des cultures de plantes C₃ (ce qu'on appelle la « fertilisation par le CO₂ ») mais que cet effet est limité, voire nul, sur les plantes C₄ comme le maïs et le sorgho. On connaît encore très mal les effets de l'augmentation des concentrations de CO₂ sur la croissance des végétaux dans des conditions de terrain normales; si elle peut avoir des effets bénéfiques sur les rendements, elle peut aussi avoir des effets néfastes sur la composition des éléments nutritifs disponibles pour les cultures (voir plus loin), effets qui dépendent également de la mesure dans laquelle la croissance de la plante est entravée par d'autres facteurs (eau ou éléments nutritifs)²⁰. Pour certaines cultures comme les haricots, des différences génétiques ont été constatées au niveau de la réaction de la plante au CO₂, différences qui peuvent être exploitées par la sélection. L'augmentation des concentrations de CO₂ mène directement à une acidification des océans, qui (combinée à l'élévation du niveau des mers et à l'augmentation des températures) a déjà des conséquences catastrophiques sur les récifs coralliens et les communautés dont la sécurité alimentaire en dépend.

Les légumes sont généralement très sensibles aux extrêmes environnementaux, et les températures élevées et une humidité réduite du sol sont les principales causes des faibles rendements sous les tropiques. Ces facteurs seront encore exacerbés par le changement climatique (Peña et Hughes, 2007).

De manière générale, on ne sait pas grand-chose sur l'impact du changement climatique sur les organismes nuisibles et les maladies des cultures, des animaux d'élevage et des animaux aquatiques, mais il pourrait bien être considérable. Dans certaines limites, les insectes se reproduisent plus rapidement lorsque les températures sont élevées, et sont plus susceptibles de survivre à l'hiver dans les régions tempérées. De nombreuses plantes adventices prolifèrent par des concentrations élevées de CO₂.

Par exemple, les ignames et le manioc sont connus pour être des cultures résistant bien aux stress provoqués par la sécheresse et la chaleur (Jarvis *et al.*, 2012), mais on pense que leur sensibilité aux organismes nuisibles et aux maladies dans un climat changeant pourrait à l'avenir nuire gravement à leur productivité et modifier considérablement leur aire de répartition. La pomme de terre est un autre type de culture pour lequel on connaît encore mal les effets du changement climatique sur le complexe nuisibles/maladies (notamment les problèmes associés à l'intensification des précipitations), très important pour l'espèce.

Au cours des prochaines décennies, le changement climatique soumettra les animaux et les végétaux à des stress multiples dans de nombreux systèmes agricoles et aquatiques; on connaît encore très mal les effets que ces différents stress, ajoutés les uns aux autres, peuvent avoir. Pour le riz, par exemple, certains éléments tendent à prouver que la combinaison des stress engendrés par la chaleur et par la salinité produit des effets physiologiques supplémentaires qui viennent s'ajouter aux effets provoqués par ces deux types de stress séparément.

²⁰ Un rapport de 2006 sur le projet de fertilisation par le CO₂ FACE (*Free-Air CO₂ Enrichment*, ou Enrichissement au dioxyde de carbone à l'air libre) a établi que les effets du phénomène sur le terrain étaient environ de 50 pour cent inférieurs à ceux observés au cours des expériences en conteneurs fermés. De même, selon un autre rapport (Zavala *et al.* 2008), l'augmentation des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère augmente la sensibilité du soja au hanneton japonais et la sensibilité du maïs à la chrysomèle occidentale des racines du maïs. Enfin, une étude de 2010 (Bloom *et al.*, 2010) a conclu que l'augmentation des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère empêchait l'assimilation des nitrates pour la formation de composés organiques azotés. Les expériences du projet FACE sont réalisées en milieu expérimental avec des quantités d'azote suffisantes. Toutefois, lorsque l'azote est un facteur limitant, l'effet de fertilisation par le CO₂ est fortement réduit. Ainsworth *et al.*, 2008 ont décrit les incohérences entre les expériences sur le terrain (FACE) et en laboratoire (chambre), et les résultats de la modélisation.

La plupart des études relatives aux effets biologiques du changement climatique sur la production végétale se sont concentrées sur le rendement²¹. Une autre question beaucoup moins étudiée est celle de l'impact du changement climatique sur la *qualité* des aliments et du fourrage, à savoir la composition en éléments nutritifs de chaque denrée alimentaire et le potentiel d'évolution de l'assortiment de denrées engendré par les différentes réactions des végétaux et des animaux au changement climatique. Ce sont les céréales qui ont bénéficié de la plus grande attention, leur qualité étant altérée à la fois par l'augmentation des niveaux de CO₂ et par la hausse des températures. Hatfield *et al.* (2011), par exemple, résume les travaux qui montrent que la teneur en protéines du blé diminue avec l'augmentation du CO₂. Les expériences réalisées dans le cadre du projet FACE, décrites par Ainsworth et McGrath (2010) pour les États-Unis et par Erda *et al.* (2005) pour la Chine, montrent qu'aux niveaux de concentration de CO₂ que nous atteindrons probablement d'ici le milieu du siècle, la teneur en protéines et en minéraux tels que le fer et le zinc des plantes non légumineuses diminue de manière sensible. Wrigley (2006) a rapporté que l'augmentation de rendement du blé provoquée par un doublement de la quantité de CO₂ provenait d'un accroissement du nombre de grains et non de leur taille, avec moins de protéines et plus d'amidon. L'Institut international de recherche sur le riz (IRRI, 2007) a indiqué que l'augmentation des températures altérerait certaines qualités du riz comme son caractère crayeux, sa teneur en amylase et sa température de gélatinisation.

Les études systématiques sur les effets des changements des températures et des précipitations sur l'ensemble des cultures, du bétail et des poissons n'en sont qu'à leurs balbutiements, et des recherches supplémentaires sont nécessaires pour en comprendre les conséquences et définir des stratégies d'investissement prometteuses en vue d'accroître la productivité et la résilience.

Il est urgent d'étudier les « combinaisons de stress » et les interactions entre les différentes agressions abiotiques et biotiques dans les principaux systèmes agricoles et aquacoles.

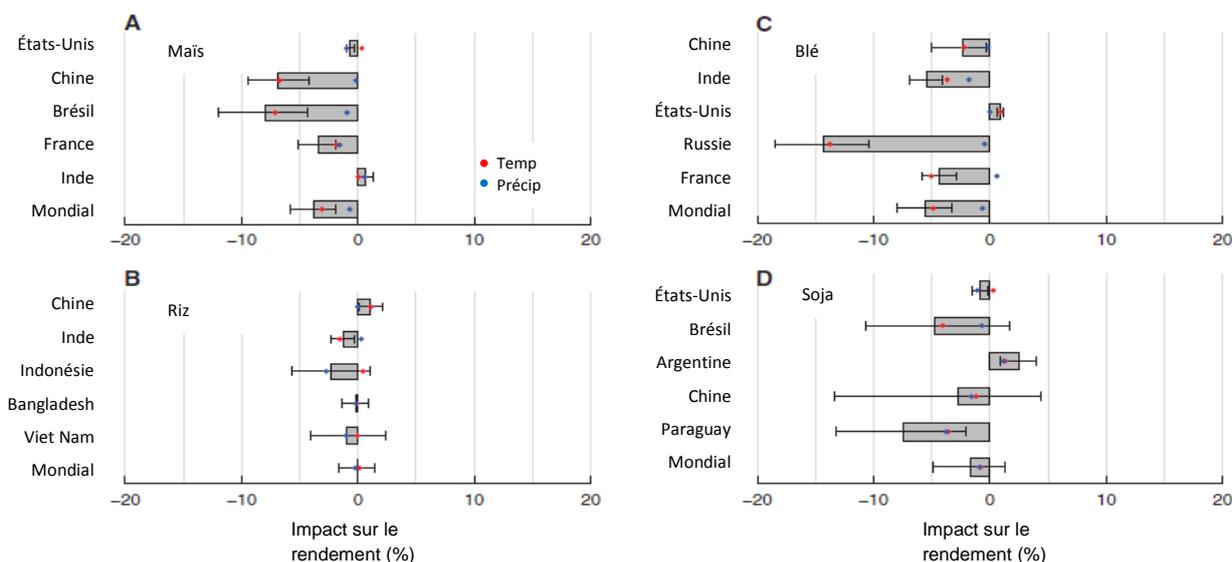
1.2.4 Preuves des effets du changement climatique sur la production agricole

Des éléments de plus en plus nombreux attestent l'existence d'un lien entre les émissions de GES provoquées par l'homme, le changement climatique et les effets sur la productivité agricole. À titre d'exemple, une étude récente menée par David Lobell et collaborateurs (Lobell, *et al.*, 2011) indique clairement que l'augmentation des températures observée au cours de la seconde moitié du XX^e siècle et des premières années du XXI^e siècle, ainsi que les modifications des précipitations qui en découlent, ont déjà eu divers effets perceptibles sur l'agriculture à travers le monde. Selon les conclusions de cette étude, ces dernières années (1980-2008) ont été marquées par d'importantes différences régionales en ce qui concerne les changements de température observés au cours de la saison de végétation: seuls de petits changements ont été notés en Amérique du Nord, alors que des augmentations sensibles ont été enregistrées en de nombreux endroits du monde, particulièrement en Europe et en Chine. Ceci se traduit par une évolution très variable des rendements, comme le montre la figure 1. Si l'on prend le cas du maïs, le changement climatique semble n'avoir eu aucun effet sur les tendances de rendement aux États-Unis, alors qu'un ralentissement sensible a été observé en Chine, au Brésil et en France. Toutefois, l'augmentation des températures a été bénéfique pour la production végétale régionale de certains pays, observation étayée par un déplacement vers le nord des aires de culture du maïs aux États-Unis (Hatfield *et al.*, 2011), du riz en Chine (Hijmans, 2007) et du blé en Russie (Ivanov, 2004; Ivanov et Kiryushin, 2009). L'augmentation rapide des émissions de GES, en particulier dans les pays en développement, combinée aux effets néfastes du changement climatique sur l'agriculture, à la probabilité que les températures entraînent des

²¹ Voir http://climate.engineering.iastate.edu/Document/Grain_percent20Quality.pdf pour plus de détails sur les effets du changement climatique sur la qualité des céréales.

répercussions non linéaires sur les rendements et au risque accru d'épisodes climatiques extrêmes, laissent présager des défis gigantesques pour la sécurité alimentaire durable.

Figure 1. Impact net estimatif de l'évolution du climat pour la période 1980-2008 sur le rendement agricole moyen des grands producteurs et de la production mondiale



Les zones grisées indiquent une estimation médiane; les barres d'erreur représentent un intervalle de confiance de 5 à 95 %. Les points rouges et bleus indiquent l'estimation médiane de l'impact des températures et des précipitations, respectivement.

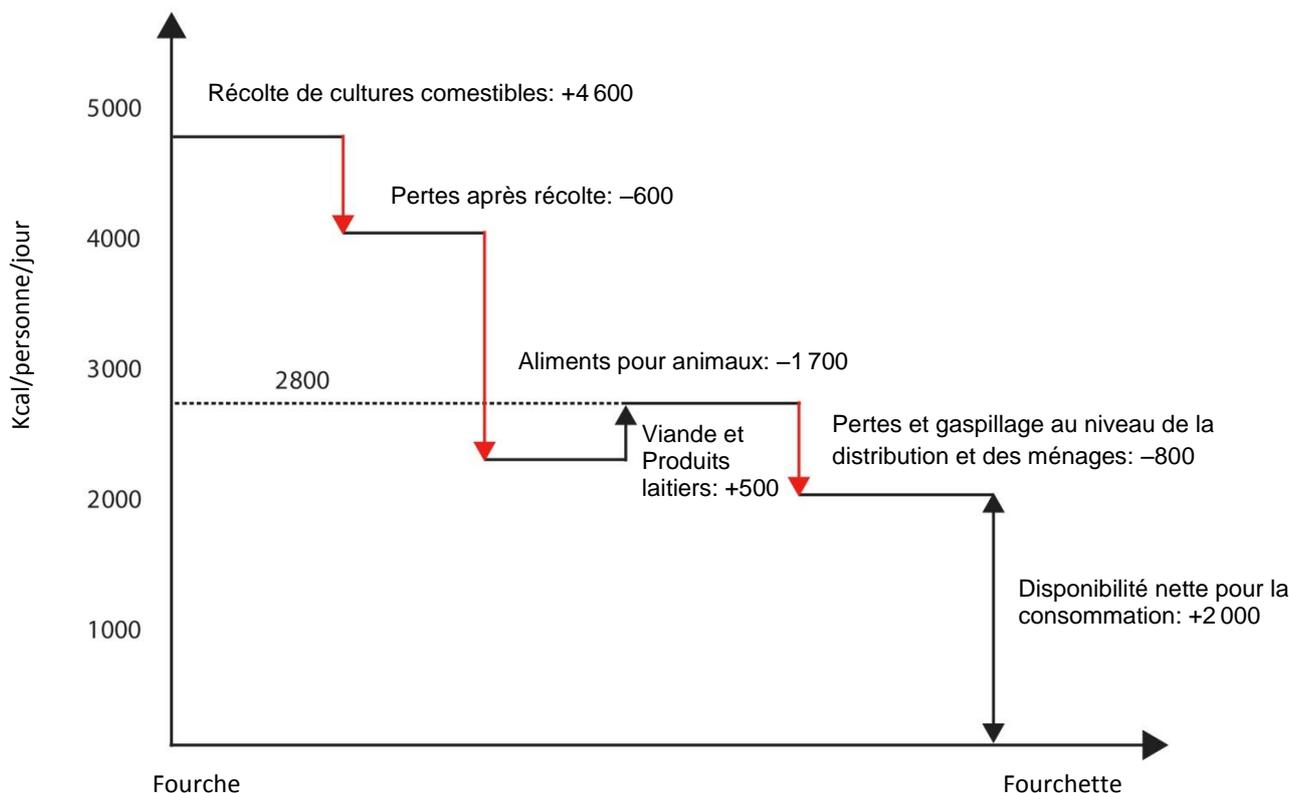
Source: Lobell *et al.* (2011).

1.2.5 Effets du changement climatique et interventions en faveur de la sécurité alimentaire, du producteur au consommateur

La figure 2 illustre le potentiel de renforcement de la sécurité alimentaire que possèdent les interventions après récolte, en limitant l'impact de la production alimentaire sur le changement climatique et en atténuant les effets néfastes de ce dernier. Selon une analyse de Smil (2000), les pertes après récolte dues au mode de récolte et à un mauvais stockage représentent 13 pour cent de la production et se produisent essentiellement dans les pays en développement. L'augmentation des températures et du degré d'humidité provoquée par le changement climatique, en favorisant la prolifération d'insectes et de champignons, risque de favoriser davantage encore les dégâts causés aux stocks. Les animaux consomment 37 autres pour cent des récoltes. Les pertes et le gaspillage liés à la distribution, qui sont particulièrement importants dans les pays développés, représentent encore 17 pour cent des récoltes. La hausse des températures augmentera les besoins en réfrigération dans les réseaux de distribution alimentaire.

Les investissements visant à réduire les pertes après récolte permettront aussi de diminuer les émissions de GES attribuables à l'agriculture. Des politiques et des programmes visant à réduire la consommation de viande là où elle est néfaste pour la santé humaine permettraient de réduire considérablement l'utilisation d'aliments pour le bétail; une plus grande part de la production pourrait ainsi être consacrée à l'alimentation humaine directe, ce qui diminuerait la nécessité pressante d'augmenter les surfaces agricoles.

Figure 2. Pertes, conversions et gaspillages dans la chaîne alimentaire mondiale - de la production à la consommation nette des ménages



Source: adapté de Lundqvist *et al.* (2008), basé sur Smil (2000).

1.2.6 Changement climatique et moyens d'existence

Le changement climatique peut entraver l'accès à la nourriture en perturbant les moyens d'existence et en exacerbant l'instabilité des prix des aliments de base. Les individus qui sont exposés à un risque élevé d'insécurité alimentaire vivent en grande majorité dans les zones rurales, où est localisée la production alimentaire, de sorte que leurs moyens d'existence subiront de plein fouet les effets locaux du changement climatique et de manière indirecte les effets touchant les autres régions du monde.

Les stratégies politiques et les mesures régissant l'accès à la nourriture sont traditionnellement centrées sur le ménage. Mais la répartition des denrées à l'intérieur du ménage peut également faire varier les effets du changement climatique sur cet accès. Le « travail des femmes » comprend généralement aller chercher l'eau, préparer le repas et prendre soin de tous les membres du ménage, ce qui leur laisse peu de temps pour entreprendre des activités génératrices de revenus. Lorsque la

Encadré 3. Les aliments récoltés dans la nature et le changement climatique

Selon Arnold *et al.* (2011), l'alimentation et les revenus d'un milliard de personnes environ parmi les plus pauvres de la planète dépendent de produits récoltés dans la nature. Une étude de Nasi *et al.* (2011) présente par exemple des données qui démontrent qu'approximativement 4,5 millions de tonnes de viande de brousse sont extraites chaque année des seules forêts du bassin du Congo. Les animaux et les végétaux sauvages offrent non seulement un apport de calories considérable, mais ils sont également une source précieuse de protéines et micronutriments. Étant donné que le changement climatique altère le fonctionnement des écosystèmes, il est possible que cette source d'alimentation si importante pour les pauvres soit mise en péril. Il est également probable que se tourner vers ce type d'aliments deviendra une stratégie d'adaptation plus courante en cas de catastrophe naturelle, de sécheresse ou d'inondation.

dégradation environnementale causée par le changement climatique augmente le temps nécessaire à des activités telles que la collecte de l'eau, les femmes sont encore moins à même de gagner de l'argent. Étant donné la dynamique des ménages, on peut considérer que les femmes et les filles sont plus durement touchées que les hommes et les garçons en cas de pénurie.

Indépendamment de la question de la quantité, d'autres facteurs influencent l'efficacité de l'utilisation des aliments, comme par exemple l'accès à l'eau propre, la diversité alimentaire et l'éducation des mères en matière de nutrition infantile (Smith et Haddad, 2000). Un accès régulier à l'eau propre peut être compromis par le changement climatique, car celui-ci favorise les événements météorologiques extrêmes (sécheresses et inondations) qui exercent une pression sur les systèmes de distribution de l'eau.

Les nutritionnistes recommandent de consommer des fruits et légumes divers, des quantités limitées d'aliments riches en protéines (légumes, viande ou poisson) et des féculents. Cependant, partout dans le monde, les régimes alimentaires évoluent vers la consommation de plus grandes quantités d'aliments transformés qui contiennent de grandes quantités de sucre, de graisses et d'huiles, entraînant des problèmes de plus en plus inquiétants de suralimentation et d'obésité, même dans les pays en développement (Organisation mondiale de la Santé, 2011). Historiquement, les efforts visant à lutter contre la faim ont mis en avant l'apport d'une nourriture suffisamment riche en énergie (calories), et les ressources du secteur public disponibles pour la recherche ont été consacrées à l'amélioration de la productivité des principales cultures de base, en particulier le riz, le blé et le maïs. Ces trois céréales représentent aujourd'hui 50 pour cent de la consommation totale de calories à l'échelle mondiale, ce pourcentage étant bien plus élevé encore dans les pays en développement (FAOSTAT). De bien plus maigres ressources ont été consacrées à la recherche sur les fruits et les légumes; il s'agit pourtant de denrées extrêmement précieuses pour traiter les carences en micronutriments. Ils sont également synonymes, pour les petits exploitants, de revenus beaucoup plus confortables et d'un plus grand nombre d'emplois par hectare que les cultures de base (AVRDC, 2006). La production mondiale de légumes a doublé au cours de ces 25 dernières années, et la valeur des échanges commerciaux mondiaux de légumes dépasse celle des céréales (AVRDC, 2006). Les effets du changement climatique sur la productivité des fruits et légumes doivent faire l'objet de nouvelles études.

Un accès à la nourriture périodiquement insuffisant renforce l'insécurité alimentaire et entraîne une dégradation de l'état nutritionnel (FAO, 2008). La production végétale est cyclique, et la disponibilité des aliments après la récolte est assurée soit par les stocks locaux, soit par un approvisionnement en provenance d'autres régions, à l'intérieur ou à l'extérieur du pays. En contre-saison, l'accès à la nourriture est tributaire de la disponibilité et des revenus nécessaires pour stocker les denrées ou les acheter.

Les prix locaux et la stabilité de l'accès peuvent également pâtir des effets du changement climatique dans d'autres régions. Par exemple, les flux céréaliers internationaux sont depuis longtemps considérés comme un mécanisme permettant de compenser, du moins partiellement, l'instabilité accrue qu'engendrera le changement climatique. Les flambées des prix des aliments amorcées en 2008 ont été provoquées en partie par des événements météorologiques dont la fréquence est susceptible de s'accroître du fait du changement climatique. Une réaction malheureuse de certains pays a été de plafonner la quantité de céréales pouvant être exportées, ce qui a eu pour effet d'en limiter la disponibilité et de faire grimper les prix dans d'autres parties du monde. Le rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur la volatilité des prix et la sécurité alimentaire (HLPE, 2011a) comprend une recommandation sur l'importance d'un système transparent, responsable et fondé sur des règles pour contrer la volatilité des prix des denrées alimentaires. Cette recommandation prend plus de sens encore à mesure que les effets du changement climatique se font sentir de manière plus prononcée.

Les communautés les plus exposées à l'insécurité alimentaire se trouvent en général dans les pays à faible revenu. La plupart des mesures qui favorisent le développement durable en mettant l'accent sur l'amélioration des moyens d'existence des segments les plus pauvres de la société permettront de renforcer la résilience en général et faciliteront indirectement l'adaptation au changement climatique. Les investissements en faveur de l'agriculture et de la production de nourriture dans le cadre de l'aide au développement n'ont bénéficié, ces derniers temps, que d'un faible degré de priorité. Mais les choses sont en train de changer. Sur la scène internationale, les pays développés ont approuvé en 2009 l'Initiative de L'Aquila sur la sécurité alimentaire mondiale, avec pour objectif d'investir 20 milliards de dollars en trois ans pour encourager le développement rural des pays pauvres. Au niveau régional, le Pacte du Programme détaillé pour le développement de l'agriculture africaine (Déclaration de Maputo) engage les gouvernements africains à consacrer 10 pour cent de leurs dépenses à l'agriculture. Néanmoins, pendant des décennies, les investissements en faveur des systèmes de production de nourriture ont été insuffisants et il importe de leur accorder aujourd'hui une plus grande attention dans le cadre d'une approche pluridimensionnelle visant à créer des moyens d'existence ruraux durables et résilients. Le suivi et l'évaluation des différentes stratégies permettant d'atteindre ces objectifs jouent un rôle essentiel. La multiplication des grands centres urbains et des mégapoles, en particulier dans les pays à faible revenu, pose des problèmes spécifiques pour la sécurité alimentaire, notamment en ce qui concerne le développement de chaînes d'approvisionnement résilientes et les moyens de lutter contre la volatilité des prix des denrées alimentaires. Avoir recours à l'agriculture urbaine et périurbaine en tant que moyen de lutter contre l'insécurité alimentaire dans les villes pourrait améliorer la disponibilité alimentaire et l'accès à la nourriture des populations urbaines.

1.3 Messages stratégiques

Les programmes et les politiques de lutte contre le changement climatique doivent s'inscrire dans le cadre des efforts visant à réduire la pauvreté et à renforcer la sécurité alimentaire. Si l'on tente de remédier au problème de la vulnérabilité à l'insécurité alimentaire de manière indépendante, on risque d'utiliser inefficacement des ressources et de perdre des possibilités de synergies. Parallèlement, le changement climatique engendre des défis uniques qui exigent des modifications des programmes actuels en faveur de la sécurité alimentaire.

Pour relever les défis de la sécurité alimentaire, il faut améliorer la productivité. Le changement climatique appelle des recherches sur les cultures, l'élevage et les systèmes résilients face à la variabilité du climat et aux événements extrêmes.

Les systèmes de production alimentaire sont extrêmement divers, tant au sein d'un même pays que d'un pays à l'autre. Le changement climatique ne touchera pas tous ces systèmes de la même manière, d'où la nécessité d'adopter différentes approches en matière de politiques et de programmes. Aujourd'hui, à l'échelle mondiale, les petites exploitations comptent pour une large part dans l'utilisation des terres agricoles et l'emploi rural et sont souvent gérées par des femmes. Ces petites exploitations sont plus enclines à se lancer dans des cultures diversifiées et dans l'agroélevage, qui pourraient offrir une meilleure résilience face au changement climatique. D'un autre côté, elles ont en général moins facilement accès aux services de vulgarisation, aux marchés des intrants et des semences, et aux prêts pour financer leurs activités. Les politiques qui visent à lever les obstacles auxquels doivent faire face les petits exploitants et à garantir aux femmes un accès égal à l'information et aux ressources produiront des bénéfices importants sur le plan de la productivité, de la résilience et de la réduction de la pauvreté et favoriseront donc la sécurité alimentaire en général ainsi que l'adaptation au changement climatique. Pour des raisons d'efficacité, autant que pour des raisons de protection sociale, les programmes de sécurité alimentaire de manière générale et les mesures spécifiques au changement climatique doivent cibler les femmes.

On ne dispose pas de suffisamment d'informations pour gérer efficacement les multiples facettes des menaces que le changement climatique fait peser sur la sécurité alimentaire. Nous attirons l'attention sur deux domaines dans lesquels un complément d'informations serait particulièrement utile pour réduire la vulnérabilité au changement climatique:

- Les effets biophysiques du changement climatique sur la productivité des végétaux et des animaux et la stabilité de la production, y compris les effets sur les organismes nuisibles et les maladies qui nuisent à la production alimentaire et au système de commercialisation après récolte. La plupart des informations disponibles concernent les grandes cultures de base, et dans une moindre mesure les animaux d'élevage (y compris les poissons). Ces informations sont encore plus rares pour les fruits et les légumes.

Les différences en matière de types de culture et d'élevage et de pratiques de gestion varient selon la taille de l'exploitation et le sexe de l'exploitant et la mesure dans laquelle ces éléments seront influencés par le changement climatique.

2 ÉVALUER LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET NUTRITIONNELLE DEMAIN: SCÉNARIOS PLAUSIBLES POUR L'AVENIR

2.1 Introduction

Au premier chapitre, nous nous sommes penchés sur les effets passés et présents du changement climatique sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle dans différentes régions et pour différents groupes, en particulier les plus vulnérables. Le présent chapitre tentera de déterminer comment, à l'avenir, le changement climatique pourrait influencer la sécurité alimentaire et nutritionnelle, y compris ses répercussions sociales, économiques et biophysiques pour les groupes vulnérables dans des régions et des systèmes alimentaires qui sont exposés à des risques climatiques élevés.

En raison de la dynamique complexe qui relie le climat, l'évolution des écosystèmes, la production alimentaire, la distribution, l'utilisation, le développement socioéconomique en général, le changement institutionnel et les différentes dimensions du bien-être et de la pauvreté, il est utile de définir des scénarios pour explorer les futurs effets potentiels du changement climatique. « Les scénarios sont des descriptions plausibles et souvent simplifiées de la manière dont le futur peut se présenter, sur la base d'un ensemble d'hypothèses cohérentes et concordantes sur les principaux facteurs de changement et relations » (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Les scénarios se situent à mi-chemin entre les faits et les spéculations, dans un espace caractérisé par un degré élevé de complexité et d'incertitude. Il est souvent particulièrement utile d'avoir recours à une diversité de scénarios, construits sur la base d'un ensemble de facteurs de changement plausibles, afin de mieux appréhender l'éventail d'avenirs plausibles.

L'élaboration d'un scénario commence avec le recensement des différents effets potentiels qu'il est nécessaire de mieux comprendre pour éclairer les changements politiques devant être mis en œuvre aujourd'hui. La communauté des spécialistes du changement climatique a fait un usage abondant des scénarios pour évaluer la multitude des facteurs économiques, sociaux et institutionnels qui déterminent les niveaux d'émissions de GES induites par l'homme (Nakicenovic *et al.*, 2000). Apparaissent de manière implicite (et parfois explicite) dans ces scénarios les modifications des systèmes naturels, économiques et sociaux qui forment l'infrastructure socio-écologique essentielle au développement économique, à la lutte contre la pauvreté et au bien-être de l'humanité. Les avenirs plausibles pour un certain nombre de variables non climatiques (population, revenu, technologie) doivent dès lors venir s'ajouter aux scénarios climatiques afin d'élaborer des scénarios de sécurité alimentaire qui tiennent compte des effets du changement climatique²².

La vulnérabilité de la sécurité alimentaire et nutritionnelle au changement climatique est fonction de l'ensemble des facteurs mentionnés plus haut. Les modifications biophysiques induites par le changement climatique nuisent à la disponibilité alimentaire parce qu'elles influencent l'offre (par exemple, modification des rendements moyens et accroissement de la variabilité) et compromettent, partant, les moyens d'existence des producteurs. Le changement climatique a également des répercussions importantes sur l'accès aux denrées alimentaires et sur leur distribution, qui sont tributaires de la résilience climatique des infrastructures routières, des marchés et d'autres institutions sociales et économiques. Outre ces effets sur l'offre, le changement climatique peut avoir des répercussions sur l'utilisation des aliments (demande émanant des consommateurs), de par son influence non seulement sur les revenus mais également sur les comportements de consommation. Une incidence accrue d'événements météorologiques extrêmes pourrait avoir des conséquences

²² D'autres groupes ont utilisé les scénarios pour explorer de nombreux domaines, notamment les défis liés à l'écosystème (Évaluation des écosystèmes en début de Millénaire, 2005), les perspectives énergétiques (Shell International BV, 2008) et la pénurie d'eau (Alcamo et Gallopin, 2009).

pour la stabilité alimentaire, en provoquant des pénuries alimentaires temporaires plus fréquentes et une augmentation de la pression exercée sur la disponibilité des ressources, avec à la clé un risque de troubles politiques.

Le présent chapitre s'ouvre sur un examen des scénarios possibles en ce qui concerne les effets du changement climatique sur les températures et les précipitations et leurs conséquences sur la production et la disponibilité alimentaires. Il présente ensuite les récents exercices combinant des scénarios de changement climatique et des scénarios socioéconomiques, afin d'évaluer les effets du changement climatique sur les autres piliers de la sécurité alimentaire et nutritionnelle et les différentes dimensions du bien-être humain.

2.2 Scénarios climatiques et vulnérabilité de la sécurité alimentaire et nutritionnelle au changement climatique

Périodiquement, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) publie des rapports d'évaluation sur l'état des connaissances dans le domaine de la science du climat et de ses interactions avec les océans, les terres et les activités humaines²³. Si l'on connaît de mieux en mieux les conséquences générales de l'augmentation des concentrations de GES dans l'atmosphère, de grandes incertitudes planent toujours sur l'ampleur de ces effets et leurs répercussions sur des régions spécifiques. À ce stade, aucun scénario d'émissions n'est considéré comme étant plus probable qu'un autre. En outre, les effets du climat prévus par différents modèles climatiques mondiaux, utilisant les mêmes scénarios d'émissions de GES, diffèrent de manière sensible, sans que rien ne permette d'opérer un choix objectif entre eux.

Les résultats de ces modèles climatiques indiquent toujours une augmentation générale des températures et des précipitations²⁴. Toutefois, ces moyennes mondiales cachent des différences sensibles, tant sur le plan régional que sur celui des variations saisonnières. Les divergences entre les différentes prévisions des modèles climatiques mondiaux en ce qui concerne les futures tendances de précipitations sont particulièrement marquées. Les cartes de la figure 3 illustrent l'évolution annuelle moyenne des précipitations entre 2000 et 2050 selon les modèles climatiques mondiaux CSIRO et MIROC, sur la base du scénario A1B²⁵. On constate d'importantes différences dans les prévisions des deux modèles pour de nombreuses régions du monde. Par exemple, même si le modèle MIROC prévoit, sur la base du scénario d'émissions A1B, une augmentation notable des précipitations moyennes à l'échelle mondiale, il prédit également un avenir beaucoup plus sec à certaines régions comme le nord-est du Brésil et la moitié est des États-Unis. Les précipitations en Afrique de l'Est et au Bangladesh seront, en revanche, beaucoup plus abondantes. Si ce scénario devait se réaliser, il entraînerait des conséquences extrêmement négatives pour la production agricole de ces régions.

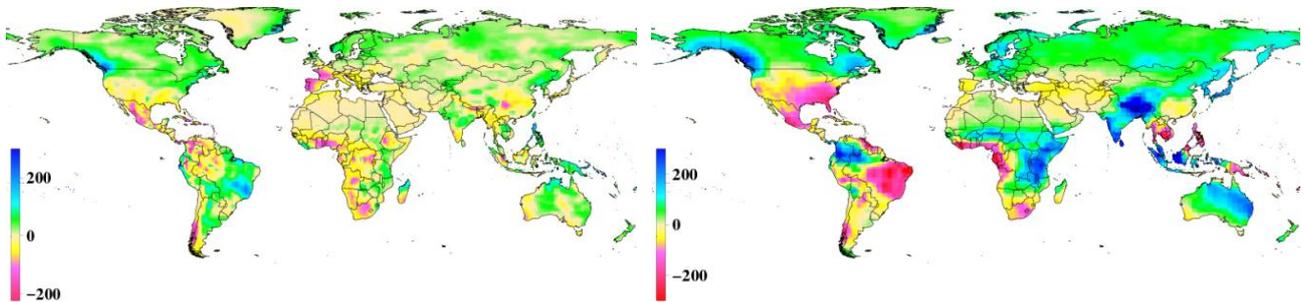
²³ Les modèles d'évaluation intégrée simulent les interactions entre les hommes et leur environnement, notamment les activités industrielles, le transport, ainsi que l'agriculture et d'autres modes d'utilisation des terres; ces modèles permettent d'estimer les émissions des différents GES. Les résultats de ces estimations d'émissions sont utilisés dans le cadre des modèles climatiques mondiaux, comme facteurs de modification de la chimie atmosphérique. Le résultat final est un ensemble d'estimations des valeurs de précipitations et de températures dans le monde entier.

²⁴ Voir tableau A2.3 dans Nelson *et al.* (2010) pour de plus amples informations sur les différences régionales dans l'évolution des températures et des précipitations.

²⁵ Le scénario A1B est l'un des scénarios décrits dans le rapport spécial sur les scénarios d'émissions publié par le GIEC dans le cadre de sa troisième évaluation (Nakicenovic *et al.*, 2000). Selon les scénarios de la famille A1, l'avenir sera marqué par une croissance économique galopante, une croissance démographique mondiale qui culminera au milieu du siècle pour décliner ensuite, et l'introduction rapide de technologies nouvelles et plus efficaces. Le scénario A1B prévoit un équilibre des améliorations technologiques entre les différentes sources d'énergie.

Figure 3. Évolution des précipitations annuelles moyennes (mm), 2000-2050, scénario A1B du GIEC

Carte de gauche: Modèle de la CSIRO, Carte de droite: Modèle MIROC.



Les zones vertes et bleues indiquent les augmentations de précipitations. Les zones roses et rouges indiquent les diminutions de précipitations.

Source: Nelson *et al.*, (2010) basé sur des données climatiques à échelle réduite disponibles à l'adresse: <http://www.cgair-csi.org/data/item/54-futureclim>.

Ces incertitudes des scénarios à l'échelle mondiale sont amplifiées aux niveaux régional et local, où les décisions individuelles en matière d'adaptation sont prises. Ceci rend extrêmement difficile l'élaboration de politiques et la prise de décision éclairées dans toutes les régions du monde, et plus particulièrement encore pour les régions et les systèmes de production qui sont tributaires des précipitations (agriculture en région sèche) et où résident également nombre des populations les plus vulnérables de la planète. Les stratégies d'adaptation devront être très différentes selon que l'on cherche à s'adapter à une augmentation des périodes de sécheresse ou à des inondations plus nombreuses.

2.3 Effets prévus par les différents scénarios: régions, systèmes et populations vulnérables

La première conséquence du changement climatique sur l'agriculture et la sécurité alimentaire est une perte de productivité. Dans la plupart des régions, les modifications des précipitations et des températures auront pour effet de réduire les rendements moyens et d'accroître la variabilité de la production. En certains endroits, l'effet combiné des modifications à la fois des températures et des précipitations pourrait entraîner un arrêt complet de l'activité agricole; en d'autres, peu nombreux, l'agriculture pourrait devenir possible. De multiples études se sont basées sur les résultats des scénarios climatiques pour établir des modèles de simulation de croissance des cultures, et ce afin d'évaluer l'impact potentiel du changement climatique sur les rendements (Reilly *et al.*, 2003; Parry, *et al.*, 2004; Cline, 2007; Challinor *et al.*, 2009; Nelson *et al.*, 2010), avec un large éventail d'effets possibles en fonction des cultures, des régions, des modèles climatiques mondiaux et du scénario de changement climatique. La figure 4 illustre comment les différents scénarios de changement climatique peuvent prévoir des effets très divers sur les rendements. À émissions de GES égales (scénario d'émissions A1B), le modèle climatique MIROC prévoit que le rendement des cultures pluviales de maïs entre 2000 et 2050 diminuera de manière sensible dans la Corn Belt aux États-Unis et dans certaines régions du Brésil et augmentera largement en certains endroits d'Inde, tandis que le modèle de la CSIRO donne des effets sur les rendements moins négatifs et plus uniformes sur l'ensemble de la planète. Selon les différents scénarios d'évolution du climat et des cultures modélisés dans Nelson *et al.* (2010), les effets sur les rendements varient d'une augmentation en certains endroits à des diminutions de non moins de 30 pour cent. De manière plus générale, il est probable que les modèles relatifs aux cultures sous-évaluent les effets biophysiques du changement

climatique, parce qu'ils ne tiennent pas compte des agressions liées aux organismes nuisibles et aux maladies. D'un autre côté, ils exagèrent les dégâts susceptibles d'être causés par le changement climatique, car à moins d'être combinés à des modèles socioéconomiques, ils ne tiennent pas pleinement compte des stratégies d'adaptation mises en place par les producteurs agricoles. Une meilleure compréhension des effets potentiels du changement climatique (et en particulier des incertitudes concernant les précipitations) sur la productivité agricole est essentielle à l'élaboration de stratégies d'adaptation appropriées aux différentes régions et aux différents systèmes.

D'après le quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2007e), « de récentes études indiquent que la fréquence accrue des agressions thermiques, des sécheresses et des inondations a des effets néfastes sur le rendement des récoltes et le bétail qui vont au-delà des effets du changement climatique, ce qui pourrait donner lieu à des effets surprise, plus prononcés et plus précoces que ce qu'indiquent les prévisions basées uniquement sur des variables moyennes. Ceci est particulièrement vrai pour les secteurs de subsistance situés à faible latitude. Le changement et la variabilité climatiques accentuent également les risques d'incendies, d'infestations de ravageurs et d'épidémies, avec des répercussions négatives pour les aliments, les fibres et la foresterie. »

2.3.1 Régions vulnérables

D'après certaines études, parmi les régions qui sont les plus exposées aux risques du changement climatique, ce sont les zones arides et semi-arides des tropiques, en particulier le Sahel en Afrique subsaharienne, l'Asie du Sud et de l'Ouest, l'Afrique du Nord, l'Inde et certaines régions des Andes sèches en Amérique latine qui sont les plus vulnérables, notamment à une plus grande sécheresse (Swaminathan et Kesavan, 2012). « Les régions arides du monde en développement s'étendent sur environ 3 milliards d'hectares et comptent 2,5 milliards d'habitants, soit 41 pour cent des terres émergées de la planète et plus d'un tiers de sa population. Seize pour cent environ de cette population vit dans la pauvreté chronique. » (CRP 1.1, 2011).

2.3.2 Systèmes vulnérables

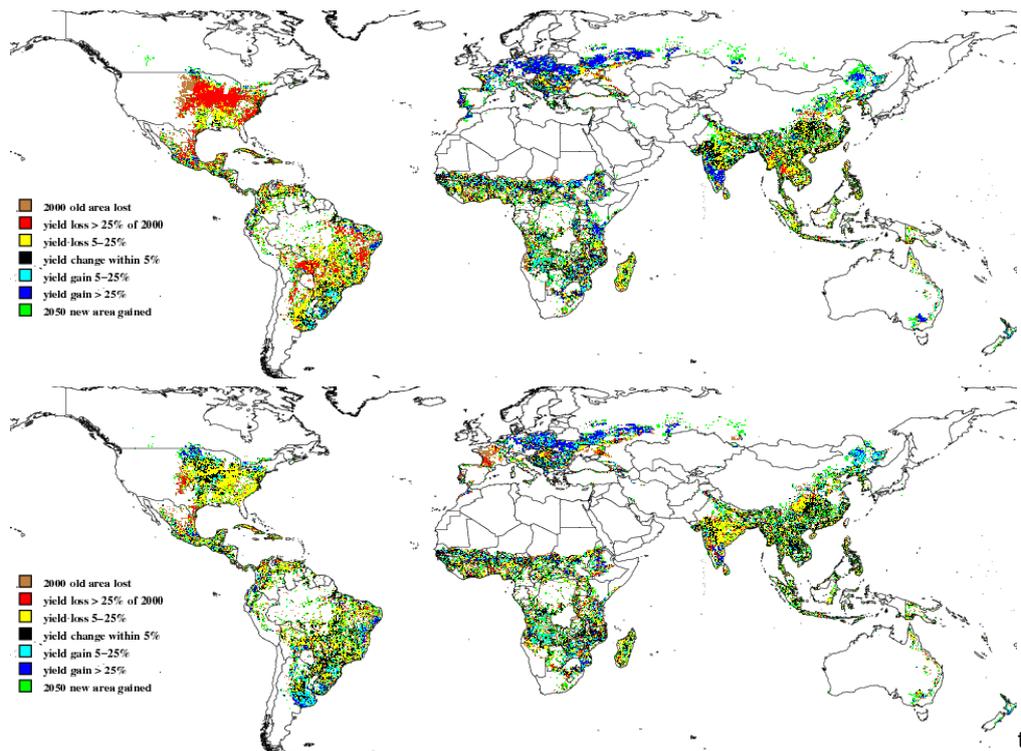
Parmi les systèmes les plus vulnérables figurent ceux des pasteurs et des petits exploitants des zones sèches, où la vulnérabilité des exploitations devrait s'aggraver avec le changement climatique. Les conclusions de Cline (2007) suggèrent que c'est en Inde et en Afrique que le déclin de la productivité devrait être le plus marqué. Des effets néfastes sur la productivité sont également attendus pour le bétail (Nienaber et Hahn, 2007; Thornton *et al.*, 2008) et les pêches maritimes (A. L. Perry *et al.*, 2005). Pour Thornton *et al.* (2008), les systèmes qui présenteront la vulnérabilité (tant biophysique que sociale) la plus élevée au changement climatique seront les systèmes d'élevage extensifs sur parcours et les systèmes mixtes culture-élevage pluviaux dans les régions arides et semi-arides d'Afrique.

Une étude des effets du changement climatique sur l'agriculture à l'échelle du continent, menée dans onze pays africains et portant sur les principaux systèmes agricoles et zones agroclimatiques, suggère que les systèmes spécialisés de culture ou d'élevage (monosystèmes), en particulier sur les terres sèches des régions arides et semi-arides, sont les plus vulnérables aux dégâts que causera le changement climatique (Hassan, 2010; Dinar *et al.*, 2008).

Les écosystèmes côtiers, où vit environ 40 pour cent de la population mondiale, sont menacés par les inondations et l'élévation du niveau des mers (Agardy et Alder, 2005; Nicholls, 2004). Des pays comme le Viet Nam, le Bangladesh et l'Égypte, où une part importante de la production agricole est concentrée dans les régions côtières, ainsi que les petits États insulaires, pourraient voir leur production chuter de manière spectaculaire en raison des inondations et de l'intrusion saline. Les évaluations récentes des effets du changement climatique sur la productivité des pêches n'ont pas

permis de déterminer si les effets combinés à l'échelle mondiale seraient positifs ou négatifs, mais elles ont révélé d'énormes différences selon les zones géographiques. On s'accorde à penser que si le potentiel de capture devrait augmenter dans les régions situées à proximité du Pôle Nord (Groenland, Norvège, Alaska et Russie), des diminutions sensibles de la productivité primaire des pêches devraient être enregistrées plus au sud (Indonésie, Chili, États-Unis et Chine). Un accroissement de la vulnérabilité de la production des pêches maritimes est prévu dans les pays tropicaux (Cheung *et al.*, 2010, R. I. Perry, 2010; Rice et Garcia, 2011).

Figure 4. Effets sur le rendement, cultures pluviales de maïs, scénario A1B du GIEC
Carte du haut: modèle de la CSIRO; carte du bas: modèle MIROC.



Source: Nelson *et al.*, (2010), figures 9 and 10.

2.3.3 Taille des exploitations

Sur le plan de la taille des exploitations, la situation et les tendances diffèrent d'une région à l'autre. De plus en plus d'éléments indiquent que la taille des exploitations augmente, non seulement aux États-Unis, au Canada et en Australie mais aussi en de nombreux autres endroits du monde, principalement en raison de la croissance économique (Hazell, 2011). L'abondance relative de terres et la récente tendance aux acquisitions foncières à grande échelle dans certains pays d'Afrique subsaharienne semblent étayer l'hypothèse selon laquelle la taille des exploitations devrait augmenter même dans cette région (Deininger et Byerlee, 2011; Eastwood, 2010). Parallèlement, toujours dans cette même région, le nombre de petites exploitations a grimpé (Jayne, 2012).

Le changement climatique pourrait accroître la vulnérabilité des petites exploitations, car il est probable qu'elles n'aient qu'un accès limité aux technologies qui leur permettraient de s'adapter au changement climatique, en raison des faiblesses des systèmes de vulgarisation et de crédit. Cet élément devra être pris en compte dans l'élaboration de politiques nationales de développement agricole. Et ces transactions foncières entraînent des conversions de forêts et de terres boisées en terres agricoles, les émissions de GES augmenteront.

À cet égard, la recommandation du rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur les régimes fonciers et les investissements internationaux dans l'agriculture (HLPE, 2011b) est particulièrement pertinente: les gouvernements doivent renforcer et préserver le droit à la terre de millions d'utilisateurs de terres dont les droits fonciers sont actuellement incertains. Aux termes des Directives volontaires pour une gouvernance responsable des régimes fonciers applicables aux terres, aux pêches et aux forêts dans le contexte de la sécurité alimentaire nationale²⁶, récemment approuvées par le CSA « les États devraient s'assurer que les droits fonciers légitimes sur les terres, les pêches et les forêts dont jouissent les individus, communautés et peuples susceptibles d'être touchés, en particulier les agriculteurs, les petits producteurs de denrées alimentaires et les individus vulnérables ou marginalisés, sont respectés et protégés par les lois et par les politiques, stratégies et actions menées au titre de la prévention et de l'atténuation des effets du changement climatique, et ce conformément aux obligations souscrites par lesdits États dans les accords-cadres pertinents sur le changement climatique. »

2.3.4 Urbanisation

L'urbanisation changera la nature de l'adaptation au changement climatique. Selon les prévisions, la population urbaine va croître, et ce essentiellement dans les pays en développement ; des stratégies d'adaptation spécifiques seront dès lors nécessaires pour préserver la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations pauvres et vulnérables des zones urbaines (Royal Society, 2012; Satterthwaite *et al.*, 2010). Si rien n'est fait, la demande urbaine accrue sera très probablement satisfaite non pas par de petites exploitations familiales, mais plutôt par de lointains systèmes de production commerciaux de grande taille situés dans des « greniers alimentaires », par l'intermédiaire de longues chaînes d'approvisionnement (Deininger et Byerlee, 2011). En outre, il est probable que l'urbanisation entraînera une concentration des marchés, et que la tendance à l'évolution des régimes alimentaires vers davantage d'aliments transformés et de protéines animales s'accroîtra. Ces processus pourraient rendre plus difficile l'atténuation du changement climatique s'ils entraînent une répétition des modèles de production et de chaînes de distribution et d'approvisionnement actuels, qui sont extrêmement intensifs sur le plan de l'utilisation des terres et de l'énergie et des émissions de GES (Bezemer et Headey, 2008; Timmer, 2009); (Royal Society, 2012; Satterthwaite, 2010). Outre les perspectives offertes par une agriculture urbaine innovante (Redwood, 2009; Lee-Smith, 2010), les récentes tendances au développement urbain décentralisé, à savoir de plus petites villes dotées d'une bonne infrastructure au sein de sites verts (Royal Society, 2012; Satterthwaite *et al.*, 2010) pourraient offrir un modèle de substitution plus respectueux du climat.

2.3.5 Conflits

Le changement climatique devrait exacerber les conflits autour de l'accès aux ressources (comme la terre et l'eau) et de leur maîtrise. Il devrait également accentuer l'instabilité sociale et politique dans des régions où l'accès aux ressources est restreint (par exemple les ressources hydriques en Asie centrale et occidentale et la mobilité des pasteurs dans de nombreuses régions du monde en développement). Les Directives volontaires pour une gouvernance responsable des régimes fonciers applicables aux terres, aux pêches et aux forêts dans le contexte de la sécurité alimentaire nationale comportent d'importantes dispositions visant à prévenir et à régler les conflits pour les terres (voir paragraphe 25).

²⁶ <http://www.fao.org/docrep/016/i2801f/i2801f.pdf>

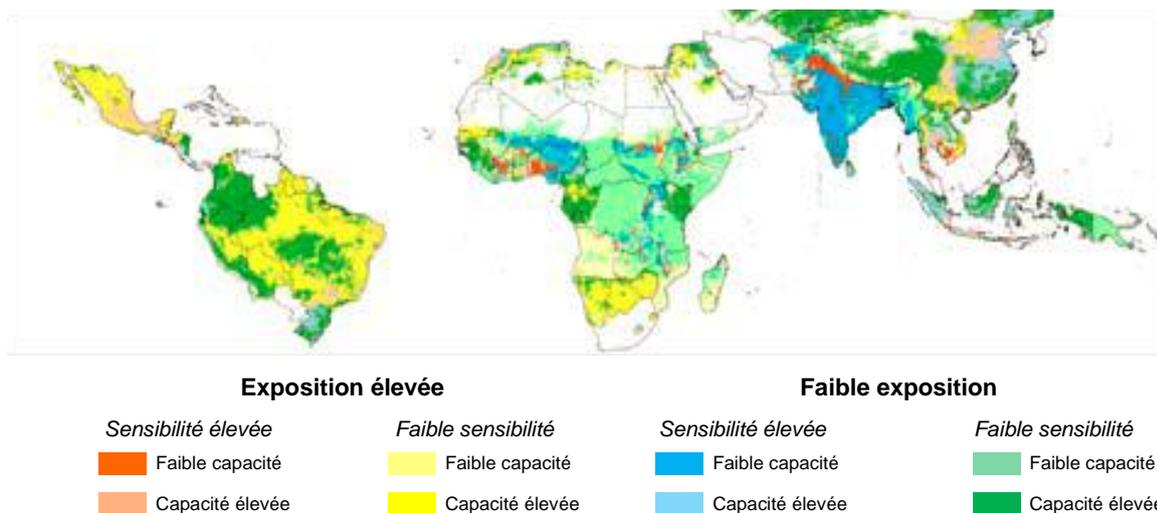
2.4 Scénarios combinant effets biophysiques et effets socioéconomiques

Quelques travaux ont été menés afin d'évaluer des situations futures plausibles. Nous en examinerons deux exemples ici.

2.4.1 Scénarios qui combinent vulnérabilité actuelle et disponibilité future

Certaines études ont tenté de construire des scénarios qui décrivent les effets du changement climatique sur l'accès à la nourriture en combinant ce que nous savons de la vulnérabilité *actuelle* et l'évolution *future* de la disponibilité. Dans une récente étude, Ericksen *et al.* (2011) utilisent cette technique pour évaluer les seuils (inférieur et supérieur) de vulnérabilité par domaines, sur la base de trois composantes de la vulnérabilité (l'exposition, la sensibilité et la capacité de faire face) dans les pays en développement. Par exemple, la figure 5 établit une cartographie des vulnérabilités liées à l'évolution de la durée de la période végétative. Dans les domaines les plus vulnérables, cette évolution concernera 14,2 millions d'hectares et 401 millions de personnes au total. D'autres effets du changement climatique toucheront les régions et les populations vulnérables de diverses manières.

Figure 5. Vulnérabilités liées à l'évolution de la durée de la période végétative



Les zones en rouge foncé correspondent aux régions les plus vulnérables: exposition élevée (>5%), sensibilité élevée et faible capacité d'adaptation

Les zones en vert foncé correspondent aux régions les moins vulnérables: faible exposition (<5%), faible sensibilité et capacité d'adaptation élevée.

Source: Ericksen *et al.* (2011).

2.4.2 Scénarios qui combinent les futurs biophysiques et les futurs socioéconomiques

Quelques études se sont basées sur des facteurs socioéconomiques en plus des facteurs climatiques et ont tenu compte de certains éléments d'adaptation. Les conclusions de l'une de ces études sont présentées ci-dessous, afin de donner un aperçu des différents résultats plausibles. Nelson *et al.* (2010) combinent un ensemble de scénarios de productivité des cultures basé sur cinq futurs climatiques différents et trois combinaisons d'évolution de la population et du PIB (faible croissance démographique-forte croissance du PIB; forte croissance démographique-faible croissance du PIB;

scénario intermédiaire de croissance moyenne de la population et du PIB) pour évaluer l'éventail des effets possibles sur la sécurité alimentaire et le bien-être de l'homme. Cette étude se base à la fois sur des mesures indirectes (revenu par habitant, disponibilité journalière moyenne des kilocalories) et directes (nombre d'enfants de moins de cinq ans souffrant de malnutrition) de l'insécurité alimentaire.

Disponibilité moyenne des kilocalories

Aujourd'hui, dans les pays en développement à faible revenu, la disponibilité moyenne des kilocalories n'atteint que les deux tiers du niveau de disponibilité des pays les plus riches. Selon cette étude, à l'horizon 2050, avec une croissance élevée du revenu par habitant et sans changement climatique, la disponibilité moyenne de kilocalories dans ce groupe de pays atteint près de 85 pour cent de celle des pays développés. Dans le cas du scénario forte croissance démographique-faible croissance du PIB, toutefois, la disponibilité moyenne diminue dans toutes les régions pour la même période.

Nombre d'enfants de moins de cinq ans souffrant de malnutrition

Pour les pays en développement à faible revenu, le nombre d'enfants souffrant de malnutrition diminue de 36,6 pour cent pour le scénario faible croissance démographique-forte croissance du PIB mais il *augmente* de plus de 18 pour cent (soit une augmentation de près de 17 millions d'enfants) dans le cas du scénario forte croissance démographique -faible croissance du PIB. Pour les pays en développement à revenu intermédiaire, le scénario faible croissance démographique -forte croissance du PIB entraîne une diminution de 50 pour cent du nombre d'enfants souffrant de malnutrition, contre une diminution de seulement 10 pour cent pour le scénario forte croissance démographique-faible croissance du PIB.

Avec le changement climatique, il sera plus difficile de faire diminuer le nombre d'enfants souffrant de malnutrition. Il apparaît que par rapport à un avenir sans changement climatique, le nombre d'enfants souffrant de malnutrition en 2050 augmentera de 10 pour cent environ dans le cas du scénario faible croissance démographique -forte croissance du PIB et de 9 pour cent pour le scénario inverse. Dans les pays à faible revenu, le changement climatique augmentera le nombre d'enfants souffrant de malnutrition de 9,8 pour cent dans le cas du scénario faible croissance démographique -forte croissance du PIB et de 8,7 pour cent pour le scénario inverse. Ces effets du changement climatique sont relatifs modérés, tout comme le sont des différences en matière de prix (et autres) parce que les flux commerciaux internationaux les compensent partiellement. Par exemple, l'évolution des exportations nettes de céréales des pays développés entre 2010 et 2050 varient d'une augmentation de 5 millions de tonnes pour un scénario d'atténuation parfaite à une diminution de près de 140 millions de tonnes. Les modifications des flux commerciaux compensent partiellement les effets locaux du changement climatique sur la productivité, permettant ainsi aux régions du monde qui subiront le moins d'effets négatifs d'approvisionner ceux qui en souffriront le plus. Deux messages stratégiques sont clairs. Un développement économique durable à large assise est essentiel pour réduire la vulnérabilité. Afin de pallier la répartition géographique inégale des effets du changement climatique, la *relative liberté de circulation des denrées alimentaires entre les frontières peut être un moyen d'adaptation important, bien que partiel, au changement climatique*. À cet égard, le rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur la volatilité des prix recommande: « Les États devraient continuer de privilégier la création d'un système de commerce multilatéral transparent, responsable et fondé sur des règles. Toutefois, ces règles devraient faire une plus large place aux questions de politique publiques liées à la sécurité alimentaire et tenir davantage compte des différences entre les États membres de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) et des besoins spécifiques des pays ou groupes sociaux pauvres et vulnérables. »

Aucun de ces scénarios mondiaux n'envisage la question de la répartition au sein des pays ni la possibilité que le changement climatique puisse toucher plus durement les populations vulnérables.

2.5 Problèmes relatifs aux données et à la modélisation

Bien que notre capacité de modéliser les aspects biophysiques et socioéconomiques du changement climatique, dans toute leur complexité, afin d'élaborer des scénarios plausibles, ait progressé de manière spectaculaire au cours des dernières décennies, d'importantes lacunes entravent toujours notre aptitude à comprendre les conséquences du changement climatique pour les régions et les groupes vulnérables. Si les modèles climatiques mondiaux sont généralement cohérents dans leurs prévisions de hausse des températures à l'échelle mondiale, ils diffèrent largement en ce qui concerne les précipitations. Anticiper l'évolution probable du changement climatique et planifier la gestion de ses conséquences exige de bonnes modélisations du climat et de ses effets. Nous avons d'urgence besoin de modèles climatiques plus performants qui puissent être appliqués à l'échelle de régions géographiques plus petites et qui permettent de mieux prévoir les conséquences pour l'agriculture. Valider et perfectionner ces modèles nécessitera d'avoir accès à de bien meilleures ressources que celles qui existent actuellement. Les modèles cultureux permettent de simuler avec précision la réaction des cultures aux conditions météorologiques et aux températures dans l'éventail des conditions actuelles, mais leur capacité de faire de même pour l'éventail des conditions futures est beaucoup moins certaine. Ils sont en outre peu performants pour évaluer les effets des changements des pressions exercées par les organismes nuisibles et les maladies qui pourraient découler du changement climatique.

Les modèles de scénarios socioéconomiques, en particulier ceux qui tiennent compte des effets du changement climatique, sont à certains égards plus compliqués que les modèles climatiques ou les modèles cultureux. Ils doivent tenir compte d'effets biophysiques et les intégrer au comportement complexe des systèmes humains. À de nombreux égards, ils constituent le maillon faible de notre compréhension de la vulnérabilité des systèmes alimentaires face au changement climatique.

Les tentatives d'élaboration de scénarios quantitatifs sur les effets du changement climatique n'ont pas tenu compte des conséquences de la variabilité accrue qui en découlera. Même si les spécialistes du climat sont convaincus, en se basant sur les lois physiques de l'atmosphère, que la variabilité augmentera, les modèles climatiques n'ont pas été conçus pour fournir les données sur la variabilité nécessaires aux modèles cultureux qui sont utilisés pour évaluer les effets du changement climatique sur la productivité agricole. Des efforts interdisciplinaires doivent être entrepris pour combler cette lacune.

Les études entreprises à ce jour se concentrent en général sur des tendances moyennes plutôt que sur des changements au niveau de la variabilité et des événements extrêmes. La plupart d'entre elles ne tiennent pas compte de l'adaptation, qu'elle soit autonome ou préventive. De même, elles sont axées exclusivement sur les défis du changement climatique et ignorent l'évolution des facteurs socioéconomiques (revenu, population, politiques et programmes gouvernementaux, etc.).

Les faiblesses de ces trois types de modèles (climatiques, cultureux et socioéconomiques) utilisés pour élaborer des scénarios des effets du changement climatique et d'autres facteurs sur les populations vulnérables signifient qu'une grande incertitude règne aux niveaux mondial, national et local quant aux politiques et aux programmes à adopter pour faire face au changement climatique. Des efforts considérables sont nécessaires pour améliorer la fonctionnalité de ces modèles individuels ainsi que leurs interactions. En outre, les données nécessaires pour construire ces modèles sont de qualité médiocre et les efforts en matière de collecte de données doivent pouvoir se fonder sur des ressources abondantes et une vaste collaboration entre de nombreuses institutions, soutenue par des politiques adéquates. Des plateformes et des mécanismes destinés à améliorer les liens et la communication entre les fournisseurs d'informations sur le climat (organismes d'alerte rapide, services météorologiques) et les utilisateurs (agriculteurs, gestionnaires de ressources, programmes de sécurité alimentaire, etc.) sont indispensables.

2.6 Messages stratégiques

Des scénarios plausibles d'évolution climatique et socioécologique peuvent constituer des outils inestimables pour l'élaboration d'un éventail adapté de réponses, et ce afin de garantir la sécurité alimentaire et le bien-être de l'humanité à l'avenir.

Les effets du changement climatique sur les plus vulnérables sont de taille, mais ils ne constituent pas la seule menace qui pèse sur une sécurité alimentaire durable. Des mesures en faveur du développement durable, qui favorisent une croissance économique à large assise, sont essentielles pour répondre aux besoins des populations et des régions vulnérables. Eu égard aux incertitudes qui pèsent sur les effets du changement climatique au niveau local et régional, les politiques et les programmes qui se fondent sur des scénarios de changement climatique spécifiques pourraient se révéler contre-productifs. Les efforts devraient plutôt porter sur des activités qui à la fois favorisent une croissance économique durable et renforcent la résilience face à un grand nombre de menaces potentielles associées au changement climatique.

La probabilité que les nations de la planète parviennent à atteindre l'objectif de 2 °C maximum d'augmentation moyenne des températures fixé lors des négociations de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) à Cancun s'amenuise avec le temps; si les négociations relatives aux politiques climatiques mondiales devaient échouer, des augmentations de température de l'ordre de 4 °C d'ici à la fin du siècle (ce qui correspond à la meilleure estimation du GIEC pour les scénarios d'augmentation des émissions) ne peuvent être écartées.

L'agriculture dans les régions arides et semi-arides d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine est particulièrement vulnérable face aux risques liés à l'évolution et à l'instabilité du climat (et en particulier aux sécheresses). Dans les zones arides, les plus vulnérables sont les pasteurs et les petits exploitants avec des systèmes extensifs dont la vulnérabilité devrait s'aggraver avec le changement climatique. La création de fonds prévisionnels en cas de sécheresse, la mise en place d'installations de stockage au niveau des ménages et des exploitations, des stratégies d'adaptation appropriées pour une agriculture durable et la construction de réserves régionales stratégiques constitueront des mesures importantes pour la sécurité alimentaire de ces régions.

Les régions côtières, où la densité de population est actuellement élevée et où la majeure partie des actifs économiques sont concentrés, sont dangereusement exposées aux risques inhérents à l'élévation attendue du niveau des mers et à la fréquence accrue des inondations, les petits États insulaires courant les plus grands risques. La productivité des pêches des États tropicaux devrait se révéler particulièrement vulnérable au changement et à la variabilité climatiques à venir.

La croissance démographique se poursuivra jusqu'en 2050 et s'accompagnera de niveaux d'urbanisation sans précédent, principalement dans les pays actuellement en développement, avec à la clé une augmentation sensible de la demande de denrées alimentaires, tant sur le plan de la quantité que sur celui de la qualité. Nourrir une population urbaine en pleine expansion constitue un défi de taille sur le plan de l'objectif de réduction des émissions de GES, car cette demande sera essentiellement satisfaite non pas par les petites exploitations agricoles mais par de vastes systèmes de production à forte intensité d'intrants et de longues chaînes d'approvisionnement hautement énergivores. L'instauration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle pour les populations pauvres et vulnérables des zones urbaines exigera des stratégies d'adaptation spécifiques, notamment l'agriculture urbaine innovante et le développement urbain décentralisé.

De nombreuses faiblesses, tant sur le plan de la méthodologie que sur celui des données, entravent l'élaboration des scénarios. Un défi considérable réside dans la capacité des modèles climatiques actuels de prévoir comment et avec quelle force les effets du changement climatique se feront sentir, selon les endroits, notamment en ce qui concerne les incertitudes en matière de précipitations.

3 ADAPTATION: RÉPONSES POSSIBLES AUX DÉFIS QUE REPRÉSENTE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

3.1 Introduction

Le GIEC (2007d) donne la définition suivante de l'adaptation:

« Initiatives et 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. Citons à titre d'exemple l'édification de digues le long des cours d'eau ou des côtes et le remplacement des plantes fragiles par des espèces résistant aux chocs thermiques. »

Depuis que l'agriculture est née, après la dernière période glaciaire, les hommes ont dû adapter leur manière de produire, de transformer et de consommer les aliments à l'évolution des circonstances. Les défis (et les possibilités) engendrés par le changement climatique doivent donc être envisagés dans le contexte de l'environnement biophysique et socioéconomique en constante évolution dans lequel s'inscrit le système alimentaire, aujourd'hui mondialisé. Toutefois, les besoins d'adaptation du système alimentaire au changement climatique présentent des caractéristiques uniques. D'abord, le changement climatique touchera l'ensemble de la planète; c'est donc la totalité des systèmes de production alimentaire qui devront changer. Ensuite, l'adaptation devra se produire à un moment où le système alimentaire est déjà soumis à de nombreuses autres pressions: demande croissante d'une population mondiale plus nombreuse et plus riche, concurrence plus vive pour l'eau, la terre et d'autres ressources, et prix énergétiques presque certainement plus élevés (et plus instables).

L'adaptation des systèmes alimentaires nécessitera des ajustements sociaux, économiques et biophysiques complexes de la production, de la transformation et de la consommation alimentaires. Dans les régions et pour les populations les plus pauvres et les plus vulnérables, ces changements seront particulièrement difficiles à réaliser. En outre, les modèles de changement climatique laissent penser que celui-ci devrait avoir des conséquences particulièrement lourdes dans les régions tropicales, notamment en asséchant davantage encore les zones tropicales arides. Bon nombre des pays les plus pauvres se trouvent dans ces régions, et ce sont donc les nations les moins à même de s'adapter qui seront les plus touchées. Il est dès lors indispensable, si l'on entend accomplir des progrès dans la réalisation des objectifs du Millénaire pour le développement liés à la pauvreté et à la faim, de permettre aux pays les moins avancés de mettre en place des stratégies d'adaptation efficaces. Mais tôt ou tard, tous les pays auront à faire face au changement climatique.

L'adaptation au changement climatique commence par une évaluation des risques et des vulnérabilités d'un système donné, de la manière dont le changement climatique les modifiera et des répercussions de ces modifications sur la sécurité alimentaire. Il existe rarement une seule, « meilleure » manière de s'adapter. L'adaptation n'exige pas nécessairement de nouvelles technologies, mais mobilise souvent les pratiques et les ressources existantes en leur donnant une orientation différente. Elle peut nécessiter d'apporter des changements substantiels au système alimentaire et devra donc s'appuyer sur des approches globales.

Toute modification des systèmes agricoles et alimentaires a une série de conséquences qui doivent toutes être examinées et prises en compte. Les groupes défavorisés, les disparités entre les sexes et surtout le rôle essentiel des femmes dans le système alimentaire doivent faire l'objet d'une attention particulière. Il convient toutefois de procéder de manière différenciée, en reconnaissant par exemple que les femmes ne constituent pas un groupe unique et homogène et qu'il existe également des groupes d'hommes vulnérables. Il faut veiller à anticiper les conséquences des options d'adaptation

proposées sur les tâches spécifiques aux femmes et aux hommes, et déterminer si elles sont susceptibles d'exacerber les inégalités existantes entre eux ou d'être utilisées pour perpétuer des normes sexistes, tant au sein des ménages qu'au sein des communautés. Le potentiel que représentent les groupes défavorisés et les femmes en tant que moteurs du changement doit être pris en compte. Il est très important de souligner l'importance critique de l'adaptation institutionnelle et sociale.

L'adaptation au changement climatique devra prendre différentes formes. Aux fins du présent rapport, nous établirons un certain nombre de distinctions (voir encadré 4).

Encadré 4. Terminologie de l'adaptation

- *Mesures générales ou mesures spécifiques.* Mis à part le changement climatique, le système alimentaire sera également influencé par d'autres facteurs qui entraîneront à la fois des changements à long terme (par exemple une concurrence accrue pour l'eau due à l'augmentation de la population) et une volatilité plus importante (prévue pour les prix énergétiques). Les mesures d'ordre général qui rendent le système alimentaire plus résilient face à toute forme de choc contribueront à son adaptation au changement climatique. Mais ce dernier amènera son propre cortège de problèmes (et, plus rarement, de possibilités), notamment de nouveaux régimes météorologiques. Les producteurs d'aliments devront prendre des mesures d'adaptation spécifiques pour faire face à ces nouvelles conditions.
- *Adaptation réactive ou adaptation préventive.* Les producteurs d'aliments peuvent se contenter de réagir au changement climatique, ou mettre en place des mesures pour anticiper les changements qui sont susceptibles de se produire. Bien que l'anticipation puisse sembler la meilleure stratégie à adopter, elle reste limitée par nos maigres capacités pour ce qui est de prévoir l'évolution du changement climatique et, sur le plan sociopolitique, par la difficulté à mettre en œuvre des mesures coûteuses pour combattre des menaces qui ne sont pas encore visibles. La participation des producteurs (y compris les associations de petits exploitants agricoles et les groupements de productrices) directement au stade de la planification préventive peut accroître les chances de succès. Une amélioration des systèmes d'alerte rapide est indispensable pour tirer parti des derniers travaux de modélisation biophysique et socioéconomique. Les stratégies de « gestion adaptative », dont la flexibilité permet de s'adapter à l'évolution des circonstances, sont en quelque sorte des stratégies intermédiaires.
- *Adaptation autonome ou adaptation planifiée.* Les communautés et les petits producteurs d'aliments répondront de manière autonome aux effets actuels et attendus du changement climatique. Les banques locales de semences et de céréales fournissent des mécanismes pour l'entretien et la diffusion des connaissances tirées de l'expérience et utiles à une adaptation autonome. Les stratégies d'adaptation peuvent aussi être élaborées par les gouvernements ou d'autres institutions, selon un calendrier de planification. Les approches qui combinent les deux stratégies sont susceptibles d'être les plus efficaces.
- *Reconnaître la valeur des connaissances locales existantes, mettre en œuvre les pratiques optimales et créer de nouveaux savoirs.* On peut faire beaucoup pour s'adapter au changement climatique en utilisant les connaissances et les pratiques existantes, notamment l'expérience acquise par les agriculteurs au fil de nombreuses années de recherche à la ferme sur les pratiques qui fonctionnent le mieux en certains endroits spécifiques, en tenant compte du contexte social, économique et environnemental. À cet égard, les principales difficultés concernent la diffusion des informations et des connaissances existantes, le renforcement du capital humain et social et la mise en place de politiques en faveur des meilleures pratiques. Mais les défis de l'adaptation au changement climatique exigeront de nouveaux savoirs dans tous les domaines des sciences naturelles et sociales concernés par le système alimentaire - un nouveau grand programme de recherche.

L'adaptation au changement climatique nécessitera sans doute de nouvelles pratiques et une modification des stratégies relatives aux moyens d'existence de la plupart, voire de tous les producteurs d'aliments ainsi que des autres acteurs de la chaîne alimentaire. Mais les changements requis sont plus systémiques et doivent faire intervenir les agriculteurs, les détaillants et les intermédiaires de la chaîne alimentaire, le secteur agroalimentaire, le secteur financier et la société civile. Ils nécessiteront des mesures et un suivi de la part des gouvernements, des organisations internationales et des organisations de la société civile actives dans le domaine de la sécurité et de la souveraineté alimentaires²⁷, de la faim et du développement durable.

3.2 Adaptation contemporaine

S'il est de plus en plus manifeste que le changement climatique anthropogénique est déjà bien présent et de plus en plus marqué, ses effets sur le système alimentaire sont encore relativement modestes et difficiles à dissocier d'autres facteurs. Ainsi, le déplacement vers le nord des aires de culture du maïs en Amérique du Nord et du riz en Chine pourrait résulter d'une évolution du climat, mais également d'autres facteurs comme les politiques en matière de biocarburants et la modification des régimes alimentaires. À mesure que le changement climatique s'accéléra, il importera de plus en plus de mettre en place des systèmes pour contrôler et évaluer les différentes approches de l'adaptation, de tirer des enseignements des meilleures pratiques et de les diffuser.

Toutefois, la manière dont les différentes parties du système alimentaire se sont adaptées avec succès à d'autres facteurs de changement, avec pour résultat une plus grande résilience et un renforcement de la sécurité alimentaire, peuvent nous en apprendre beaucoup sur la réponse à apporter au changement climatique. Les mesures d'adaptation doivent réduire la vulnérabilité des systèmes alimentaires, en mobilisant des pratiques et des techniques allant de l'utilisation des dernières biotechnologies, du génie agricole de précision et des méthodes modernes de zootechnie à des approches, en matière d'agroécologie et d'agroforesterie, qui s'appuient sur des éléments tels que l'enrichissement du sol en matières organiques (qui contribue également à la réduction des émissions de GES), la gestion de l'eau, les systèmes de cultures multiples et de polyculture, l'utilisation de la diversité génétique locale et l'utilisation durable de la biodiversité agricole (voir par exemple FAO, 2011b; Altieri *et al.*, 2011; EICASTD, 2008; Assemblée générale des Nations Unies, 2010; Clements *et al.*, 2011). Il ne nous sera pas possible d'explorer ce vaste sujet ici, mais nous en donnons deux courts exemples à l'encadré 5.

Ces exemples montrent à quel point les leçons de l'adaptation contemporaine peuvent être précieuses pour la planification des réponses futures à apporter au changement climatique. Ils montrent que les innovations, qu'elles soient à faible ou à forte technicité, peuvent jouer un rôle important pour relever ces défis. Bien sûr, pour que ces innovations aient une quelconque valeur pour les communautés les plus pauvres et les plus vulnérables, elles doivent rester abordables et être appliquées aux cultures, aux animaux d'élevage ou aux pratiques agronomiques appropriés. Des initiatives comme la fourniture de maïs économe en eau aux communautés vulnérables d'Afrique²⁸ constituent un exemple de la manière de procéder (HMG, 2010; Conway, *et al.*, 2010).

²⁷ La souveraineté alimentaire se définit comme « le droit des peuples et des États souverains à élaborer démocratiquement leurs politiques agricoles et alimentaires » (EICSTAD, 2008).

²⁸ <http://www.aatf-africa.org/wema/fr/>.

Encadré 5. Adaptation contemporaine: deux exemples

Le réchauffement climatique accroît la quantité d'énergie dans l'atmosphère et il est probable que l'intensité des événements extrêmes comme les ouragans et les typhons ira en augmentant (GIEC, 2012). Les producteurs d'aliments, en particulier dans les pays et les régions vulnérables à faible revenu, devront adopter des pratiques de nature à atténuer les conséquences négatives de conditions météorologiques plus défavorables. Des études réalisées au Nicaragua ont démontré qu'après un ouragan majeur, les agriculteurs qui avaient adopté un éventail de pratiques agroécologiques comme la rotation des cultures, l'utilisation d'engrais verts et d'engrais naturels, les fossés d'irrigation, la diversification des cultures et la réduction de la fréquence des brûlages perdaient 18 pour cent de terres arables en moins, préservaient 40 pour cent de couche superficielle en plus et amélioreraient la qualité de leur sol (Holt-Giménez, 2002).

Certaines régions ont connu une augmentation sensible de la salinisation du sol due à une extraction d'eau excessive pour l'agriculture. Cette tendance devrait être renforcée par la modification des régimes de précipitations qui résultera du changement climatique. Les sols peuvent également se saliniser du fait de l'élévation du niveau des mers, qui accroît la fréquence des invasions d'eau salée. Des scientifiques australiens ont récemment mis au point une variété de blé dur dont le rendement sur sol salin est supérieur de 25 pour cent (Munns *et al.*, 2012). Le gène responsable a été découvert dans un parent sauvage du blé et intégré à la culture au moyen de techniques autres que les techniques de modification génétique.

3.3 Accroître la résilience générale du système alimentaire

Après une longue période au cours de laquelle les prix des denrées alimentaires sont restés relativement stables et bas, ces cinq dernières années ont été marquées par des envolées et une instabilité des prix que l'on n'avait plus observées depuis les années 70. Les causes précises de ce phénomène font l'objet d'un débat houleux, mais il est très probable que des augmentations à long terme de la demande ainsi que des stress du côté de l'offre en soient en partie responsables. Comme nous l'avons vu au chapitre 2, la plupart des analystes prévoient une évolution de l'offre et de la demande qui, si l'on n'agit pas, risque de perturber gravement le système alimentaire mondial. Une série de rapports récents (FAO, 2011c; Foresight, 2011; Paillard *et al.*, 2011; Oxfam, 2011) se sont intéressés à ces questions et ont posé la question de savoir comment on pourrait accroître la résilience du système alimentaire mondial à toutes les formes de perturbations, y compris celles découlant du changement climatique.

La majeure partie de ce chapitre, tout comme le rapport dans son ensemble, porte sur les défis spécifiques à l'adaptation au changement climatique qui se posent aux responsables politiques. Il importe néanmoins d'envisager l'adaptation au changement climatique dans le contexte plus large de la construction d'un système alimentaire plus résilient. Il ne nous sera pas possible d'explorer en détail ce vaste sujet, mais nous mettons ici en exergue certains de ses points essentiels et renvoyons le lecteur aux rapports cités ci-dessus pour un examen plus approfondi.

Différentes projections de la demande probable de nourriture d'ici au milieu du siècle, fondées sur des extrapolations des tendances actuelles, prévoient qu'à l'échelle mondiale, il faudra produire 70 pour cent de denrées alimentaires supplémentaires (FAO 2009b), voire 100 pour cent dans certaines régions, pour maintenir les prix réels dans des limites qui n'auront pas de conséquences graves pour les communautés pauvres. Certaines études ont conclu que des mesures étaient nécessaires dans l'ensemble du système alimentaire, afin d'accroître l'offre, de modérer la demande provenant des

consommateurs disposant de revenus relativement confortables, de réduire le gaspillage et d'améliorer l'efficacité et la gouvernance du système alimentaire. Il est possible d'augmenter la production des terres agricoles existantes en utilisant les connaissances actuelles si les producteurs d'aliments disposent des ressources leur permettant de réagir aux signaux envoyés par les prix et si les investissements nécessaires sont consacrés aux infrastructures économiques et physiques (réforme des marchés et accès aux marchés). Une augmentation de l'offre exige une meilleure utilisation des connaissances existantes (en particulier par une redynamisation des services de vulgarisation) ainsi que des investissements dans de nouvelles connaissances pour améliorer la productivité de façon durable. L'augmentation de la production ne doit pas être réalisée par la mise en culture à grande échelle de nouvelles terres, en raison des conséquences de ces conversions sur les émissions de gaz à effet de serre (Foley *et al.*, 2011; Godfray *et al.*, 2010). Il faut accorder la priorité à la remise en état ou à l'amélioration de terres dégradées ou partiellement dégradées.

Les efforts visant à accroître la production alimentaire doivent veiller à garantir les droits et à répondre aux besoins des agriculteurs lorsque ce n'est pas encore le cas. En Afrique, la hausse des prix des denrées alimentaires favorise déjà les acquisitions de terres à grande échelle par des sociétés étrangères et des fonds souverains. Bien que de tels investissements puissent entraîner un apport en capital bien nécessaire pour l'agriculture, ils risquent grandement d'entraîner des dépossession de terres et d'autres violations des droits de l'homme. La transparence de toutes les grandes transactions foncières, ainsi qu'une meilleure protection des droits de propriété, sont indispensables pour éviter de tels abus (voir également le chapitre 2). Ces questions sont examinées plus avant dans le deuxième rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur les régimes fonciers et les investissements internationaux dans le secteur agricole (HLPE, 2011b).

Une certaine volatilité des prix est inévitable dans le système alimentaire, mais des mesures doivent être prises pour empêcher les marchés d'amplifier les chocs (notamment ceux induits par les événements météorologiques) et protéger les groupes et les communautés vulnérables de fluctuations de prix trop importantes. Les responsables politiques doivent déterminer quel est le meilleur moyen de réglementer les systèmes modernes d'échange des produits (pour plus de détails, voir HLPE, 2011a), quels sont les niveaux de transparence de l'information optimaux dans le secteur public et dans le secteur privé, et si oui ou non les propositions relatives à des stocks d'intervention, réels ou virtuels, présentent des avantages. Les programmes de protection sociale peuvent jouer un rôle critique dans la protection des secteurs les plus pauvres de la société, tant dans les pays relativement riches que dans les pays pauvres (HLPE, 2012a).

Le manque de durabilité de la production alimentaire est l'une des principales menaces pour sa résilience; il faut donc tenter d'apporter une solution à ce problème en modifiant notre manière de produire les denrées alimentaires, en maîtrisant la demande de types de nourriture néfastes pour l'environnement et en repensant le mode d'organisation des systèmes alimentaires nationaux et internationaux. Définir et encourager des pratiques de production et de distribution qui soient plus efficaces dans l'utilisation des ressources *et* qui aient également moins d'effets négatifs sur les écosystèmes doit être une priorité absolue. Compte tenu de la diversité des contextes sociaux et environnementaux dans lesquels s'inscrit la production alimentaire, les méthodes permettant d'améliorer la durabilité différeront. Il n'existe pas de solution unique, universellement applicable, et une base de connaissances plus solide et plus perfectionnée est indispensable pour guider la mise en œuvre de mesures plus appropriées et spécifiques à chaque contexte. Nous examinons ci-dessous diverses stratégies directement liées à l'adaptation au changement climatique (et, au chapitre 4, à son atténuation).

3.4 Que peuvent faire les agriculteurs pour s'adapter au changement climatique?

En plus d'être, de manière générale, source de stress pour le système alimentaire, le changement climatique se manifestera sous des formes spécifiques auxquelles les producteurs alimentaires devront s'adapter (Fischer et al., 2002).

À mesure que le climat change, les conditions météorologiques moyennes dans lesquelles évoluent les producteurs, ainsi que la fréquence et la répartition des événements extrêmes, se modifient (Gornall *et al.*, 2010). Pour s'adapter à ces changements, chaque agriculteur devra adopter une série de mesures dont les caractéristiques spécifiques dépendront des circonstances locales. Néanmoins, de grands thèmes peuvent être définis et les producteurs de denrées alimentaires devront examiner les différentes options d'adaptation présentées à l'encadré 6 (Lobell *et al.*, 2008; FAO, 2007).

Encadré 6. Options d'adaptation au changement climatique

- Planter différentes variétés ou espèces de cultures, ou élever différentes races ou espèces d'animaux (ou de poissons dans le cas de l'aquaculture). Il pourra être nécessaire d'introduire des variétés ou des races dont les conditions de développement optimales sont différentes, ou qui présentent une plus grande tolérance environnementale. L'utilisation de variétés et de races actuellement négligées ou rares doit être envisagée.
- Eu égard à l'instabilité accrue du climat, envisager une plus grande diversification des cultures en vue de parer le risque de mauvaise récolte. Utiliser des systèmes intégrés avec de l'élevage et/ou de l'aquaculture pour améliorer la résilience.
- Semer (y compris les matières premières et le foin) à différentes époques de l'année; modifier les pratiques d'élevage pour les adapter aux différents régimes météorologiques.
- Changer les méthodes d'irrigation; en de nombreux endroits, le plus grand défi du changement climatique sera la réduction de la disponibilité en eau due à des causes diverses, comme la diminution des précipitations, l'intensification des précipitations sous forme d'événements extrêmes, ce qui rend l'eau plus difficile à capter, la modification du débit des rivières provoquée par le retrait des glaciers et la concurrence accrue pour l'eau dans un climat plus chaud. Ces difficultés peuvent être particulièrement graves dans certains des grands « greniers alimentaires » dont dépend la sécurité alimentaire d'importantes concentrations de population. Les producteurs d'aliments devront renforcer les mesures de conservation des eaux, utiliser des ressources marginales et avoir davantage recours à la collecte et à la capture des eaux de pluie. Dans certaines régions, l'augmentation des précipitations pourra permettre l'agriculture ou l'agriculture non irriguée dans des endroits où elle n'était pas possible.
- Modifier les pratiques agronomiques; l'augmentation des précipitations pourrait favoriser une diminution du labourage afin de réduire la perte d'eau ; de même, l'incorporation de fumier et de compost, ainsi que le recours à d'autres techniques d'utilisation des terres comme les cultures de couverture, améliorent la teneur en matières organiques du sol et, partant, la rétention de l'eau. Le régime alimentaire des animaux et les densités de pâturage devront être adaptés à l'évolution des conditions environnementales.

- Se préparer à la fréquence accrue des événements météorologiques extrêmes. Les mesures générales de conservation des eaux jouent un rôle particulièrement important en période de sécheresse, tandis que les stratégies comme celles qui visent à accroître la teneur en matières organiques du sol facilitent le stockage de l'eau après les tempêtes. La fréquence accrue des tempêtes exigera une amélioration du drainage et une modification de la configuration des exploitations afin d'éviter les pertes de sol et l'érosion par ravinement. Les exploitations situées dans les zones côtières pourraient avoir à s'adapter à une augmentation de la fréquence des intrusions d'eau salée, et celles des zones plus sèches à des incendies de forêts plus nombreux.
- Adapter les stratégies de lutte contre les organismes nuisibles, les mauvaises herbes et les maladies; les différents ennemis des cultures et du bétail réagiront différemment au changement climatique, et pas toujours en défaveur des producteurs d'aliments. Toutefois, dans la mesure où les agriculteurs ont une expérience de la lutte contre les organismes nuisibles et les maladies existants, et où la régulation naturelle des nuisibles potentiels par leurs ennemis naturels peut être perturbée par le changement climatique, il est probable que les difficultés auxquelles les producteurs auront à faire face seront, en fin de compte, plutôt plus que moins nombreuses. Des considérations similaires s'appliquent à la perturbation des services écosystémiques de pollinisation.
- Modifier les pratiques après récolte, notamment la mesure dans laquelle les céréales peuvent nécessiter un séchage ou le mode de stockage des produits après la récolte.
- Envisager (lorsque cela est possible) d'élargir la couverture des assurances contre les événements météorologiques extrêmes.
- Examiner les effets des nouveaux régimes météorologiques sur la santé et le bien-être des travailleurs agricoles.
- Établir des contacts avec d'autres producteurs d'aliments en vue d'un partage des pratiques optimales et des données d'expérience, et ce afin de renforcer les mesures d'adaptation communautaires²⁹.

Outre l'agriculture et l'aquaculture, les pêches de capture, qui fournissent pratiquement 50 pour cent du poisson destiné à la consommation humaine, constituent une source importante de protéines (FAO, 2009c). Le changement climatique devrait entraîner l'ouverture de nouvelles zones de pêche (par exemple dans les eaux de l'Arctique, où la glace disparaît petit à petit) ainsi qu'un déplacement des zones de pêche actuelles. Les professionnels des pêches de capture devront être conscients de ces changements et être capables de s'y adapter (R. I. Perry, 2010).

Enfin, de nombreuses personnes, en particulier dans les pays les moins avancés, utilisent un vaste éventail de végétaux et d'animaux sauvages pour compléter leur alimentation (Barucha et Pretty, 2010). Ces espèces subiront elles aussi les effets du changement climatique, d'une manière qu'il est difficile de prévoir. Les communautés concernées s'adapteront à ce phénomène de manière autonome et réactive, mais les responsables politiques doivent prendre conscience que le changement climatique pourrait (même si cela ne se vérifiera peut-être pas) nuire à ces importants services écosystémiques.

²⁹ Un exemple de partage des connaissances entre producteurs est le système « Campesino a Campesino » (PCaC) qui, en dix ans, s'est imposé comme un nouveau modèle de travail qui a transformé les méthodes locales d'agriculture et la connaissance des paysans en matière de nouvelles technologies, avec la mise en œuvre d'une série de nouvelles pratiques de gestion axées sur les engrais verts et les cultures de couverture et qui ont permis de renforcer la sécurité alimentaire sans étendre les surfaces cultivées. Ce système a vu le jour à Siuna, au Nicaragua, mais il est utilisé dans plusieurs autres pays d'Amérique centrale et des Caraïbes. Il a créé un réseau de partage de l'information qui a renforcé la gouvernance dans la région en formant les agriculteurs aux outils offerts par le programme pour poursuivre l'expérimentation et l'élaboration de nouvelles pratiques qui favorisent la résilience, tout en les comparant aux méthodes d'agriculture traditionnelles (Cuéllar et Kandel, 2005).

3.5 Comment aider les producteurs d'aliments à s'adapter au changement climatique?

Les agriculteurs et les producteurs ne peuvent réussir seuls à s'adapter au changement climatique: ils doivent être assistés par leur gouvernement et par le secteur privé, et les organisations de la société civile ont elles aussi un rôle important à jouer. Dans cette section, nous examinerons une série d'interventions susceptibles de réduire la vulnérabilité au changement climatique.

3.5.1 Évaluer régulièrement les risques et les vulnérabilités liés au changement climatique

L'adaptation préventive au changement climatique exige que soient évalués les risques comme les vulnérabilités (Howden *et al.*, 2007). Les pays à revenu élevé et intermédiaire procèdent de plus en plus souvent à ce type d'évaluations, mais les États qui n'en ont pas la capacité doivent pouvoir bénéficier d'une aide extérieure. Il est crucial de communiquer prudemment avec les responsables politiques, ainsi qu'avec un public plus large, sur les inévitables incertitudes.

3.5.2 Moderniser les services de vulgarisation

Il est extrêmement important que les producteurs d'aliments aient accès à la base des compétences, le capital humain indispensable à l'adaptation au changement climatique. Il a déjà été souligné qu'améliorer l'information et la formation offertes aux producteurs par l'intermédiaire de services de vulgarisation modernes et redynamisés, reposant sur différents modèles de financement (qui peuvent faire intervenir le secteur public, le secteur privé et la société civile) était un moyen de renforcer la résilience générale. Ces services de vulgarisation eux-mêmes doivent être équipés pour donner des conseils pertinents en matière d'adaptation au changement climatique (en s'appuyant, dans certains cas, sur des modèles actuels efficaces, comme par exemple pour la gestion des risques météorologiques) en tenant compte des besoins spécifiques des femmes et des groupes défavorisés. Outre les services de vulgarisation officiels, certaines initiatives comme les fermes-écoles, qui permettent le partage de pratiques optimales et de connaissances entre les agriculteurs et les autres communautés productrices d'aliments, peuvent aider à faciliter une adaptation autonome. Bien que la planification nationale de l'adaptation soit indispensable, il convient de faire une large place au dialogue avec les communautés dans lesquelles les changements se produiront, ainsi qu'à leur participation.

3.5.3 Améliorer l'accès aux ressources génétiques et la compréhension de leurs caractéristiques

Une adaptation efficace exigera un accès (tant physique que légal, grâce à des règles de propriété intellectuelle adaptées) aux ressources génétiques, que ce soit pour les cultures existantes, le bétail et les espèces sauvages apparentées, ou pour les variétés susceptibles d'être utilisées à l'avenir (voir Blakeney (2011) pour un point des règlements en matière de droits de propriété intellectuelle au plan international). Par exemple, les gènes de plantes cultivées améliorant la tolérance à la sécheresse et aux inondations doivent être identifiés, et partagés. Les caractères relatifs à la stabilité du rendement des espèces dans des conditions variables constituent un domaine particulièrement important, qu'il est indispensable de mieux étudier et de mieux comprendre grâce à la recherche.

Tout doit être mis en œuvre pour limiter l'appauvrissement génétique de la biodiversité encore existante, *in situ* comme dans les banques de gènes. Les producteurs d'aliments, les institutions du secteur public et du secteur privé, les chercheurs et les gouvernements doivent renforcer leur coopération et garantir la diffusion, la distribution et la création de connaissances ainsi que le transfert

de technologies pour conserver et préserver les ressources génétiques dans les banques de semences et de matériel génétique et les structures apparentées, et faciliter l'adaptation au changement climatique. L'adoption par tous les pays du Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, ainsi que la mise en œuvre urgente de ses articles 5 (conservation), 6 (utilisation durable) et 9 (droits des agriculteurs) constitueraient à cet égard des avancées positives.

Des mesures visant à développer des marchés pour les espèces sous-utilisées et à sensibiliser les consommateurs à l'importance d'une alimentation variée favoriseraient l'accroissement de la biodiversité agricole.

La Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture³⁰ pourrait envisager de définir des mesures prioritaires et de mettre au point un plan d'action pour la conservation et l'utilisation des ressources génétiques dans le cadre de l'adaptation au changement climatique.

La question de savoir si les régimes de droits de propriété intellectuelle actuels favorisent ou entravent le développement et l'utilisation de variétés végétales et animales améliorées et la biodiversité agricole fait actuellement débat. Le Comité de la sécurité alimentaire mondiale (CSA) pourrait recommander au Groupe d'experts de haut niveau de réaliser une étude sur la question des ressources génétiques, et notamment sur les droits de propriété intellectuelle et les droits des agriculteurs.

3.5.4 Exploiter la disponibilité croissante des technologies de l'information

L'une des grandes difficultés du changement climatique sera probablement de faire face à des cycles météorologiques plus variables. L'accès aux prévisions météorologiques peut aider les agriculteurs à mieux faire face à cette variabilité accrue et aux événements extrêmes, à condition que l'information soit communiquée à temps à ceux qui en ont besoin. La quasi-omniprésence des téléphones portables et des technologies connexes même dans les pays les plus pauvres offre des moyens novateurs d'offrir information et conseils aux producteurs d'aliments, et en particulier aux petits exploitants. Des technologies de l'information et des communications (TIC) bien conçues et suffisamment dotées en ressources peuvent permettre d'établir ce lien avec les services météorologiques nationaux.

3.5.5 Favoriser l'investissement des petits exploitants

Au fil du temps, les conséquences du changement climatique deviendront de plus en plus manifestes. L'adaptation au changement climatique exige des investissements qui doivent être réalisés avant que ses effets n'apparaissent. En ce sens, elle exige des investissements, tant matériels qu'immatériels (connaissances), et la garantie que les producteurs d'aliments aient accès au capital financier. Dans les pays plus développés, ces investissements peuvent être engagés par le secteur privé, avec un complément éventuel de l'État au titre des programmes de soutien aux communautés rurales. Les banques vertes et les initiatives connexes, en fonction de leur domaine de compétence précis, peuvent investir dans l'adaptation, en particulier lorsqu'elle est liée à l'atténuation. L'adaptation peut contribuer à une croissance économique durable ou « verte », en particulier si l'environnement réglementaire permet de faire coïncider les réactions aux signaux envoyés par les prix avec une offre plus efficace d'avantages publics. L'accès au capital dans les pays moins développés est plus problématique. Il s'agit d'un problème général que l'on peut appréhender de différentes manières,

³⁰ Le secrétariat de la Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture a commandé et élaboré plusieurs documents d'information sur le changement climatique et les ressources génétiques, disponibles à l'adresse http://www.fao.org/nr/cgrfa/cgrfa-back/fr/?no_cache=1.

notamment en définissant de nouvelles priorités pour les budgets nationaux, en réorientant l'aide au développement, ou en privilégiant les initiatives financières du secteur privé et de la société civile comme la microfinance, spécifiquement destinée aux petits producteurs. Dans les régions vulnérables, les investissements en faveur de l'adaptation au changement climatique (y compris dans de nouvelles races et variétés, l'irrigation, le stockage des aliments et l'infrastructure de transport) devront être placés de plus en plus haut sur la liste des priorités. Comme nous l'avons déjà souligné, il importe d'accorder une attention particulière à la transparence et à la protection des droits des petits exploitants, et de veiller à ce que ces mesures répondent aux besoins spécifiques des femmes dans l'agriculture et ne soient pas discriminatoires à l'encontre des groupes vulnérables.

3.5.6 Explorer le potentiel de régimes d'assurance novateurs pour la gestion des risques météorologiques

La nature de la production alimentaire est telle que les flux de liquidités varient en fonction des saisons, et sont menacés lorsque des événements météorologiques comme des sécheresses, des inondations ou des intrusions d'eau salée se produisent. Le changement climatique accroîtra la probabilité de ce type d'événements extrêmes et le risque de pertes de cultures et de bétail; il deviendra donc plus important pour les producteurs de disposer d'instruments leur permettant de faire face aux risques. Dans les pays les plus riches, le secteur des assurances est en mesure de permettre aux producteurs d'aliments (et à leurs clients) de se protéger contre l'incertitude, la plupart du temps dans le cadre de programmes subventionnés par le gouvernement, mais dans les pays pauvres ce type de mécanisme est souvent absent ou inefficace. Des expériences sont en cours dans les pays en développement, qui visent à recenser les avantages de programmes d'assurances basés sur un indice météorologique et à évaluer les difficultés liées à leur mise en œuvre. Il est indispensable d'effectuer des recherches pour déterminer quelle est la meilleure manière de garantir la sécurité financière des producteurs, par exemple en s'inspirant de programmes qui prévoient un remboursement automatique lorsque certains critères météorologiques sont réunis plutôt que sur la base d'expertises complexes.

Toutefois, le changement climatique aura notamment pour conséquence d'augmenter la fréquence et d'élargir la zone d'incidence géographique des chocs météorologiques, qui toucheront des régions et des pays entiers, ce qui pourrait faire grimper considérablement le coût des assurances basées sur un indice météorologique. Des solutions novatrices spécialement imaginées pour ces défis, comme l'assurance souveraine couvrant l'État, doivent être étudiées. La probabilité accrue des événements météorologiques extrêmes et leur nature doivent être dûment prises en compte dans la planification de la gestion des catastrophes et l'élaboration des programmes de secours d'urgence pour les populations touchées par de graves pénuries alimentaires.

3.5.7 Élaborer des politiques intégrées d'utilisation des terres reposant sur une approche paysagère

Une adaptation efficace au changement climatique rendra plus nécessaire encore l'élaboration de politiques intégrées d'utilisation des terres. Avec la modification des régimes de précipitations (et en particulier la fréquence des événements extrêmes) et du débit saisonnier des rivières, il sera encore plus important d'optimiser les ressources hydriques au niveau des bassins versants et des nappes aquifères. Lorsque les bassins versants s'étendent sur plusieurs pays, un cadre juridique et conventionnel doit être mis en place pour le règlement des différends transfrontaliers, idéalement en anticipant les problèmes qui pourraient survenir. De tels accords sont importants, même indépendamment du changement climatique; sans eux, des stratégies telles que la détermination du prix de l'eau, qui nécessitent que l'on définisse les droits d'utilisation de chacun, sont impossibles. L'adoption de procédures de gestion adaptative sera indispensable pour faire face aux incertitudes qui surviennent inévitablement lorsqu'on tente de prévoir l'évolution du climat (et d'autres facteurs).

Dans le cadre de l'élaboration de politiques intégrées d'utilisation des terres, il faut envisager la mise sur pied de projets de génie civil économiquement rentables visant à accroître la protection des terrains agricoles contre les événements extrêmes. Il peut notamment s'agir de la construction de digues et de défenses côtières pour les petits États insulaires et les pays dans lesquels une part importante de la production agricole se situe près du niveau de la mer, d'interventions visant à capter les pluies générées par les événements extrêmes, ou encore d'ingénierie paysagère « douce » comme la plantation de forêts ripicoles pour améliorer la maîtrise des crues. Des mesures passives telles que la préservation des forêts et des mangroves peuvent se révéler tout aussi importantes que des interventions actives. Des mécanismes comme le REDD (Réduction des émissions causées par le déboisement et la dégradation des forêts) et d'autres moyens de paiement pour les services écosystémiques devraient également figurer parmi les outils utilisés pour améliorer la résilience des écosystèmes et des communautés face au changement climatique. Bien que de nombreux efforts aient été consacrés à l'élaboration de ces outils, les fondements financiers et politiques de ces mécanismes exigent encore beaucoup de travail.

Il faudra accorder une attention particulière aux communautés les plus vulnérables de la planète et mettre en place des systèmes permettant d'évaluer les risques à mesure que les données s'accumulent et que les techniques de modélisation climatique à petite échelle se perfectionnent. Les modèles actuels suggèrent que, selon toute probabilité, les communautés de pasteurs dans les régions semi-désertiques seront particulièrement sensibles au changement climatique parce que, par exemple, les itinéraires de transhumance traditionnels ne seront plus réalisables.

3.5.8 Renforcer la résilience des populations face à un risque de pénurie d'eau accentué par le changement climatique

Le changement climatique devrait encore accentuer l'irrégularité et le manque de précipitations, qui nuisent déjà aux moyens d'existence et à la production d'un grand nombre de familles rurales. La récolte de céréales, de graines oléagineuses, de fruits, de légumes et d'autres types de cultures dans le monde exigent des quantités d'eau énormes: il faut par exemple 1 000 tonnes d'eau douce pour faire pousser une tonne de blé. Plus de 70 pour cent de l'approvisionnement en eau de la planète sont consacrés à l'agriculture. À l'échelle mondiale, 40 pour cent de la production agricole vient de terres irriguées (Bruinsma, 2008). À l'avenir, la production sera fortement tributaire de l'irrigation, mais les réserves d'eau douce disponibles à cet effet ne sont pas inépuisables et montrent déjà des signes de faiblesse, juste au moment où nous allons en devenir plus dépendants. Parmi les grandes rivières et les grandes nappes souterraines de la planète, beaucoup souffrent de surexploitation (voir encadré 7).

L'accès à l'eau et son utilisation dans le cadre de la sécurité alimentaire et nutritionnelle constituent des problèmes à dimensions multiples. Dans les régions semi-arides, la politique de l'eau doit s'articuler autour de quatre axes: la fourniture d'eau à usage domestique, l'utilisation de l'eau pour la production, l'utilisation de l'eau pour les zones rurales et les petites communautés, et l'utilisation de l'eau dans les villes.

Encadré 7. Amointrissement des eaux souterraines en Inde

En Inde, les eaux souterraines ont supplanté les eaux de surface en tant que première source d'approvisionnement en eau pour les cultures. La nappe phréatique alimente aujourd'hui près de 60 pour cent des zones irriguées du pays. Le Tamil Nadu, le Nord-Gujarat, ainsi que la majeure partie des districts du Punjab et de l'Haryana, sont fortement dépendants des eaux souterraines, mais celles-ci sont peu abondantes. Dans la partie occidentale de l'Inde, la moitié des puits autrefois en activité sont aujourd'hui hors service; cette proportion augmentera encore, car le niveau de la nappe phréatique dans ces régions baisse au rythme de 0,6 à 0,7 mètre par an. Dans le sud de l'Inde, le problème de l'amointrissement des eaux souterraines est critique dans le Tamil Nadu, où le niveau de la nappe phréatique a chuté de près de 30 mètres depuis les années 70. En fait, comme l'a estimé l'Institut international de gestion des ressources en eau, si le nombre de nappes d'eau souterraine surexploitées continue d'augmenter au rythme actuel de 5,5 pour cent par an, 36 pour cent environ des nappes du pays connaîtront un grave problème d'appauvrissement d'ici à 2018, avec des répercussions néfastes tant pour la production alimentaire que pour l'approvisionnement en eau potable.

Les usages de l'eau sont multiples. Elle a été reconnue comme un bien public par le Comité des droits économiques, sociaux et culturels³¹ et est essentielle à la réalisation du droit à une nourriture suffisante. Il est indispensable d'accorder une plus grande attention tant à l'amélioration de l'approvisionnement en eau qu'à la gestion de la demande en eau, et ce afin de renforcer la sécurité hydrique des cultures, des animaux d'élevage, des ménages et du secteur industriel. Un système durable de sécurité de l'approvisionnement en eau doit être mis en place pour chaque région agroécologique.

Encadré 8. Un million de citernes rurales dans les régions semi-arides du Brésil

Dans les régions semi-arides du Brésil, l'alimentation en eau des ménages est assurée par des citernes de récupération de l'eau de pluie. Sur la proposition de réseaux sociaux, et avec le soutien rurales » a été intégré au système national pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle par le Ministère du développement social et de la lutte contre la faim. Ce programme a pour objectif de soutenir le développement et la diffusion de technologies d'accès à l'eau au bénéfice des familles et des communautés en situation de vulnérabilité socioenvironnementale sur le plan de l'eau, principalement les ménages ruraux isolés dans les régions dans lesquelles une pénurie d'eau a été enregistrée au Bureau d'enregistrement des programmes sociaux du gouvernement fédéral. Il fournit un appui aux projets présentés par les collectivités locales et les organisations de la société civile. Les termes de la coopération sont régulièrement approuvés par le Conseil national de sécurité alimentaire et nutritionnelle, qui participe également au suivi de sa mise en œuvre. Entre janvier 2003 et décembre 2011, plus de 600 000 citernes ont été construites, bénéficiant directement à 3 millions d'habitants du nord-est du Brésil en situation de vulnérabilité du fait de la pénurie d'eau. Le programme se fonde sur une méthodologie participative qui prévoit la formation des bénéficiaires eux-mêmes à la construction et à l'installation d'équipements et de systèmes d'utilisation rationnelle et de gestion durable de l'eau pour la consommation humaine et la production alimentaire. Cette action s'est ensuite élargie pour inclure l'accès à l'eau pour la production d'aliments (en particulier les légumes, contribuant ainsi à la diversification alimentaire) pour l'autoconsommation et pour les écoles; 11 000 unités ont déjà été installées. Les principaux axes de cette initiative sont les suivants: accès à l'eau potable en tant que composante de la sécurité alimentaire et nutritionnelle; démocratisation de l'accès à l'eau, en optant pour des solutions d'accès décentralisées; utilisation comme point de référence des connaissances et de l'expérience des populations vivant dans les zones semi-arides; priorité à la participation et au contrôle de la société civile; renforcement du concept de technologie sociale (Maluf et da Silva Rosa, 2011).

³¹ Observation générale n° 15 (2002), Comité des droits économiques, sociaux et culturels, disponible à l'adresse: http://www2.ohchr.org/english/issues/water/docs/CESCR_GC_15.pdf.

Il conviendrait d'instaurer un système de gestion de l'eau participatif, qui fasse intervenir les exploitations familiales, afin que les communautés locales aient un intérêt à conserver l'eau et à l'utiliser de manière durable et équitable. Il faut miser sur des méthodologies participatives et sur le rôle de premier plan que peuvent jouer les communautés dans l'élaboration de moyens efficaces et équitables pour la collecte, le stockage, la gestion et la distribution de l'eau propre, en respectant et en protégeant les biomes, en préservant les ressources naturelles et en stimulant la reconstitution des zones dégradées.

Le CSA et les gouvernements nationaux doivent promouvoir et développer la recherche et les programmes d'appui en faveur d'un accès universel à une eau suffisante et de bonne qualité dans les zones rurales.

3.5.9 Le changement climatique et l'eau dans les zones côtières

Près d'un tiers de la population mondiale vit le long des côtes. L'élévation du niveau des mers aura probablement des répercussions néfastes tant sur l'agriculture côtière que sur les moyens d'existence des communautés vivant dans ces régions.

Selon le quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2007e), on estime qu'au XXI^e siècle, le niveau des mers augmentera de 18 à 38 cm dans un scénario de faible élévation et de 26 à 59 cm dans un scénario de forte élévation. Ces chiffres signifient que des centaines voire des milliers de kilomètres carrés de zones littorales humides et d'autres basses terres comme les deltas fertiles pourraient être inondés d'eau de mer. L'eau salée progresserait vers l'intérieur des terres et remonterait les estuaires, menaçant l'approvisionnement en eau, les écosystèmes et l'agriculture. L'impact social et économique sera terrible dans de nombreux pays en développement; bon nombre de ces pays ont une croissance démographique galopante, et une grande part de leur population vit dans les basses terres côtières. Une élévation d'un mètre du niveau des mers pourrait inonder non moins de 15 pour cent de la superficie du Bangladesh, détruire les rizières et menacer l'aquaculture du delta du Mékong et submerger de nombreux atolls habités. Aujourd'hui, en Égypte, près de 20 pour cent de la population et des terres agricoles sont situés à moins de deux mètres au-dessus du niveau de la mer, ce qui signifie que le pays sera lui aussi durement touché par le phénomène.

Les halophytes (encadré 9) sont des plantes qui doivent pousser dans un environnement à haute salinité et peuvent être cultivées dans des exploitations utilisant de l'eau de mer, parmi les plantes de mangrove, qui sont également utiles pour améliorer le rendement des pêches de capture dans les eaux côtières (les prises de poisson augmentent d'environ une tonne par hectare de mangrove et par an).

Encadré 9. Halophytes

Les halophytes comme l'*Aster tripolium* (nom courant: aster maritime) sont couramment consommées comme légumes aux Pays-Bas, en Belgique et au Portugal. Les espèces appartenant à la famille *Suaeda* (nom courant: soude maritime) sont fréquemment servies en salade dans de nombreux pays européens et au Japon. Parmi ces halophytes, l'espèce la plus prometteuse est la *Salicornia* (nom courant: salicorne ou asperge de mer). Il s'agit d'une plante annuelle succulente, sans feuilles, qui colonise les plages de boue saline grâce à une production de semences très prolifique. Les semences contiennent un niveau élevé d'huile (30 pour cent) et de protéines (35 pour cent), un peu comme les sojas et d'autres cultures oléagineuses, et moins de 3 pour cent de sel. L'huile est hautement polyinsaturée. Une variété de salicorne, la *Salicornia bigelovii*, produit 1,7 kg de biomasse et 0,2 kg de graines oléagineuses par mètre carré, ce qui est supérieur au rendement des sojas et autres cultures oléagineuses irriguées à l'eau douce. Elle peut tolérer une salinité allant jusqu'à 100 grammes par litre. La salicorne est l'une des cultures halophytes prometteuses pour l'irrigation à l'eau de mer. D'autres halophytes intéressantes sont l'*Atriplex* (nom courant: arroche) et la *Suaeda*. Toutes deux font d'excellentes cultures fourragères et peuvent être utilisées dans un régime composite pour le bétail.

Les zones côtières salines pourraient être irriguées à l'eau de mer, les déserts intérieurs salins avec l'eau des lacs salés et les zones arides avec de l'eau saumâtre, lorsque cela est possible.

Deux différents types de systèmes agricoles fonctionnant à l'eau de mer présentent dès lors un intérêt:

- i) les exploitations dans lesquelles des halophytes sont cultivées grâce à un système d'irrigation à l'eau de mer ou à l'eau salée;
- ii) les systèmes intégrés cultures-pêches qui regroupent mangroves, halophytes et poissons.

La culture d'halophytes à l'eau de mer ou à l'eau salée n'a pas vraiment dépassé le stade de prototype atteint il y a plusieurs dizaines d'années.

Des recherches et des mesures préventives seront nécessaires pour protéger les communautés côtières de l'élévation du niveau des mers et de l'intrusion d'eau saline. Des plans d'action préventifs visant à garantir la sécurité des écosystèmes et des moyens d'existence dans les zones côtières doivent notamment prévoir: i) l'implantation de boucliers naturels de mangroves le long du littoral; ii) la culture de riz et d'autres variétés tolérants à la salinité; iii) la mise au point de systèmes de gestion des terres et de l'eau pour l'agroforesterie et l'aquaculture côtière; iv) la conservation et l'utilisation de plantes halophytes.

Il faut étudier les possibilités relatives à l'agriculture à l'eau de mer, qui sous entendrait la multiplication des exploitations agroaquacoles. La culture d'halophytes présentant un intérêt économique et l'élevage d'espèces de poissons résistantes au sel contribueront à renforcer la sécurité alimentaire et à sécuriser les moyens d'existence des communautés côtières. Nous recommandons dès lors le lancement d'un mouvement scientifique sur l'agriculture à l'eau de mer pour la prospérité des zones côtières, le long des côtes et dans les petites îles.

3.6 L'adaptation au changement climatique dans la chaîne alimentaire

Les effets les plus directs du changement climatique touchent la production alimentaire elle-même, mais des stratégies d'adaptation seront également nécessaires dans le reste de la chaîne alimentaire. Bien sûr, comme nous l'avons souligné plus haut, les mesures visant à accroître la résilience générale aux chocs et aux perturbations de toutes natures, dont la fréquence et l'ampleur seront intensifiées par le changement climatique, exigeront que des actions soient menées dans l'ensemble du système alimentaire.

3.6.1 Améliorer l'infrastructure de transport et de commercialisation en mettant l'accent sur la résilience

Les investissements consacrés aux infrastructures matérielles qui permettent aux producteurs d'aliments de rester connectés aux marchés et aux vastes zones urbaines d'être approvisionnées en nourriture, sont indispensables pour assurer la résilience du système alimentaire dans son ensemble et la sécurité alimentaire. En matière d'infrastructures, le changement climatique pose certains problèmes de génie civil spécifiques. En de nombreux endroits, l'augmentation des températures exigera des revêtements routiers plus résistants et le risque d'inondations et d'ondes de tempête devra être pris en compte lors de la conception de ponts, de ports et d'installations connexes (Margulis, 2010). Le changement climatique peut également perturber la logistique du transport et du stockage, par exemple en augmentant les besoins en réfrigération ou de séchage après récolte.

Le changement climatique limitera la capacité de production des denrées alimentaires dans certaines régions et la favorisera dans d'autres. De même, la localisation des zones de pêche maritimes pourrait se modifier, de sorte que les prises seront débarquées dans des ports différents. Même s'il

est probable que ces changements se produiront lentement, ils exigeront une adaptation des réseaux d'approvisionnement alimentaire, et éventuellement des canaux par lesquels les denrées sont échangées sur le marché international.

3.6.2 Faciliter le stockage

L'augmentation probable de la fréquence des événements météorologiques extrêmes accentuera la perturbation des réseaux d'approvisionnement, c'est pourquoi il sera crucial de diversifier les sources d'approvisionnement. Les intermédiaires et les détaillants de la chaîne alimentaire peuvent avoir besoin d'accéder à des stocks de réserve plus importants. Il sera particulièrement difficile d'assurer la continuité de l'approvisionnement dans les grandes villes et les conurbations dans les pays moins développés.

3.6.3 Évaluer le potentiel des changements de régimes alimentaires en tant que moyen d'adaptation au changement climatique

Le changement climatique influencera le type de plantes qui peuvent être cultivées en un endroit donné. Lorsque ces plantes sont cultivées pour les marchés (par opposition à celles qui sont consommées par les producteurs eux-mêmes), la viabilité de ce type d'adaptation dépendra de la mesure dans laquelle les consommateurs réserveront un accueil favorable aux nouvelles cultures. Dans certains pays tropicaux, par exemple, le millet est une denrée moins appréciée que le maïs, bien qu'il soit plus facile à cultiver dans des régions soumises à un stress hydrique. Il se peut que les gouvernements aient à mettre en place des programmes de sensibilisation et d'éducation des consommateurs afin de mieux leur faire accepter les nouvelles cultures, et à examiner les possibilités de partenariats avec des entreprises de transformation des produits alimentaires. Nous ne savons pas encore si le changement climatique modifiera le spectre des denrées alimentaires disponibles pour les différentes communautés, et si cette modification aura des conséquences négatives sur la nutrition autres que la disponibilité énergétique alimentaire. Il conviendra de suivre cette question de près et d'exploiter les possibilités d'agir en synergie. Par exemple, diversifier les cultures pour se protéger de l'instabilité climatique peut également accroître la diversité nutritionnelle, et de nouvelles variétés présentant des bénéfices multiples peuvent être développées dans le cadre de programmes de sélection unifiés.

3.6.4 Approuver un régime commercial international qui facilite l'adaptation

Le commerce agricole s'est fortement intensifié au cours des 50 dernières années, et on assiste à une tendance des pays développés à réduire (mais pas à éliminer) les subventions agricoles et les barrières commerciales ainsi qu'à une concentration du commerce dans un plus petit nombre de multinationales. Bien que le cycle de négociations le plus récent, de Doha (pas encore conclu), soit ouvertement favorable aux pauvres, des préoccupations ont été exprimées quant à la justice sociale et à l'équité de la gouvernance mondiale en matière d'alimentation et d'agriculture, actuelle et proposée, ainsi qu'à son manque de considération pour les questions environnementales, qui risquent de saper les efforts mis en œuvre au niveau national pour une plus grande durabilité. Le commerce mondial des denrées alimentaires a un rôle essentiel à jouer dans l'adaptation au changement climatique (Huang *et al.*, 2010). Il est probable que nous assistions à une augmentation de la fréquence des événements météorologiques extrêmes, dont les effets se feront sentir sur une zone géographique plus vaste; un système commercial international fonctionnant de manière efficace peut permettre à une région de compenser les chocs de production qui surviennent dans une autre. Il est toutefois impératif que des mesures soient mises en place pour garantir que le commerce

international ne suscite pas d'incitations perverses susceptibles de causer davantage de dommages environnementaux.

À la suite de la crise alimentaire de 2008, la question de la sécurité alimentaire a acquis une importance nouvelle dans les négociations sur le commerce agricole. La notion d'accès aux produits est aujourd'hui considérée comme étant aussi importante que le concept traditionnel d'accès aux marchés. Les dispositions et les règles actuelles de l'OMC dans le domaine de la sécurité alimentaire sont peu claires, ou déficientes, et le mandat de négociation de Doha n'offre que peu de marge de manœuvre pour réaliser des progrès sur ces questions. En outre, du fait du changement climatique, il sera bien plus difficile encore d'instaurer la sécurité alimentaire, et il est évident que le commerce alimentaire mondial aura un rôle déterminant à jouer dans un monde aux prises avec ce phénomène. Intégrer toutes ces questions importantes dans les futures négociations sur le commerce agricole serait un pas dans la bonne direction.

3.7 Les défis de la recherche sur l'adaptation

On peut faire beaucoup pour s'adapter au changement climatique en utilisant les connaissances et les technologies existantes, mais des recherches sont également nécessaires pour apporter de nouvelles solutions aux défis actuels et prévus. Toutefois, ce besoin doit être replacé dans le contexte des récentes tendances à la diminution des investissements du secteur public consacrés à la recherche dans le domaine du système alimentaire. La menace conjointe de l'insécurité alimentaire et du changement climatique justifie un réexamen des priorités de recherche, ainsi qu'une réévaluation de la meilleure manière d'articuler la recherche nationale et internationale financée par le secteur public avec le secteur privé. Cet appel à lancer des recherches plus nombreuses et plus variées ne doit pas servir d'excuse pour ne rien faire maintenant et s'en remettre à de futurs « remèdes technologiques »; une adaptation réussie exige à la fois des mesures immédiates à l'aide des outils existants et des investissements pour trouver de nouvelles manières de relever des défis gigantesques du changement climatique.

Une attention particulière doit être accordée à la manière dont la recherche et la création de connaissances peuvent répondre au mieux aux besoins des producteurs d'aliments les plus pauvres et les plus défavorisés. Ceci exigera un engagement significatif auprès des agriculteurs et des bénéficiaires visés, ainsi qu'un véritable dialogue qui permettra de comprendre leurs besoins, en tenant compte de la difficulté qui peut exister à obtenir l'avis des femmes et des groupes défavorisés.

Bien que les recherches visant à accroître les rendements soient essentielles pour atteindre des objectifs de sécurité alimentaire plus généraux, il est indispensable de réorienter la recherche continuellement et de manière accélérée afin de viser un ensemble d'objectifs plus complexe pour faire face aux défis du changement climatique. Les cultures et autres végétaux dont la température optimale de développement est différente, qui s'adaptent plus facilement aux variations météorologiques et qui utilisent l'eau de manière plus efficace, ou encore qui peuvent pousser sur des sols salins, sont autant d'exemples de nouvelles variétés qui peuvent favoriser l'adaptation au changement climatique. De même, les races animales qui sont les plus résilientes face au stress climatique présenteront des avantages. Dans certaines circonstances, il faudra avoir recours aux espèces végétales et animales nouvelles ou négligées pour maintenir la productivité sur des terres devenues marginales pour l'agriculture du fait du changement climatique. Les récents progrès de la génétique (GM et non GM) permettent d'appliquer les techniques de sélection animale à des espèces beaucoup plus nombreuses que dans le passé, même récent. Des espèces comme le sorgho, le millet, le manioc et les variétés de maïs cultivées en Afrique sont des candidats potentiels, à l'instar des variétés indigènes de fruits et de légumes. La participation, dès le départ, des agriculteurs qui cultivent ou pourraient cultiver ces plantes à l'élaboration de tout programme de sélection est cruciale.

Les pratiques agronomiques devront être modifiées pour s'adapter au changement climatique, et des recherches sont nécessaires pour déterminer quelles stratégies sont les plus utiles. Outre l'importance permanente de la recherche en agronomie générale, de nombreuses idées tirées d'approches différentes comme l'agriculture de conservation, la permaculture, l'agroécologie et l'agriculture biologique peuvent sans aucun doute contribuer grandement à l'adaptation au changement climatique; pourtant, leur application à plus grande échelle est souvent entravée par l'absence de données scientifiques claires. Les recherches dans les domaines de la science du sol et du génie rural, visant à mettre au point des techniques d'irrigation et de rétention d'eau plus efficaces, doivent être une priorité. Le cas échéant, des techniques de pointe comme l'agriculture de précision peuvent être utilisées, mais elles doivent également inclure des méthodes utilisables par les agriculteurs des pays à faible revenu. Mettre au point de meilleures manières d'intégrer les différents types de production alimentaire - culture, élevage, aquaculture - peut permettre une utilisation plus efficace des ressources et une meilleure résilience face aux chocs climatiques.

L'adaptation au changement climatique exige que les agriculteurs puissent prendre des décisions éclairées, malgré des connaissances incertaines. La recherche en sciences sociales est indispensable pour mieux comprendre comment faciliter ces changements, qui seront, *in fine*, bénéfiques aux agriculteurs. Il est impératif d'étudier les meilleurs moyens de contrôler et d'évaluer les différentes interventions sociales et économiques visant à favoriser l'adaptation.

On connaît mal les effets potentiels du changement climatique sur les pêches de capture; des recherches doivent être menées dans ce domaine, ainsi que sur la manière d'intégrer le changement climatique dans les approches écosystémiques et de gestion adaptative des pêches.

Enfin, il est fondamental de procéder à un suivi et à une évaluation des stratégies d'adaptation, de sorte à pouvoir tirer des enseignements des pratiques optimales. Des ressources permettant d'évaluer les progrès réalisés par rapport aux objectifs agronomiques et sociaux doivent être intégrées aux programmes d'adaptation, tandis que l'amélioration du suivi et de l'évaluation doit constituer un objectif de recherche en soi.

3.8 Messages stratégiques

- Un système alimentaire fort et résilient sera mieux à même de faire face à toutes les formes de perturbations, y compris celles induites par le changement climatique. Ainsi, les politiques générales destinées à faire correspondre l'offre et la demande, qui fournissent de meilleurs outils pour contrer la volatilité des prix, réduisent le gaspillage, améliorent l'efficacité et encouragent les investissements en faveur de pratiques durables, auront toutes pour résultat de renforcer la résilience du système alimentaire, qui sera alors mieux à même de résister aux chocs induits par le changement climatique.
- Les communautés dont la sécurité alimentaire est particulièrement exposée aux effets du changement climatique se trouveront le plus souvent dans les pays en développement, en particulier dans les régions les plus sèches, dans les couches les plus pauvres des sociétés riches, ou seront les groupes défavorisés de certaines sociétés, par exemple en raison de leur sexe, de leur ethnie ou de leur culture. L'adaptation au changement climatique doit être conçue pour répondre en priorité aux besoins de ces groupes, qui seront souvent les moins à même de relever les défis. Il faudra accorder une attention particulière à la mobilisation du capital financier nécessaire aux investissements en faveur de l'adaptation, au renforcement du capital humain et social nécessaire à sa mise en œuvre et à la mise en place de filets de sécurité pour les cas où l'adaptation échouerait.
- Même si le changement climatique sera, dans un premier temps, bénéfique pour la production alimentaire de certaines régions, il est probable que l'effet net pour l'ensemble de

la planète sera largement négatif. On peut faire beaucoup pour adapter l'agriculture à l'évolution du climat en s'appuyant sur ce que l'on sait déjà des aspects sociaux, économiques et biophysiques de la production de nourriture - les compétences et les connaissances qui sont aujourd'hui adaptées à une région donnée pourraient être importantes pour une autre région dans le futur. La diffusion et la mise en pratique de ces connaissances, grâce aux technologies modernes de l'information, est fondamentale. Toutefois, l'ampleur et le rythme des changements susceptibles de se produire exigeront également de nouvelles connaissances, et de nouveaux investissements dans les domaines connexes des sciences sociales et des sciences naturelles seront une priorité. Mais ces mesures ne seront, en dernier ressort, pas suffisantes sans une modification radicale des schémas de production, de distribution et de consommation qui favorise la réduction des émissions de GES.

- Une adaptation réussie au changement climatique attendu de l'agriculture et des systèmes alimentaires à l'échelle mondiale exigera la mobilisation des pratiques les plus efficaces pour tous les modes d'agriculture, et la prise de conscience du fait qu'aucune solution unique ni aucun ensemble de solutions ne pourront s'appliquer à l'ensemble des régions. Toutes les techniques issues des modes de production conventionnels, agroécologiques, biologiques et de haute technologie devront être déployées. Une approche pluraliste, fondée sur des données existantes, sensible au contexte social et environnemental et aux différents systèmes de valeurs, est essentielle.
- Parmi les exemples de stratégies d'adaptation au niveau de la communauté, citons la création de banques communautaires de semences et de céréales, l'amélioration des pratiques de gestion de l'eau (par exemple la construction d'infrastructures permettant d'améliorer l'efficacité des systèmes d'irrigation ainsi que le captage, le stockage et l'utilisation de l'eau à petite échelle), l'adoption de pratiques visant à conserver l'humidité du sol, les matières organiques et les éléments nutritifs, et la culture de variétés à cycle court. À cet égard, les principales difficultés concernent la diffusion des informations et des connaissances existantes, le renforcement du capital humain et social et la mise en place de politiques en faveur des meilleures pratiques.
- Il s'écoule beaucoup de temps entre le moment où une étude est commandée et celui où les nouvelles connaissances peuvent être mises en pratique sur le terrain. Pour les domaines les plus « proches du terrain », ce laps de temps est en général de l'ordre de cinq ans, mais il peut être de plusieurs dizaines d'années dans le cas de la recherche plus fondamentale. C'est aujourd'hui qu'il faut investir dans la recherche qui permettra de résoudre les problèmes de demain.
- La recherche pour l'adaptation couvre de nombreux domaines des sciences naturelles et sociales; elle doit devenir une priorité pour les bailleurs de fonds de la recherche dans tous les secteurs. Les recherches sur des thèmes tels que l'amélioration des cultures et de l'élevage, l'agronomie, le stockage des aliments, ou encore la transformation et la distribution doivent, dans tous les cas, tenir compte de la nécessité de s'adapter à de nouveaux régimes climatiques. La recherche interdisciplinaire dans tous les domaines des sciences sociales et naturelles est particulièrement importante.
- Une adaptation réussie exige que l'on connaisse le mieux possible les endroits où vivent les personnes vulnérables. Les responsables politiques doivent pouvoir disposer de données biophysiques, économiques et sociales de bien meilleure qualité, ainsi que d'analyses et d'outils de modélisation plus poussés et plus accessibles. Les difficultés sont entre autres les suivantes: i) établir un lien entre les sources de données actuelles et futures, en s'appuyant sur des normes mondiales relatives aux métadonnées; ii) faire usage des technologies

modernes (TIC, télédétection) pour recueillir des données en temps réel; iii) élaborer des moyens de comparer et de mieux valider les différents types de modèles pertinents; et iv) améliorer le cheminement des données, de la collecte et de l'analyse jusqu'à leur utilisation pour l'élaboration des politiques.

- Il est très important, à l'échelle mondiale, d'adapter l'agriculture au changement climatique et disposer de plans d'adaptation nationaux. Les programmes d'action nationaux pour l'adaptation, qui sont soumis à la CCNUCC par les pays les moins avancés (PMA), appellent l'attention sur la priorité qu'il faut accorder aux investissements en faveur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire. Ces programmes constituent un point de départ pour fixer des priorités dans les investissements nationaux. Les mesures prioritaires définies par les PMA dans leurs programmes d'action nationaux pour l'adaptation doivent être financées et mises en œuvre. Les pays doivent s'appuyer sur l'expérience de ces programmes pour élaborer leurs plans d'adaptation nationaux.
- Enfin, dans le cadre des négociations de la CCNUCC, nous recommandons que des progrès plus importants soient réalisés s'agissant du Programme de travail sur les pertes et dommages, en mettant en exergue le caractère progressif des effets néfastes du changement climatique sur l'agriculture et la sécurité alimentaire, une plus grande couverture des questions liées à l'agriculture dans le Programme de travail de Nairobi pour l'adaptation et dans le Fonds d'adaptation, et la mise en place d'un programme de travail sur l'agriculture de l'Organe subsidiaire de conseil scientifique et technologique (SBSTA) afin de soutenir l'amélioration des connaissances sur l'adaptation au changement climatique et son atténuation.

4 AGRICULTURE ET ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE: OPTIONS D'ATTÉNUATION OFFRANT DES SYNERGIES POUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

4.1 Introduction

Comme nous l'avons vu dans les deux premiers chapitres, le changement climatique rendra plus difficile encore l'instauration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Mais l'agriculture est également une cause importante d'émissions de gaz à effet de serre (GES) contribuant au changement climatique: on estime qu'ensemble, l'agriculture et l'élevage sont responsables de 15 pour cent environ des émissions totales de GES enregistrées en 2005³². Ce chiffre comprend 2 pour cent environ d'émissions comptabilisées dans d'autres secteurs, à savoir les émissions engendrées par la production d'engrais, d'herbicides et de pesticides et par la consommation énergétique nécessaire au labourage, à l'irrigation, à la fertilisation et à la récolte³³. Le changement d'affectation des terres, qui découle essentiellement de l'expansion des zones agricoles, vient encore ajouter 11 à 17 pour cent à ces chiffres³⁴. Comme le montre le chapitre 3, l'accroissement à venir des revenus et de la population fera grimper en flèche les émissions agricoles, à moins que des stratégies de croissance à faibles émissions ne soient trouvées pour l'agriculture.

Dans le présent chapitre, nous examinerons les sources des émissions agricoles de GES et les options d'atténuation pour l'agriculture. Les méthodes d'atténuation peuvent avoir des effets positifs ou négatifs sur la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté; un bon ciblage est dès lors essentiel. Les choix en matière d'atténuation doivent être liés à l'adaptation et à la résilience et ne doivent pas s'opérer au détriment de la sécurité alimentaire. Heureusement, il existe de nombreuses options qui permettent de réduire les émissions tout en renforçant la sécurité alimentaire. L'accent est mis essentiellement sur les politiques d'utilisation des terres, l'intensification de la production pour réduire la déforestation, la modification des habitudes de consommation et les gains d'efficacité, pour tirer parti au mieux des synergies entre adaptation et atténuation.

4.2 La contribution actuelle de l'agriculture aux émissions de gaz à effet de serre

Les émissions de CO₂ ont augmenté de façon constante au cours de la deuxième moitié du XX^e et au début du XXI^e siècle (GIEC, 2007d). Une tendance à la hausse similaire a été observée pour deux autres GES: l'oxyde nitreux (N₂O) et le méthane (CH₄), l'agriculture étant la principale source d'émission de ces deux GES. Le N₂O est libéré par une série d'activités agricoles, les engrais à base d'azote constituant une source particulièrement importante (Park *et al.*, 2012). Le CH₄ est libéré lors de la digestion des bovins et d'autres ruminants (qu'ils soient sauvages ou domestiques) et de la décomposition des matières végétales dans des conditions anaérobiques, comme par exemple dans les rizières irriguées.

Les émissions attribuables aux activités agricoles sont de deux types:

- les émissions dues aux changements d'affectation des terres (perte des réserves de carbone du sol et de la biomasse), résultat de l'expansion des activités agricoles sur d'autres terrains

³² Voir GIEC (2007c,d), Bellarby *et al.* (2008) et Herzog (2009) pour une estimation des émissions de GES attribuables à l'agriculture.

³³ Voir Bellarby *et al.* (2008) avec des calculs basés sur des données publiées par Lal (2004b).

³⁴ Voir GIEC (2007 c,d) et Houghton (2010) pour une estimation des émissions mondiales de CO₂ générées par les changements d'affectation des terres.

comme les prairies et les forêts. Lorsque les agriculteurs convertissent des écosystèmes naturels au profit de l'agriculture, la perte de végétation en surface provoque d'importantes émissions de CO₂. En outre, les sols perdent environ 50 pour cent du stock initial de carbone organique de leur couche supérieure en 25 à 50 ans après leur mise en culture dans les climats tempérés, et en 5 à 10 ans dans les régions tropicales (Lal, 2004) sans amélioration des pratiques de gestion. L'expansion passée des zones agricoles a déjà provoqué d'importantes émissions de CO₂. Aujourd'hui, les changements d'affectation des terres sont toujours responsables d'importantes émissions, leur source pouvant se situer en surface ou dans le sous-sol.

- les émissions dues aux pratiques agricoles (autres que les changements d'affectation des terres), liées aux intrants utilisés et aux choix de gestion. Les pratiques agricoles sont une source directe d'émissions de GES: flux de méthane (CH₄) dégagés par les rizières inondées et le bétail, dégagements d'oxyde nitreux (N₂O) découlant de l'utilisation d'engrais azotés organiques et inorganiques, et émissions de dioxyde de carbone (CO₂) issues de la perte de carbone organique du sol, résultat de certaines pratiques agricoles dans les terres arables et d'une plus grande intensité de pâturage dans les couverts herbacés. Contrairement à d'autres secteurs comme l'énergie, l'industrie et le transport, qui émettent principalement du CO₂, les émissions de GES issues de l'agriculture sont dominées par le CH₄ et le N₂O, les émissions de CO₂ étant essentiellement des émissions agricoles *indirectes* (issues par exemple de l'utilisation d'intrants et d'énergie qui, dans le cadre de comptabilisation des émissions de GES de la CCNUCC, sont officiellement comptabilisées dans les secteurs de l'industrie, des produits chimiques, de l'énergie et du transport mais pas dans le secteur agricole). Selon le système agricole et le type de gestion, ces émissions indirectes de CO₂ peuvent être relativement élevées (West et Marland, 2002).

Réduire les émissions de CH₄ et de N₂O est particulièrement important en raison de la contribution potentielle de ces gaz au réchauffement climatique, qui est plus importante que celle du CO₂³⁵, en particulier à court terme.

Il n'en reste pas moins essentiel de contrôler les émissions de CO₂, par exemple en prévenant la perte de biomasse et de carbone du sol, car le temps de séjour moyen de ce gaz dans l'atmosphère est supérieur à celui du CH₄ et du N₂O; les émissions de CO₂ dans l'atmosphère provoqueront donc un réchauffement sur une période plus longue. Les pratiques agricoles peuvent avoir pour effet de diminuer ou d'augmenter la quantité de carbone séquestrée dans un champ. On doit s'attendre à des émissions nettes de CO₂ attribuables aux terres arables dans les régions où les pratiques de gestion agricole entraînent une décomposition du carbone organique du sol que l'apport de matières organiques ne peut compenser. De telles pratiques réduisent également la résilience, car les matières organiques du sol retiennent les éléments nutritifs et l'humidité, ce qui les rend disponibles plus longtemps. Dans certaines parties du monde, l'adoption de bonnes pratiques de gestion a permis d'accroître la quantité de carbone du sol. En Chine, par exemple, la teneur en matière organique des sols sous cultures a augmenté d'environ 400 Tg C entre 1980 et 2000 (Huang et Sun, 2006). Une tendance similaire a été observée aux États-Unis (Ogle *et al.*, 2010). Un premier message stratégique est donc qu'il est fondamental que les agriculteurs adoptent de bonnes pratiques de gestion, de nature à accroître la fixation du carbone. Bon nombre de ces pratiques, voire toutes, présentent des avantages en matière d'adaptation, car elles renforcent la résilience face au changement climatique. Des exemples de ces bonnes pratiques sont énumérés ci-dessous.

³⁵ La libération instantanée d'1 kg de CH₄ ou d'1 kg de N₂O dans l'atmosphère est respectivement 25 fois ou 298 fois plus puissante que la libération d'1 kg de CO₂ pour capturer l'énergie et créer un effet de serre cumulé sur une période de plus de 100 ans (GIEC, 2007d).

4.2.1 Les émissions de méthane issues de l'agriculture

L'agriculture est responsable de plus de 50 pour cent des émissions de CH₄ attribuables à l'activité humaine (GIEC, 2007a). Elles proviennent pour un tiers de la production de riz inondé (28-44 Tg de CH₄ par an), et pour deux tiers des ruminants (73-94 Tg de CH₄ par an). Les effluents d'élevage constituent une autre source importante de CH₄ – leurs émissions variant d'ailleurs fortement en fonction de la manière dont ils sont gérés et de la durée du stockage.

Plus de 90 pour cent de la production mondiale de riz est réalisée dans l'Asie des moussons, qui est donc responsable d'une part équivalente des émissions de CH₄ issues des rizières de la planète. La superficie récoltée de riz aquatique ne s'étendant que lentement, l'augmentation des émissions de CH₄ attribuables aux rizières devrait rester modérée³⁶.

À l'avenir, la plupart des émissions agricoles directes de CH₄ devrait provenir des ruminants. Le nombre de ruminants a sensiblement augmenté au cours des 50 dernières années, en particulier en Asie de l'Est; étant donné l'augmentation de la population et des revenus, et l'évolution des régimes alimentaires, marquée par une consommation de plus en plus importante de viande et de lait dans les pays en développement, cette tendance devrait se poursuivre. Plus d'animaux signifie plus d'effluents d'élevage, autre source importante de CH₄.

4.2.2 Les émissions d'oxyde nitreux issues de l'agriculture

L'azote est essentiel à l'agriculture; les végétaux en ont besoin pour pousser. Mais il engendre des émissions de N₂O, un puissant GES, qui est un produit dérivé ou intermédiaire des processus de transformation de l'azote. L'agriculture est responsable de plus de 60 pour cent des émissions de N₂O dues à l'activité humaine (GIEC, 2007a). La fertilisation à l'azote, qu'elle soit organique ou chimique, engendre des émissions de N₂O; en moyenne, un pour cent environ de l'azote répandu sur le sol est directement libéré sous forme de N₂O (GIEC, 2007a), mais des taux allant jusqu'à 22 pour cent ont été signalés (Denmead *et al.*, 2007). Les taux d'émission varient en fonction des systèmes de culture, du climat et d'autres facteurs. À titre d'exemple, le taux d'émission des rizières inondées ne représente qu'environ un tiers de celui des autres cultures (GIEC, 2007a). Les émissions de N₂O augmentent avec les précipitations (Lu *et al.*, 2006). Elles peuvent également découler de la perte d'azote dans les terrains agricoles par ruissellement, lessivage, volatilisation du NH₃, dissolution de l'azote organique, etc. On estime que ces émissions indirectes sont, en quantités, équivalentes aux émissions directes. Outre leurs effets sur les émissions de N₂O, les engrais à base d'azote, et en particulier ceux qui contiennent de l'ammonium, inhibent l'oxydation du CH₄ par les sols, contribuant ainsi à l'augmentation des émissions de ce gaz dans l'atmosphère. Les animaux n'émettent pas de N₂O directement, mais les effluents d'élevage sont une source d'émissions importante, ce qui atteste une nouvelle fois l'importance de la gestion du bétail dans la réduction des émissions.

À l'avenir, on peut s'attendre à ce que les augmentations directes d'émissions agricoles de GES (CH₄ et N₂O) se concentrent dans les régions dans lesquelles la production agricole (cultures et élevage) augmente.

Les politiques et les programmes visant à contrôler les émissions de CH₄ et de N₂O du bétail revêtiront donc une importance particulière.

³⁶ En outre, les rizières sont implantées, du moins en partie, sur des terres humides, qui émettent elles aussi du CH₄, mais classé dans la catégorie des émissions naturelles. La croissance réelle nette des émissions issues des rizières pourrait donc être encore inférieure aux prévisions du GIEC.

4.3 Les émissions de GES dues aux changements d'affectation des terres

Les écosystèmes terrestres, y compris leurs composantes souterraines et de surface, constituent un gigantesque réservoir de carbone³⁷, et il se produit un important échange de CO₂³⁸ entre ces écosystèmes et l'atmosphère. C'est la raison pour laquelle le moindre changement au niveau du stockage du carbone ou de l'intensité des échanges de CO₂ entre les écosystèmes terrestres et l'atmosphère entraînera une modification significative des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère.

Les échanges de CO₂ entre les écosystèmes stables et l'atmosphère sont pratiquement équilibrés, mais les changements d'affectation des terres viennent perturber cet équilibre. La mise en culture et en pâture d'écosystèmes naturels riches en carbone, en particulier les terres forestières, les terres humides et les tourbières, provoque des pertes de carbone dues non seulement à la disparition de la biomasse aérienne, mais également à la diminution de la teneur en carbone organique du sol. Les émissions totales de CO₂ attribuables aux changements d'affectation des terres ont été estimées à environ 155 Pg de C pour la période 1850-2000 (Houghton, 2003), et les émissions annuelles à environ 1,3 Pg de C/an pour la période 1950-2005, avec une variation annuelle de l'ordre de ± 0,4 Pg de C/an autour de cette moyenne (Houghton, 2010).

Les changements d'affectation des terres influencent également les émissions de CH₄ et de N₂O. On estime que les émissions de CH₄ ont été réduites de 10 pour cent grâce à la diminution de la superficie des terres humides (Houweling *et al.*, 2000), réduction partiellement compensée par une augmentation des émissions de CO₂. La conversion de terres pour la production de riz inondé accroît les émissions de CH₄, à la fois parce que les terres non saturées en eau extraient le CH₄ de l'atmosphère (à hauteur d'environ 30 Tg de CH₄ par an, selon les estimations) et parce que la décomposition anaérobie dans les rizières inondées libère du CH₄. Les émissions de N₂O augmentent également lorsque les écosystèmes naturels sont convertis en terres arables ou en pâturages mais il n'existe aucune estimation fiable de l'ampleur de ce phénomène.

Les conséquences spectaculaires des changements d'affectation des terres sur les émissions de GES³⁹ montrent combien il importe d'adopter des stratégies de développement agricole qui limitent la conversion des terres non agricoles à des fins agricoles.

4.4 Options d'atténuation et sécurité alimentaire

Puisque, selon les prévisions, la production agricole devrait augmenter dans les pays en développement, il en ira de même des émissions. D'après le GIEC (2007c), d'ici à 2030, les émissions de N₂O devraient grimper de 35 à 60 pour cent et les émissions de CH₄ de 60 pour cent, auxquels s'ajouteront les émissions provoquées par la mise en culture de nouvelles terres.

L'agriculture diffère de tous les autres secteurs de par sa position au sein des négociations de la CCNUCC sur la stabilisation des GES dans l'atmosphère. Dès le début des négociations internationales (article 2 de la CCNUCC⁴⁰, Rio de Janeiro, 1992), il est apparu clairement que les mesures visant à atténuer le changement climatique et à stabiliser les GES dans l'atmosphère devraient être mises en œuvre « dans un délai suffisant pour [...] que la production alimentaire ne soit pas menacée ». On peut dès lors considérer que la sauvegarde de la sécurité alimentaire et de la

³⁷ Prentice *et al.* (2001) ont estimé que 350-550 Pg de carbone étaient stockés dans la végétation et Batjes (1996) que 1500-2400 Pg de carbone étaient stockés dans le sol.

³⁸ Estimé à environ 120 Pg de C/an.

³⁹ Parmi les autres conséquences négatives, citons la perte de biodiversité et les modifications de la disponibilité des eaux souterraines et de surface.

⁴⁰ http://unfccc.int/essential_background/convention/background/items/1353.php.

production de nourriture constitue l'un des objectifs des négociations relatives à l'atténuation du changement climatique. Cela fait de la sécurité alimentaire, même du point de vue des politiques sur le changement climatique, un véritable objectif des négociations plutôt qu'un simple sujet de discussion.

Si rien n'est fait, toute augmentation de la production de nourriture se traduira automatiquement par une augmentation des émissions; toutefois, de nombreuses solutions existent pour éliminer le lien entre amélioration de la sécurité alimentaire et augmentation des émissions. Lorsqu'on envisage la mise en place de politiques et de programmes d'atténuation en matière d'agriculture, il faut s'attacher à opter pour ceux qui n'ont pas de retombées négatives sur la sécurité alimentaire. Comme c'est le cas dans d'autres secteurs, une série d'options agricoles existent pour réduire les émissions de GES. Heureusement, bon nombre de ces solutions créent des synergies entre atténuation du changement climatique et amélioration de la sécurité alimentaire.

Le GIEC (2007c) estime que l'agriculture a un potentiel théorique d'atténuation à l'échelle mondiale de 5,5-6,0 Pg de CO₂-eq par an d'ici à 2030. La fixation du carbone dans le sol représente 89 pour cent de ce potentiel, la réduction des émissions de CH₄ 9 pour cent, et la réduction des émissions de N₂O 2 pour cent. Le potentiel d'atténuation économique est inférieur, et il est tributaire à la fois d'une amélioration des technologies et de l'élaboration de mécanismes plus performants de finance du carbone.

La diminution de l'utilisation des combustibles fossiles, qui pourrait résulter d'une utilisation de l'énergie plus efficace dans l'agriculture, présente également un potentiel d'atténuation de 770 MtCO₂-eq/an d'ici à 2030 (GIEC, 2007c). Une amélioration de l'efficacité des chaînes alimentaires, et notamment la diminution des pertes après récolte, pourrait également permettre de réduire les émissions.

Parmi les options d'atténuation agricole qui ont un impact positif sur la sécurité alimentaire et la protection de l'environnement (contribuant ainsi à l'adaptation), citons les pratiques de gestion qui améliorent le stockage du carbone organique dans le sol et, partant, renforcent l'efficacité de l'utilisation de l'azote et de l'eau (voir chapitre 3). Bien conçues, ces pratiques peuvent à la fois atténuer les émissions de GES et renforcer la sécurité alimentaire, tout en augmentant les revenus et en assurant une meilleure protection de l'environnement.

Dans les paragraphes qui suivent, nous mettons en exergue les grandes catégories d'activités qui peuvent permettre d'atténuer les émissions de GES, réduire la vulnérabilité et contribuer à une sécurité alimentaire durable.

4.4.1 Limiter les changements d'affectation des terres en faveur de l'agriculture

Les changements d'affectation de terres riches en carbone de surface (surtout les forêts), converties principalement en terres arables ou en pâturages, constituent la deuxième source de rejet de CO₂ dans l'atmosphère, juste derrière les émissions dues aux combustibles fossiles. Face à l'augmentation de la demande alimentaire, trois options s'offrent à nous: améliorer le rendement des terres déjà cultivées (intensification), étendre la superficie des zones cultivées (extensification) ou réduire les pertes de denrées alimentaires entre l'exploitation et le consommateur. L'intensification et l'extensification feront toutes deux grimper les émissions de GES, mais l'intensification est relativement plus efficace sur le plan de l'atténuation des émissions agricoles de GES. Burney *et al.* (2010), par exemple, ont estimé que l'effet net d'une augmentation des rendements avait permis d'éviter jusqu'à 161 Pg d'émissions de C depuis 1961, et chaque dollar investi aujourd'hui pour le rendement agricole produit 68 kg d'émissions de moins de C qu'avec les technologies utilisées en 1961. C'est la raison pour laquelle les politiques et les programmes d'atténuation doivent se

concentrer sur l'amélioration de la productivité des cultures existantes et opter pour des stratégies qui permettent également d'améliorer la sécurité alimentaire plutôt que pour l'expansion des terres arables.

Une importante synergie potentielle réside dans le fait qu'une faible productivité est souvent associée à un niveau élevé de pauvreté et d'insécurité alimentaire. Les efforts visant à accroître la productivité qui ciblent également les pauvres peuvent donc s'avérer doublement avantageux.

4.4.2 Adopter des pratiques agricoles qui augmentent la teneur en carbone des sols dégradés

La teneur en carbone organique des terres agricoles dépend largement des pratiques de gestion auxquelles ces terres sont soumises. Avec des pratiques agroécologiques soigneusement sélectionnées, il est possible de reconstituer 50 à 66 pour cent d'une perte antérieure de carbone dans le sol (Lal, 2004). Les techniques permettant d'exploiter ce potentiel sur le terrain sont les suivantes:

- Augmenter l'apport d'intrants organiques dans les terres arables en y incorporant par exemple des résidus végétaux ou en y étendant du fumier organique, selon des méthodes appropriées. Rapatrier les déchets organiques urbains sur les terres agricoles afin d'en améliorer la productivité et d'atténuer le changement climatique.
- Limiter les bouleversements du sol, par exemple en réduisant au maximum, voire en éliminant le labourage ou en diminuant l'intensité de pâturage.
- Restaurer les terres arables et les herbages dégradés grâce à des pratiques telles que le contrôle de l'érosion et la mise en jachère.
- Ré-inonder les tourbières.
- Améliorer le rendement des cultures par une bonne gestion des éléments nutritifs et de l'irrigation.
- Mettre en œuvre des pratiques d'agroforesterie.

Il est important de noter que chacune de ces pratiques peut également permettre d'accroître la productivité, souvent grâce à une amélioration de la qualité et de la fertilité du sol, et de renforcer la résilience face au changement climatique.

Il est essentiel de concevoir des politiques et des programmes publics qui réduisent les désincitations actuelles et fournissent des mesures d'incitation novatrices, en vue de développer et de diffuser des pratiques de gestion agricole spécifiques qui permettent de réduire la perte de carbone du sol, de construire des banques de carbone du sol et de prévenir la dégradation des terres.

4.4.3 Améliorer la gestion des animaux et des effluents d'élevage

Les émissions de méthane des ruminants sont responsables d'une large part des émissions de CH₄ dues à l'activité humaine. Il ne semble pas simple de réduire les émissions de CH₄ des ruminants, mais l'amélioration des pratiques d'alimentation et de la productivité du pâturage, l'ajout de compléments et additifs alimentaires et la sélection animale peuvent contribuer à la réduction des émissions de CH₄ par unité de produit d'origine animale (lait et viande) (Herrero *et al.*, 2011).

Il est également possible de réduire sensiblement les émissions de CH₄ et de N₂O en modifiant les pratiques de gestion des effluents d'élevage (prévention de la volatilisation du NH₃, aération des fumiers pendant le stockage, périodes de stockage plus courtes), ou de les utiliser pour produire des bioénergies/biogaz et des engrais, au moyen, par exemple, de méthaniseurs, ce qui permettrait de réduire les émissions de méthane et d'éviter les émissions liées à la production d'énergie et d'engrais.

L'augmentation de la population et des revenus faisant grimper la demande de produits d'origine animale dans les pays en développement, il devient indispensable d'adopter des politiques et des programmes qui favorisent l'accroissement de la productivité de l'élevage et la réduction des émissions par unité produite afin de ralentir la croissance des émissions et de réduire la pauvreté au sein des populations d'éleveurs.

4.4.4 Améliorer la gestion de l'eau

La gestion de l'eau est un facteur déterminant pour les émissions de CH₄ issues des rizières. Éviter la saturation par l'eau lorsque le riz n'est pas cultivé et réduire la période d'inondation continue pendant la saison de végétation sont deux méthodes qui permettent de réduire efficacement les émissions de CH₄ issues des rizières⁴¹.

Les régimes de gestion de l'irrigation qui réduisent les émissions de CH₄ augmentent les émissions de N₂O, et vice versa. Par exemple, un drainage à la mi-saison réduit les émissions de CH₄ mais fait grimper celles de N₂O; dans ce cas précis, l'effet cumulé est un refroidissement, même lorsqu'on tient compte de la différence de contribution potentielle au réchauffement climatique des deux gaz.

Modifier brusquement le taux d'humidité du sol constitue également un puissant facteur d'émission de N₂O. Ainsi, éviter l'irrigation inutile permet non seulement d'économiser de l'eau et de l'énergie, mais aussi de réduire les émissions de N₂O.

Il est possible de réduire considérablement les émissions agricoles de GES en adoptant des méthodes de gestion de l'eau appropriées, qui présentent également l'avantage d'améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau sans pour autant diminuer les rendements. Dans de nombreux endroits, faire la démonstration de ces pratiques suffit à en garantir l'adoption à grande échelle.

4.4.5 Gestion des éléments nutritifs

La fertilisation à l'azote est la source principale d'émissions de N₂O dues à l'activité humaine (Park *et al.*, 2012). Du point de vue des agriculteurs, la libération d'azote dans l'atmosphère ou dans une nappe phréatique revient à gaspiller une ressource. « En moyenne, pour 100 unités d'azote utilisées dans l'agriculture dans le monde, seules 17 sont consommées par l'homme sous forme de cultures, de produits laitiers ou de viande. On considère généralement que l'efficacité de l'utilisation de l'azote à l'échelle mondiale, mesurée en fonction de son taux de récupération au cours de la première année (à savoir la quantité d'azote absorbée par les cultures fertilisées et non fertilisées par rapport à la quantité d'azote appliquée), est inférieure à 50 pour cent dans des conditions de culture normales. » (Reay *et al.*, 2012, p. 413). La difficulté est d'appliquer les engrais azotés au bon moment, en quantité et sous la forme adéquates afin de réduire la quantité d'azote converti en oxyde nitreux et les pertes dans l'écosystème, qui engendrent des effets néfastes ailleurs. Une utilisation plus efficace permet également de réduire les émissions attribuables à la production d'engrais azotés. On ne sait pas précisément quelle est la contribution respective des différentes sources d'azote aux émissions de N₂O (Snyder *et al.*, 2009). Accroître l'efficacité d'utilisation de l'azote grâce à un calendrier

Encadré 10. Une autre gestion du riz pour réduire les émissions de méthane

L'Institut international de recherches sur le riz (IIRR) œuvre avec des instituts de recherche et des agriculteurs en Asie du Sud et du Sud-Est à l'élaboration de pratiques d'inondation et d'assèchement alternés dans les rizières irriguées afin de réduire les émissions de CH₄. En Inde, le système de riziculture intensive réduit la quantité d'eau déversée dans les rizières aquatiques, diminuant ainsi très probablement les émissions de CH₄ tout en économisant l'eau et en faisant peut-être reculer les émissions de N₂O.

⁴¹ On estime qu'elles pourraient être réduites de 4.1 Tg de CH₄ par an si les rizières étaient drainées au moins une fois au cours de la saison de végétation (Yan *et al.*, 2009).

d'application plus judicieux et à des mélanges plus efficaces permettrait de réduire les taux d'application, entraînant ainsi une diminution des émissions de N₂O issues des cultures et des émissions indirectes de CO₂ dues à la production d'engrais, ainsi qu'une augmentation probable des rendements. Les cultures intercalaires de légumineuses, lorsqu'elles sont bien réalisées, peuvent également être efficaces.

4.4.6 Utilisation des résidus de récolte

On estime que 1,5 Pg de résidus de récoltes résultent chaque année de sept grands types de culture: le maïs, l'orge, l'avoine, le riz, le blé, le sorgho et la canne à sucre (Seungdo and Dale, 2004). Les résidus laissés à la surface sont presque entièrement décomposés et libérés dans l'atmosphère sous forme de CO₂ en une année. En les incorporant au sol, on peut retarder leur décomposition et améliorer le stockage du carbone organique. Toutes les pratiques qui prévoient l'incorporation de matériel végétal dans le sol allongent la durée de séquestration du carbone. Selon des chercheurs de l'Institut national français de la recherche agronomique (INRA), le temps de séjour moyen du carbone organique dans le sol augmente sensiblement avec la profondeur, passant de quelques jours à quelques mois près de la surface à des séjours allant de 2 000 à 10 000 ans pour le carbone stocké en dessous de 20 cm (Fontaine *et al.*, 2007).

Les résidus de récolte peuvent également être utilisés pour produire du biochar, que l'on obtient en chauffant des déchets végétaux dans un conteneur fermé avec peu ou pas d'oxygène, un processus appelé pyrolyse. Le produit qui en résulte est très riche en carbone et très stable lorsqu'il est incorporé au sol. La « terra preta » d'Amazonie, dont on sait aujourd'hui qu'elle est le résultat d'interventions humaines visant à améliorer la qualité du sol, est vieille de plusieurs centaines de milliers d'années (Barrow, 2012). Toutefois, les effets du biochar sur la fertilité du sol sont toujours continuent de faire l'objet d'une controverse, différentes expériences montrant des effets soit positifs, soit négatifs, soit nuls (voir par exemple Hammes *et al.*, 2008; Major *et al.*, 2011; Sparkes et Stoutjesdijk 2011; Zimmerman 2010). Les bénéfices pour la fertilité du sol dépendent du type de sol, du type de culture, des pratiques de gestion, de la source des résidus végétaux et de la technique de pyrolyse employée.

4.4.7 Comparer les systèmes et les produits agricoles

Comme nous l'avons vu plus haut, seule une partie des émissions causées par l'agriculture et les systèmes alimentaires sont classées dans la section agriculture du cadre de comptabilisation des émissions de la CCNUCC. Pour comparer les pratiques et les systèmes, il est indispensable d'envisager l'ensemble des émissions, qu'elles soient générées directement ou indirectement. Souvent, les comparaisons entre systèmes agricoles sont viciées par des idées préconçues et une comptabilité partielle, par exemple des comparaisons de systèmes basées sur leur consommation d'énergie pour en déduire une valeur d'émissions de GES sans tenir compte de l'utilisation des terres et des émissions de méthane. La plupart des estimations d'émissions sont des analyses du cycle de vie réalisées sur des produits uniques, le plus souvent dans les pays industrialisés. Il existe également certaines études évaluant l'impact de l'intensification (prise dans le sens d'une augmentation du rendement par hectare) qui montrent que l'effet positif de la réduction de la déforestation est plus important que l'effet négatif de l'augmentation des émissions résultant de l'utilisation d'engrais synthétiques. Peu d'études comparent les systèmes agricoles. Une étude réalisée à la FAO (Pierre Gerber *et al.*, 2010) sur le lait de vache montre que plus les vaches sont efficaces (sur le plan de la productivité, de la santé, de la transformation des aliments), plus les émissions par litre de lait sont faibles.

Il est urgent de mieux évaluer les différents systèmes agricoles, en tenant compte de l'ensemble des émissions, directes et indirectes.

4.4.8 Gérer la consommation alimentaire de façon à réduire les émissions et à améliorer l'efficacité des systèmes alimentaires

Les systèmes alimentaires génèrent également des émissions une fois que les denrées ont quitté l'exploitation, en particulier aux stades de la conservation (chaînes du froid), de la transformation, du transport et de la cuisson. Aucune étude ne quantifie les émissions du système alimentaire à l'échelle de la planète (Garnett, 2011). Selon les estimations d'une étude de 2006, 31 pour cent des émissions de GES de l'Union européenne sont liées au système alimentaire (Commission européenne, 2006). La réduction des pertes et du gaspillage de produits alimentaires peut contribuer de manière sensible à la réduction des émissions de GES.

La production de produits animaux à partir d'intrants végétaux et d'aliments pour animaux fait intervenir des processus biologiques et engendre des besoins et des pertes énergétiques, ce qui signifie qu'une calorie de produit animal nécessite la production, en amont, de plus d'une calorie d'origine végétale pour nourrir l'animal. Le niveau d'émissions associé à un régime alimentaire donné dépend donc en grande partie de la part de produits animaux qu'il contient. La FAO prévoit que d'ici à 2050, la consommation moyenne par personne de viande sera 40 pour cent plus élevée qu'en 2010 (+70 pour cent dans les pays en développement, Alexandratos, 2009).

Alors que le débat autour des mérites respectifs des régimes alimentaires exclusivement végétariens et de ceux qui contiennent de la viande se poursuit, le constat selon lequel une quantité excessive de viande a des effets néfastes pour la santé n'est guère discutable. Les politiques et les programmes qui visent à réduire la consommation excessive de viande et de lait et encouragent une consommation plus diversifiée à base de fruits et de légumes pourraient être bénéfiques pour la santé et contribuer à réduire les émissions de GES.

Le rôle que peut jouer un changement du régime alimentaire dans la réduction de la demande de denrées ayant la plus forte intensité de GES devrait être examiné de plus près. Les gouvernements doivent promouvoir une consommation responsable, la réduction du gaspillage alimentaire et les gains d'efficacité tout au long de la chaîne alimentaire. Le secteur privé doit être encouragé à élaborer des produits et des systèmes de distribution qui génèrent moins d'émissions de GES.

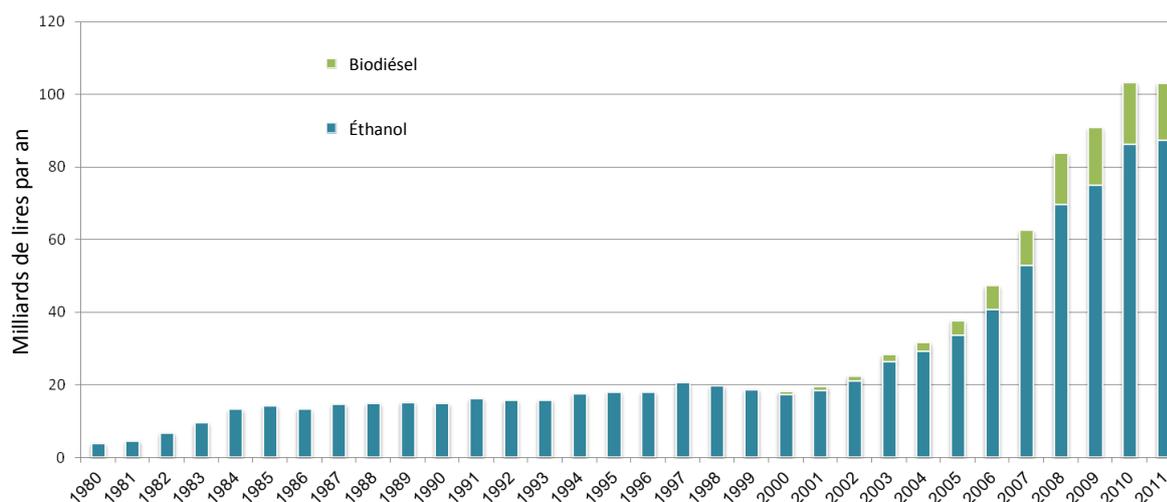
4.4.9 Les biocarburants constituent-ils une option d'atténuation?

Ces dix dernières années, la quantité de terres arables consacrée aux cultures destinées aux biocarburants (éthanol et biodiesel) a très considérablement augmenté (voir figure 6). Ce qu'on appelle les biocarburants de première génération sont des dérivés des glucides (sucre provenant de la canne à sucre et de la betterave, et amidon provenant essentiellement du maïs et du manioc) et des huiles (en particulier l'huile de palme).

Les politiques visant à encourager l'utilisation de biocarburants répondent à deux préoccupations: la sécurité énergétique et la recherche de sources d'énergie plus neutres en carbone. Pour être économiquement viable, pratiquement toutes les cultures destinées aux biocarburants doivent bénéficier de subventions, la grande exception étant la canne à sucre du Brésil.

Les politiques en matière de biocarburants ont été critiquées au motif qu'elles pouvaient entraîner une augmentation des prix des denrées alimentaires (et, partant, réduire la sécurité alimentaire) et qu'elles faisaient peu pour réduire les émissions de GES, voire qu'elles pouvaient contribuer à les faire augmenter. Ces prix plus élevés encouragent une augmentation de la production, qui peut résulter de l'intensification, de l'extensification, ou des deux. Il a été avancé que l'augmentation des superficies de terres consacrées aux biocarburants était l'une des causes profondes de l'envolée et de la volatilité des prix des denrées alimentaires observées ces cinq dernières années.

Figure 6. Production de biocarburants, 1980-2011



Source: Agence internationale de l'énergie (1980-2010, estimation pour 2011).

Certaines plantes convenant pour la fabrication de biocarburants comme le jatropha peuvent être cultivées sur des terres qui ne sont pas utilisables pour l'agriculture (mais pouvant convenir pour le pastoralisme). Mais même dans ces endroits, ils peuvent avoir des effets indirects sur l'agriculture, par exemple via l'utilisation d'eau pour l'irrigation, l'épuisement des eaux souterraines et la perte potentielle de biodiversité.

Quantifier l'efficacité des biocarburants sur le plan des GES est un exercice extrêmement complexe, qui souffre de nombreuses incertitudes en raison de l'utilisation directe et indirecte de l'énergie pour l'irrigation, les intrants, le transport, la transformation, en particulier de l'azote pour les biocarburants de première génération, ainsi que de la diminution connexe des réserves de carbone dans le cas de la conversion de forêts, de zones humides ou d'autres terres riches en carbone pour les cultures destinées aux biocarburants. Des inquiétudes ont également été exprimées quant à l'impact des biocarburants sur les autres défis environnementaux, notamment la biodiversité, car ces conversions de terres s'accompagnent en général d'un passage à la monoculture, d'une intensification de la déforestation, de risques pour les réserves naturelles, d'une augmentation de la pression sur les réserves hydriques et de problèmes liés à la qualité de l'eau.

Les calculs qui ont été utilisés pour démontrer que les biocarburants contribuaient à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ont été sérieusement mis en doute (p. ex. Searchinger *et al.*, 2009; T. Searchinger *et al.*, 2008; Wang et Haq, 2008; Fargione *et al.*, 2008). Tout d'abord, les intrants directs nécessaires pour cultiver et transformer les biocarburants peuvent entraîner des émissions de gaz à effet de serre qui annulent les avantages de la fixation du carbone de l'atmosphère. Ensuite, les conséquences indirectes de la culture destinée aux biocarburants sur l'utilisation des terres peuvent provoquer des émissions significatives de gaz à effet de serre. Celles-ci sont difficiles à mesurer, car l'augmentation des prix des denrées alimentaires provoquée par les biocarburants dans une région donnée peut entraîner la mise en culture de terres dans une toute autre région. Lorsqu'on évalue les conséquences des biocarburants sur le plan des GES, il convient de tenir compte non seulement des émissions issues des changements d'affectation de terres, mais également des coûts d'opportunité du carbone qui aurait été fixé dans ces terres si elles n'avaient pas été converties.

Ainsi, peu d'éléments attestent que la majorité des politiques et des programmes actuels relatifs aux biocarburants de première génération permettent d'atténuer les effets du changement climatique ou de renforcer la sécurité alimentaire.

Les biocarburants de deuxième génération impliquent l'utilisation de cellulose et d'autres types de matériel végétal qui sont considérés par certains comme des déchets. Les mêmes problèmes se posent que pour les biocarburants de première génération, même si la compétition pour l'utilisation des terres entre nourriture et biocarburants est peut-être moins vive. Jusqu'à présent, ces technologies se sont révélées impossibles à commercialiser.

De manière plus générale, les végétaux ne sont pas des convertisseurs efficaces de lumière solaire en énergie utilisable. En effet, ils sont limités par la capacité restreinte de la chlorophylle en matière d'utilisation du rayonnement et ils ne peuvent utiliser la lumière du soleil que lorsqu'ils sont vivants. En revanche, les cellules photovoltaïques commercialisées aujourd'hui sont beaucoup plus efficaces sur le plan technique et fonctionnent toute l'année (voir Nelson, 2009 pour un examen plus approfondi de ces questions).

Des efforts visant à évaluer la contribution des différents types de biocarburants à l'atténuation sont importants et doivent être poursuivis.

Dans une étude qui sera publiée en 2013, le Groupe d'experts de haut niveau examinera plus en détail les relations entre biocarburants et sécurité alimentaire.

4.4.10 Coûts et instruments de mesure permettant d'évaluer conjointement atténuation et sécurité alimentaire

La qualité du climat est un bien public mondial. Elle est influencée par de nombreux secteurs différents sur le plan des émissions, et chaque pays y contribue de manière variable.

Lorsque, face à un problème, différentes options se présentent, et que les ressources disponibles pour résoudre ce problème sont limitées, les théories économiques classiques préconisent de choisir les options qui présentent le meilleur rapport coût-efficacité, une fois tous les coûts pris en compte (coûts initiaux, coûts de transaction, coûts de transition, coûts d'opportunité, etc.).

Dans le contexte de l'atténuation des émissions de GES, la mise en pratique de cette théorie suppose que des efforts d'atténuation soient mis en œuvre dans les secteurs dans lesquels celle-ci coûte le moins cher. En vertu de cette théorie, le secteur agricole des pays en développement et la séquestration du carbone ont été identifiés comme l'une des options les moins coûteuses à l'échelle mondiale (GIEC, 2007c; McKinsey&Company, 2009), une conclusion qui est toutefois sérieusement mise en doute pour deux raisons:

- avant tout, pour être utilisable, l'évaluation des coûts doit prendre en compte tous les coûts (coûts initiaux, coûts de transaction, coûts de transition, coûts d'opportunité...). En raison du manque actuel de données fiables sur les coûts d'atténuation, qui couvriraient des zones géographiques et des systèmes suffisamment vastes, ainsi que de la faiblesse des courbes de coûts d'atténuation existantes pour l'agriculture, la plus grande prudence est de mise lorsqu'on utilise les résultats actuels comme indicateurs des politiques climatiques « optimales ».

- ensuite, lorsque deux objectifs publics mondiaux doivent être poursuivis en même temps (changement climatique et sécurité alimentaire), l'option la moins coûteuse pour atteindre l'un de ces deux objectifs n'est pas nécessairement l'option la moins coûteuse pour atteindre l'autre. Considérer ensemble le changement climatique et la sécurité alimentaire exige que l'on reformule le problème économique de base comme suit: réduire les émissions au moindre « coût pour la sécurité alimentaire »; améliorer la sécurité alimentaire dans le monde au moindre « coût climatique ».

Heureusement, il existe des solutions d'atténuation qui permettent de réduire la vulnérabilité à l'insécurité alimentaire. Mais il peut y avoir des antagonismes potentiels si les solutions d'atténuation ont des répercussions négatives sur la sécurité alimentaire.

Sur le plan pratique, ceci se traduit par un réexamen des instruments de mesure les mieux adaptés pour évaluer les efforts d'atténuation des émissions dans l'agriculture qui permettent en même temps de réduire la vulnérabilité à l'insécurité alimentaire. Comme nous l'avons vu, si rien n'est fait, toute augmentation de la production alimentaire se traduira automatiquement par une augmentation des émissions, la difficulté étant de trouver des moyens de dissocier renforcement de la sécurité alimentaire et augmentation des émissions. L'une des mesures pertinentes permettant d'évaluer la réduction des émissions dans une perspective de sécurité alimentaire consisterait à mesurer cette réduction en fonction de l'amélioration escomptée des gains d'efficacité plutôt qu'en termes de réduction absolue des émissions de GES. En l'état actuel des choses, les gains d'efficacité escomptés devraient être évalués en tenant compte d'une part des besoins spécifiques des pays et des régions pour maintenir la sécurité alimentaire et garantir le droit à une nourriture adéquate, et d'autre part de l'impact du changement climatique. Les mesures d'atténuation seraient mesurées sous forme de déviation par rapport à cette ligne de référence, par exemple en gains d'efficacité dans la production de nourriture et les chaînes alimentaires, en diminution de l'expansion des terres agricoles au détriment des terres boisées et des zones humides, ou en taux de restauration des terres dégradées (augmentation des stocks de carbone, amélioration de la couverture végétale).

4.4.11 Aider les agriculteurs à changer

Il faut aider les agriculteurs à adopter des pratiques qui renforcent leur résilience et leur sécurité alimentaire et qui sont à long terme bénéfiques pour le climat. Pour ce faire, ceux-ci doivent pouvoir bénéficier d'un environnement propice, notamment de services et d'institutions destinés à les soutenir, comme par exemple des services de vulgarisation. En outre, même si ces nouvelles pratiques leur offriront de meilleurs revenus à l'avenir, des obstacles à leur adoption subsistent: le coût initial, ainsi que les revenus auxquels il faut renoncer et les risques supplémentaires pendant la période de transition. Ces coûts doivent être couverts. On a beaucoup espéré que les mécanismes de finance du carbone pourraient fournir de nouvelles sources de financement, mais l'expérience a montré que ces mécanismes étaient difficiles à mettre en œuvre et n'étaient pas adaptés à l'agriculture familiale en raison de la petite taille des exploitations, qui fait grimper les coûts de transaction et accroît la difficulté et le coût de l'évaluation et de la notification des résultats, et de l'instabilité des prix du carbone. Parmi les outils financiers, différents mécanismes, fondés ou non sur les marchés (marchés volontaires du carbone, fonds vert, etc.) sont examinés. Quel que soit le type d'appui ou les mesures d'incitation destinés à améliorer l'efficacité du système alimentaire et à internaliser les externalités liées aux émissions et aux puits de GES, il est recommandé que les mécanismes tiennent compte à la fois de la situation des petits exploitants et de la nécessité d'accorder la priorité aux mesures qui améliorent la sécurité alimentaire tout en contribuant à l'atténuation.

4.5 Recommandations générales

L'agriculture diffère de tous les autres secteurs de par sa position au sein des négociations de la CCNUCC sur la stabilisation des GES dans l'atmosphère. Dès le début des négociations internationales de Rio de Janeiro en 1992 (article 2 de la CCNUCC⁴²), il est apparu clairement que les mesures visant à atténuer le changement climatique et à stabiliser les GES dans l'atmosphère devraient être mises en œuvre « dans un délai suffisant pour [...] que la production alimentaire ne soit pas menacée ». La sauvegarde de la sécurité alimentaire et de la production de nourriture constitue donc l'un des objectifs des négociations relatives à l'atténuation du changement climatique. Cela fait de la sécurité alimentaire, même du point de vue des politiques sur le changement climatique, un véritable objectif des négociations plutôt qu'un simple sujet de discussion.

⁴² http://unfccc.int/essential_background/convention/background/items/1353.php.

Des stratégies à faibles émissions pour l'agriculture sont indispensables, tant dans les pays développés que dans les pays en développement. Si l'on entend atteindre les objectifs d'émissions, quels qu'ils soient, pour maintenir les températures de la planète dans des limites sûres, il faudra à la fois réduire les émissions des pays développés et freiner l'augmentation des émissions des pays en développement. Les mesures d'atténuation doivent être mises en œuvre là où les coûts par unité de réduction d'émission GES sont les plus faibles et où les bénéfices sont les plus élevés, tant sur le plan financier que du point de vue d'une sécurité alimentaire durable. L'évaluation des coûts doit tenir compte à la fois des émissions directes et des émissions indirectes. Ceci signifie que certaines activités d'atténuation pourraient être entreprises dans des pays dans lesquels les émissions ont toujours été ou sont relativement faibles. Il faudra veiller à ce que ces activités n'aient pas d'incidences négatives sur la sécurité alimentaire. Des systèmes fondés sur des mesures d'incitation, qui ciblent les plus vulnérables tout en réduisant les émissions et en renforçant la résilience face au changement climatique, ont de multiples avantages.

Si les émissions par habitant sont actuellement faibles dans les pays en développement, elles sont susceptibles d'augmenter rapidement à moins que ne soient adoptées des stratégies de développement reposant sur des systèmes, des pratiques et des technologies à faibles émissions pour l'agriculture. Ces mesures seront, selon toute vraisemblance, beaucoup moins coûteuses à mettre en œuvre aujourd'hui, dans le cadre des efforts généraux de développement, que plus tard et de manière indépendante. Les politiques nationales qui soutiennent l'atténuation dans le secteur agricole sont une condition essentielle à la mise en œuvre de mesures d'atténuation globales efficaces. Il est également important de soutenir ces changements par la mise en place de politiques et de mesures d'incitation financière, y compris des mécanismes fondés ou non sur le marché et adaptés aux besoins du secteur agricole et en particulier des petits exploitants, et d'élaborer des politiques commerciales et des politiques d'assistance à l'échelle mondiale qui favorisent l'adaptation et l'atténuation.

Il est possible de réduire de manière considérable les émissions de GES attribuables à l'agriculture en adoptant de bonnes pratiques de gestion qui, souvent, permettent également d'accroître la productivité et de renforcer la résilience. Les politiques et les programmes publics doivent en priorité cibler le développement et la diffusion de ces solutions, qui offrent de multiples avantages. Il est souvent plus efficace d'améliorer le rendement des terres déjà cultivées, pour réduire les émissions de GES dues à l'agriculture, que d'en étendre la superficie. Mettre un terme à la plupart des mises en culture de nouvelles terres doit constituer un objectif d'atténuation prioritaire. Les émissions causées par la pratique de l'élevage sont susceptibles de croître rapidement du fait de la croissance démographique et de l'évolution des régimes alimentaires. Les recherches sur les systèmes, les pratiques et les technologies qui améliorent la productivité et permettent aux agriculteurs de réduire significativement les émissions de GES par unité de production (viande et lait) doivent être une priorité.

Dans ce chapitre, nous avons formulé des recommandations pour l'élaboration de politiques d'atténuation appropriées, qui renforcent également la sécurité alimentaire. Ces recommandations sont récapitulées ici. Les émissions attribuables à l'agriculture et au changement d'affectation des terres dans les pays en développement grimperont rapidement à moins que des stratégies à faibles émissions qui contribuent également à une sécurité alimentaire durable ne soient activement mises en œuvre. L'agriculture est une activité à part, en ce que certaines de ses pratiques ont la capacité de capturer le CO₂ et de séquestrer le carbone en surface et dans le sous-sol. Il est possible de réduire les émissions de GES attribuables à l'agriculture avec de bonnes pratiques de gestion, dont la plupart peuvent également permettre d'accroître la productivité et de renforcer la résilience face au changement climatique. Il est essentiel de concevoir des politiques et des programmes nationaux et internationaux qui allègent les contraintes actuelles et fournissent des mesures d'incitation novatrices pour le développement et la diffusion de certaines pratiques pertinentes pour ceux qui pratiquent l'agriculture.

Les conséquences spectaculaires des changements d'affectation des terres sur les émissions de GES montrent combien il importe d'adopter des stratégies de développement agricole qui limitent la conversion des terres non agricoles à des fins agricoles. C'est la raison pour laquelle les politiques et les programmes d'atténuation doivent se concentrer sur l'amélioration de la productivité des cultures existantes et opter pour des stratégies qui permettent également d'améliorer la sécurité alimentaire plutôt que pour l'expansion des terres arables. Il est essentiel de concevoir des politiques et des programmes publics qui allègent les contraintes actuelles et fournissent des mesures d'incitation novatrices pour le développement et la diffusion de pratiques de gestion agricole spécifiques permettant d'augmenter la teneur en carbone organique du sol sur les terres dégradées.

Il est possible de réduire considérablement les émissions agricoles de GES en adoptant des méthodes de gestion de l'eau appropriées, qui présentent également l'avantage d'améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau, en particulier dans le domaine de la production rizicole.

Accroître l'efficacité de l'utilisation des engrais azotés permettrait de diminuer les doses d'application, entraînant ainsi une diminution des émissions de N₂O et une augmentation probable des rendements. Les politiques et les programmes qui rendent l'utilisation d'azote plus efficace présentent des avantages multiples, en réduisant simultanément les taux d'application et les dépenses consacrées aux intrants agricoles, les émissions directes et indirectes de GES, et les dégâts causés à l'environnement à l'extérieur de l'exploitation. De nouvelles recherches sont indispensables afin de mettre au point des méthodes moins énergivores de fabrication des engrais artificiels et de trouver des moyens de réduire les émissions de gaz à effet de serre issues des déchets d'origine animale et de la culture du riz aquatique.

L'augmentation de la population et des revenus faisant grimper la demande de produits d'origine animale, il devient indispensable d'adopter des politiques et des programmes qui favorisent l'accroissement de la productivité de l'élevage et la réduction des émissions par unité produite. Il importerait également de réduire les émissions attribuables aux déchets d'origine animale.

Le rôle que peut jouer un changement du régime alimentaire dans la réduction de la demande de denrées ayant la plus forte intensité de GES devrait être examiné de plus près. Les politiques et les programmes qui visent à réduire la consommation de produits animaux et encouragent une consommation plus diversifiée à base de fruits et de légumes dans les pays développés pourraient être bénéfiques pour la santé et contribuer à réduire les émissions de GES. La réduction des pertes et du gaspillage de produits alimentaires peut contribuer de manière sensible à la réduction des émissions de GES. Le secteur privé doit être encouragé à élaborer des produits et des systèmes alimentaires qui génèrent moins d'émissions de GES.

Peu d'éléments attestent que la majorité des politiques et des programmes actuels relatifs aux biocarburants contribuent à l'atténuation du changement climatique ou à la sécurité alimentaire.

5 COORDINATION ET COHÉRENCE DES POLITIQUES ET DES INTERVENTIONS RELATIVES À LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Il n'est pas possible de formuler des recommandations détaillées pour chaque pays, chaque région ou chaque groupe. Des interventions parfaitement adaptées dans certaines régions peuvent être tout à fait inappropriées dans d'autres. Nous commencerons par énoncer quatre principes de politique générale, et proposerons ensuite une série de messages stratégiques destinés à éclairer l'élaboration de politiques et de programmes pertinents à l'échelon national, qui peuvent également être utiles dans le cadre des activités internationales.

5.1 Quatre principes pour l'élaboration de politiques et d'interventions

Quatre grands principes doivent guider l'élaboration des politiques et des programmes visant à atténuer les effets néfastes du changement climatique sur la sécurité alimentaire et à mettre au point des stratégies de développement de nature à soutenir la contribution de l'agriculture à la réduction des émissions de GES.

Intégrer les efforts en faveur de la sécurité alimentaire et ceux de la lutte contre le changement climatique. Les politiques et les programmes visant à faire face au changement climatique et ceux qui sont nécessaires à une sécurité alimentaire durable doivent être complémentaires et non indépendants. Le changement climatique est une des nombreuses menaces qui pèsent sur la sécurité alimentaire. En règle générale, les interventions ayant pour objectif de renforcer la résilience des systèmes alimentaires contribuent également à l'adaptation au changement climatique. Les efforts mis en œuvre pour accroître uniquement les dépenses consacrées à l'adaptation seraient plus efficaces s'ils visaient à augmenter les dépenses consacrées à la sécurité alimentaire durable en général, en accordant une attention particulière aux menaces particulières et incertaines découlant du changement climatique et qui exigent que l'on agisse aujourd'hui (secteur public, secteur privé et autres secteurs).

Recueillir des informations au niveau local et partager les connaissances au niveau mondial. Des activités d'adaptation au changement climatique et d'atténuation de ses effets dans le secteur agricole sont mises en œuvre dans des millions d'exploitations et par des personnes qui comptent souvent parmi les plus vulnérables. Les enseignements tirés à l'échelon local auront bien plus de valeur s'ils sont partagés. Les connaissances déjà acquises par les agriculteurs quant aux pratiques qui fonctionnent dans leur environnement aujourd'hui pourraient se révéler inestimables à l'avenir pour d'autres agriculteurs, partout dans le monde. Mais certaines des conséquences du changement climatique échappent au champ de l'expérience humaine récente, et des efforts visant la production de données systématiques et ciblées sont indispensables pour y apporter une réponse efficace. Le recensement et le partage des savoirs génèrent des bénéfices dépassant les frontières, c'est pourquoi ils doivent être coordonnés au niveau international et pas seulement faire l'objet de programmes nationaux.

Faire participer tous les acteurs aux prises de décision. Les changements sur le terrain, qui sont nécessaires tant pour l'adaptation que pour l'atténuation, seront entrepris par de nombreux acteurs le long de la chaîne de commercialisation, des producteurs aux consommateurs. Le secteur public crée et met en place les conditions dans lesquelles les décisions du secteur privé sont prises, sous forme de politiques et de programmes. La société civile revêt une importance particulière en raison de ses rôles multiples, qui vont du contrôle des actions du gouvernement et du secteur privé à l'intégration d'intérêts divergents en passant par l'innovation institutionnelle. Tant les partenariats public-public que

les partenariats public-privé sont essentiels pour faire face de manière équitable et efficace à toutes les facettes des menaces que le changement climatique fait peser sur la sécurité alimentaire. À cette fin, il faudra mettre en place une plus grande transparence et attribuer de nouveaux rôles à toutes les composantes de la société, y compris le secteur privé et la société civile.

Mettre l'accent sur les besoins et les contributions des plus défavorisés. Enfin, les activités d'adaptation au changement climatique doivent accorder une attention explicite aux besoins des personnes défavorisées. Ce principe s'applique à tous ceux qui sont vulnérables au changement climatique, mais il est particulièrement important de mettre en exergue le rôle des femmes en tant que décideurs dans le domaine agricole, et donc partie intégrante du processus de planification, de conception et de mise en œuvre des politiques et des programmes visant à relever les défis de la sécurité alimentaire dans le contexte du changement climatique. Trop souvent, dans le débat sur le développement, les femmes sont perçues comme des bénéficiaires et non comme des ressources. Il est essentiel de promouvoir le rôle de chef de file et la participation des femmes aux prises de décisions sur la sécurité alimentaire de manière générale et en matière d'adaptation et d'atténuation en particulier. Parallèlement, il convient de nuancer la problématique de l'égalité hommes-femmes et de reconnaître que les femmes ne forment pas une entité homogène; les disparités entre les sexes sont conditionnées par la classe sociale et par différents autres facteurs, culturels et socioéconomiques.

Il faut développer et renforcer les capacités (humaines, infrastructurelles et institutionnelles) pour l'adaptation au changement climatique à tous les niveaux de la société, dans tous les secteurs (agriculture, santé et éducation) et dans l'ensemble du système alimentaire local et mondial.

Pour maintenir le rythme de ces nouveaux développements de connaissances, il faudra pouvoir compter sur des systèmes de gestion des connaissances et de diffusion réactifs et communiquer une série d'informations et de connaissances pertinentes à différents acteurs du système alimentaire.

La capacité à adopter de nouvelles technologies et de nouvelles pratiques est également requise. Il faudra être très attentif à ne pas oublier les communautés marginalisées et vulnérables. Des infrastructures matérielles et institutionnelles sont nécessaires pour le suivi et l'évaluation du changement climatique et la gestion de ses effets à tous les niveaux, de l'exploitation aux systèmes de gouvernance mondiale.

Il importe de mettre en place une collecte d'information réactive, ainsi que des systèmes de gestion et de diffusion reposant sur les instruments médiatiques appropriés et qui permettent d'atteindre ceux qui en ont le plus besoin.

5.2 Des partenariats transparents, équitables et efficaces pour une recherche et un développement agricoles sensibles aux enjeux du climat

Tenter d'apporter une solution au problème de l'insécurité alimentaire et du changement climatique exige un engagement et une action concertés et coordonnés de la part de nombreux acteurs - agriculteurs, secteur privé, acteurs publics aux niveaux national et international, société civile et organisations non gouvernementales (ONG). Ceci constitue une véritable gageure, étant donné le caractère très différent de ces acteurs, qui ont parfois des objectifs contradictoires, et la nécessité de travailler dans une perspective à long terme alors que la plupart d'entre eux doivent d'abord se préoccuper des conséquences à court terme. Ceci exige la participation de toutes les parties prenantes. Les efforts d'adaptation doivent se fonder sur des approches qui accordent la priorité aux communautés vulnérables.

5.2.1 Encourager le débat sur les rôles respectifs du secteur public et du secteur privé dans la sauvegarde de la sécurité alimentaire dans le contexte du changement climatique

La qualité du climat est largement reconnue comme un bien public mondial. Il en va de même, de plus en plus, pour la sécurité alimentaire mondiale. Ce sont les actes du secteur public, du secteur privé et des organisations de la société civile qui déterminent la fourniture de ces biens. Une importante question pour l'avenir est dès lors de savoir comment mobiliser les efforts dans la même direction, et comment ces efforts peuvent se compléter les uns les autres.

Les partenariats public-privé, qui ont toujours été activement encouragés dans des secteurs comme l'infrastructure et la santé, sont de plus en plus présentés comme une composante essentielle de la solution aux problèmes du développement agricole. Dans le cas du changement climatique, les partenariats public-privé sont préconisés pour garantir l'accès des petits exploitants aux marchés (Beddington *et al.*, 2012) et pour fournir des dispositifs de protection contre les incertitudes climatiques, comme les programmes d'assurance cofinancés par le secteur privé.

Le secteur privé est encouragé à jouer un rôle dans tous les domaines de l'agriculture - de la recherche à la vulgarisation en passant par la production et la distribution. L'argument est que le secteur public étant incapable d'investir suffisamment dans tous ces services, le secteur privé doit intervenir.

Ce point de vue est contesté par de nombreux groupes, et notamment par quantité de gouvernements des pays en développement et acteurs de la société civile, qui estiment que le rôle du secteur public est fondamental et mettent en doute la capacité et l'efficacité du secteur privé à offrir des biens publics. Les détracteurs des partenariats public-privé affirment qu'il est impossible de concilier la recherche de profit qui caractérise le secteur privé et des objectifs tels que la réduction de la faim et de la pauvreté. En outre, les fonds gouvernementaux risqueraient d'être utilisés pour subventionner les intérêts du secteur privé. Ces partenariats pourraient avoir des effets externes indésirables, ou les fonds publics pourraient être utilisés pour des effets externes positifs qui pourraient ne jamais se matérialiser.

Eu égard à ces controverses, il serait sage d'encourager un débat plus large autour de la question de l'efficacité réelle des partenariats public-privé, en examinant les expériences sur le terrain. Le changement climatique modifie la manière dont nous devons envisager la sécurité alimentaire; il constitue l'un des facteurs qui pourrait changer notre façon d'aborder ces partenariats, en mettant davantage l'accent sur les problèmes à long terme et les vulnérabilités. Le secteur public est mieux à même d'équilibrer les intérêts à court et à long terme de la société et de répondre aux besoins des groupes vulnérables que le secteur privé, qui recherche des bénéfices à court terme.

Il convient de garantir la participation des communautés touchées, avec notamment l'organisation de consultations préalables et éclairées sur les risques et les effets directs et indirects sur la résilience des petits agriculteurs et des communautés rurales.

5.2.2 Coopérer en faveur de la recherche

La menace conjointe de l'insécurité alimentaire et du changement climatique justifie un réexamen des priorités de recherche, ainsi qu'une réévaluation de la meilleure manière d'articuler la recherche nationale et internationale financée par le secteur public avec le secteur privé. Ceci s'inscrit dans un contexte de récentes tendances à la diminution des investissements du secteur public consacrés à la recherche dans le domaine du système alimentaire, mais les investissements du secteur privé ne portent que sur un nombre limité de cultures et de régions. De nouvelles recherches menées par le secteur public doivent mettre en avant les cultures, les animaux et les systèmes qui sont importants

pour la sécurité alimentaire mais ne bénéficient pas suffisamment de l'attention du secteur privé. Il est essentiel que les efforts de recherche et de vulgarisation du secteur public associent le secteur privé et la société civile.

Une attention particulière doit être accordée à la manière dont la recherche et la création de connaissances peuvent répondre au mieux aux besoins des producteurs d'aliments les plus pauvres et les plus défavorisés. Ceci exigera un engagement significatif auprès des agriculteurs et des bénéficiaires visés, ainsi qu'un véritable dialogue qui permettra de comprendre leurs besoins, en tenant compte de la difficulté qui peut exister à obtenir l'avis des femmes et des groupes défavorisés.

5.2.3 Coopérer en faveur de la vulgarisation

Dans de nombreuses régions du monde, dans des pays à tous les stades de développement, les services de vulgarisation sont aujourd'hui incapables de transmettre l'éventail des connaissances nécessaires aux agriculteurs pour leur permettre de s'adapter au changement climatique et contribuer à son atténuation. Il faut de toute urgence mettre en place des services de vulgarisation modernes, redynamisés, souvent financés à la fois par des ressources du secteur public et du secteur privé, pour faire face à ces défis. Afin de garantir l'adoption de technologies permettant d'améliorer la productivité et la résilience, les programmes de vulgarisation doivent cibler ceux qui prennent les décisions de gestion. Au XXI^e siècle, un service de vulgarisation doit travailler en étroite collaboration avec le secteur de la recherche, le secteur privé et la société civile, en incluant aussi les réseaux de partage d'information et de connaissances entre fermiers, de façon à renforcer les compétences qui permettront d'accroître durablement les rendements et de relever les défis du changement climatique.

5.2.4 Renforcement des capacités

Pour évaluer les vulnérabilités au changement climatique (et notamment pour une bonne connaissance des incertitudes et des échéances en jeu) et imaginer des moyens d'accroître l'efficacité et la résilience des systèmes alimentaires, afin à la fois de s'adapter au changement climatique et de contribuer à son atténuation, il est indispensable de renforcer les capacités spécifiques en se concentrant sur les besoins des décideurs et des parties prenantes aux niveaux local et national.

De nombreux pays manquent de capacités matérielles, institutionnelles, sociales, biologiques et humaines pour faire face au changement climatique et aux défis de la sécurité alimentaire. Il est également essentiel d'investir dans le capital humain, en particulier l'éducation et les infrastructures de santé, pour renforcer la résilience face à l'insécurité alimentaire, sensibiliser aux risques inhérents au changement climatique et y répondre efficacement.

L'information en matière d'adaptation et d'atténuation constitue un élément essentiel pour renforcer la résilience et la capacité des populations et des États d'anticiper et de gérer le changement climatique. Les systèmes de connaissances sur le changement climatique sont dynamiques, et de nouveaux voient le jour à mesure que les informations et les données de recherche deviennent disponibles. Les gouvernements et les autres acteurs doivent rendre leurs capacités en matière de collecte d'informations plus réactives et innovantes et mettre en place des systèmes de gestion et de diffusion de l'information touchant toutes les audiences, avec une attention particulière pour les groupes les plus vulnérables.

Des efforts systématiques pour renforcer ces capacités sont requis de toute urgence.

5.3 Améliorer la base de données probantes aux fins de l'élaboration de politiques

5.3.1 Une collecte de données plus fructueuse, plus efficace et plus coordonnée

Une approche fondée sur des données scientifiques, sensible au contexte social et environnemental et aux différents systèmes de valeurs, est essentielle. Une adaptation réussie de l'agriculture et des systèmes alimentaires à l'échelle mondiale, et une atténuation compatible avec le renforcement de la sécurité alimentaire, exigeront la mobilisation des pratiques les plus efficaces pour tous les modes d'agriculture et la prise de conscience du fait qu'aucune solution unique ni aucun ensemble de solutions ne pourront s'appliquer à l'ensemble des régions. L'adéquation des techniques issues des modes de production conventionnels, agroécologiques, biologiques et de haute technologie aux différentes régions devra être évaluée.

Les informations disponibles pour faciliter l'élaboration des politiques et des programmes visant à atténuer les effets du changement climatique sur la sécurité alimentaire font aujourd'hui cruellement défaut, et les autorités nationales doivent intensifier leurs efforts dans ce domaine. Toutefois, il est également indispensable de recueillir des données au niveau international sur le changement climatique et ses effets, afin d'obtenir de meilleures informations sur les communautés, les populations et les régions vulnérables.

Il faut considérablement améliorer la qualité et augmenter la quantité des données biophysiques, économiques et sociales accessibles aux responsables politiques. Les difficultés sont entre autres les suivantes: i) établir un lien entre les sources de données actuelles et futures, en s'appuyant sur des normes mondiales relatives aux métadonnées; ii) faire usage des technologies modernes (TIC, télédétection) pour recueillir des données en temps réel; iii) élaborer des moyens de comparer et de mieux valider les différents types de modèles pertinents; iv) permettre la collecte de données ventilées, y compris au niveau intra-ménages, afin de recenser les facteurs de vulnérabilité sociale à l'insécurité alimentaire et aux défis de l'adaptation et de l'atténuation; et v) améliorer le cheminement des données, de la collecte et de l'analyse jusqu'à leur utilisation pour l'élaboration des politiques.

Recueillir davantage de données biophysiques. Les végétaux et les animaux qui entrent dans notre alimentation sont caractérisés par une grande diversité génétique. Toutefois, leur rendement n'a pas été évalué de manière systématique dans différentes conditions agroclimatiques. Les données expérimentales dont nous disposons devraient être complétées par la collecte d'informations supplémentaires sur ces performances, notamment celles des espèces négligées, et de nouveaux essais doivent être réalisés afin de cerner les caractéristiques de ces performances en dehors des types de climat que nous connaissons actuellement. La qualité des données existantes sur l'évolution du climat est inégale, certains pays étant plus performants que d'autres en matière de collecte et de diffusion. Davantage de données doivent être collectées, et bien plus encore librement accessibles.

Améliorer l'information relative aux communautés/populations et aux régions vulnérables. Pour être efficaces, les mesures d'adaptation exigent de mieux savoir qui sont les personnes vulnérables et où elles vivent. L'élaboration de méthodes plus perfectionnées de cartographie des vulnérabilités et de leurs facteurs de risque, de sensibilité et de capacité de réaction doit être une priorité.

Intégrer la collecte de données dans toutes les dimensions du changement climatique et de la sécurité alimentaire. Les services nationaux et internationaux de météorologie, de statistiques et de données devront être renforcés et il faudra tirer pleinement parti des progrès de la technologie moderne, notamment la télédétection et les TIC. Toute une série d'initiatives ont été récemment mises en œuvre en vue de la collecte de données sur l'environnement, l'utilisation des terres et la

géographie humaine à petite, moyenne et grande échelle. Il est indispensable que ces données soient reliées entre elles par l'adoption de normes communes relatives aux métadonnées, et ce afin de maximiser toutes les synergies possibles.

Améliorer les modèles qui facilitent la compréhension des effets du changement climatique sur l'agriculture; soutenir le renforcement des capacités pour leur utilisation. Les modèles climatiques génèrent de grandes quantités de données sur les effets éventuels du changement climatique, mais celles-ci ne sont pas toujours résumées de sorte à pouvoir être utiles à la compréhension de ses effets potentiels sur les systèmes de production agricole. Les modèles qui relient le changement climatique aux effets biophysiques, puis au bien-être de l'homme, doivent être considérablement améliorés. Des investissements modestes suffiraient à fournir un appui considérable aux responsables politiques partout dans le monde.

5.3.2 Évaluer les interventions et contrôler les performances

L'adaptation est un processus d'apprentissage. On peut faire beaucoup pour adapter l'agriculture à l'évolution du climat en s'appuyant sur ce que l'on sait déjà des aspects sociaux, économiques et biophysiques de la production de nourriture. Les compétences et les connaissances qui sont aujourd'hui adaptées à une région donnée pourraient être importantes pour une autre région dans le futur. Mais *il est essentiel d'assurer un suivi des pratiques et des résultats actuels*. Il faut évaluer rigoureusement les effets des mesures d'adaptation et d'atténuation pour déterminer leur impact dans les différents domaines pertinents et sur la sécurité alimentaire, afin de s'assurer qu'elles n'aient pas de conséquences néfastes indésirables. La collecte et la diffusion à grande échelle systématiques de ces informations est essentielle, et les TIC offrent à ce égard des possibilités sans précédent.

L'adaptation au changement climatique exige que les agriculteurs puissent prendre des décisions éclairées, malgré des connaissances incertaines. La recherche en sciences sociales est indispensable pour mieux comprendre comment faciliter ces changements, qui seront, *in fine*, bénéfiques aux agriculteurs. Il est impératif d'étudier les meilleurs moyens de contrôler et d'évaluer les différentes interventions sociales et économiques visant à favoriser l'adaptation.

5.3.3 Réorienter la recherche afin de cibler un ensemble d'objectifs plus complexe

La menace conjointe de l'insécurité alimentaire et du changement climatique justifie un réexamen des priorités de recherche.

Il faut encourager la recherche préventive et participative pour renforcer la capacité de résistance des familles d'agriculteurs. La recherche en agriculture devrait intégrer pleinement les aspects liés à l'adaptation au changement climatique. Elle est nécessaire pour maintenir la croissance de la productivité malgré la fréquence accrue des événements météorologiques extrêmes, pour s'adapter à la réaction des cultures, du bétail et des systèmes de gestion à l'évolution des températures et des précipitations, et pour faire face aux effets du changement climatique sur l'exploitation. Les recherches sur des thèmes tels que l'amélioration des cultures et de l'élevage, l'agronomie, le stockage des aliments, ou encore la transformation et la distribution doivent, dans tous les cas, tenir compte de la nécessité de s'adapter à de nouveaux régimes climatiques. Tout comme il est important de maintenir la diversité génétique des cultures et du bétail pour favoriser l'amélioration et l'efficacité des rendements dans de nouvelles conditions environnementales, il est nécessaire d'effectuer de plus amples recherches sur les effets du changement climatique sur les cultures négligées, et en particulier sur la productivité des fruits et des légumes.

Il est urgent d'étudier les « combinaisons de stress » et les interactions entre les différentes agressions abiotiques et biotiques dans les grands systèmes agricoles et aquacoles.

La recherche consacrée aux pratiques d'atténuation doit tenir compte de leur impact sur la sécurité alimentaire.

Elle doit s'intéresser en particulier aux conditions et aux limites auxquelles font face les petites exploitations aujourd'hui. À l'échelle mondiale, ces dernières comptent pour une large part dans l'utilisation des terres agricoles, la production alimentaire dans certaines régions et l'emploi rural, et elles sont souvent gérées par des femmes. Ces petites exploitations sont plus enclines à se lancer dans des cultures diversifiées et des systèmes mixtes de cultures et d'élevage.

Les programmes d'action nationaux pour l'adaptation, qui sont soumis à la CCNUCC par les pays les moins avancés (PMA), ont souvent appelé l'attention sur l'importance des investissements en faveur de la recherche et de la vulgarisation dans le contexte de l'agriculture et de la sécurité alimentaire et offrent un point de départ pour fixer des priorités dans les investissements nationaux. Il est urgent de concrétiser ces investissements, car il faut du temps pour que des améliorations se dessinent et bénéficient aux agriculteurs.

5.4 L'agriculture et les négociations sur le changement climatique

La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) a été établie à la première Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, tenue à Rio de Janeiro en 1992. Son objectif premier était de stabiliser les émissions de GES à un niveau qui éviterait les répercussions dangereuses sur le bien-être de l'homme et dans des délais qui « garantissent que la production alimentaire ne soit pas menacée » (article 2). Au cours de ses premières années d'existence, la CCNUCC n'a pas prêté grande attention à l'agriculture et à la sécurité alimentaire en dépit des répercussions considérables du changement climatique dans ces deux domaines et de la contribution de l'agriculture aux émissions de GES. L'agriculture a commencé à faire l'objet d'une attention plus soutenue avec le Programme de travail de Nairobi, formellement lancé en 2005, sur les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation. Plus récemment, de nombreux pays ont inclus des projets dans le domaine de l'agriculture et de la sécurité alimentaire dans leurs programmes nationaux d'action pour l'adaptation au changement climatique. La gestion des terres arables et des pâturages sont des activités qui entrent dans le cadre de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie (UTCATF) que les Parties à l'Annexe I peuvent choisir d'inclure dans leurs obligations de réduction des émissions au titre du Protocole de Kyoto, mais très peu d'entre eux l'ont fait⁴³.

Dans le cadre des négociations visant à conclure un accord mondial contraignant, qui ont débuté à la réunion de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques qui s'est tenue à Bali en 2007, l'agriculture a gagné en importance. La question de savoir si elle pouvait être traitée séparément en tant que telle, ou si un cadre général pour des démarches sectorielles concertées devait être mis en place avant que des initiatives sectorielles puissent être lancées, a alors suscité une vaste controverse⁴⁴.

Les parties se sont penchées sur les contributions spécifiques de l'agriculture à la réduction des émissions de GES, avec la publication en 2008 d'un document technique sur les problèmes et les possibilités d'atténuation dans le secteur agricole à l'intention du Groupe de travail spécial de l'action concertée à long terme au titre de la Convention (AWG_LCA), ainsi qu'à l'occasion d'un atelier organisé en 2009. Aucun débat officiel n'a eu lieu sur l'adaptation de l'agriculture. Un groupe de rédaction a été créé sous l'égide du Groupe de travail spécial de l'action concertée à long terme au titre de la Convention, afin d'élaborer un texte requérant un programme de travail de l'Organe

⁴³ Décision n°16/CMP.1 de la CCNUCC, disponible à l'adresse <http://unfccc.int/resource/docs/2005/cmp1/fre/08a03f.pdf>.

⁴⁴ Il semble qu'un paragraphe sur le commerce ait constitué l'une des principales pierres d'achoppement empêchant l'approbation d'un cadre pour les démarches sectorielles.

subsidaire de conseil scientifique et technologique⁴⁵ sur l'agriculture, au titre de l'alinéa c) du paragraphe 1 de l'article 4 de la Convention⁴⁶. Le projet n'a été approuvé ni à la quinzième Conférence des Parties (CdP) à Copenhague en 2009 ni à la seizième CdP, à Cancun, en 2010. À la dix-septième conférence des Parties, à Durban, les négociateurs ont accepté d'examiner les questions relatives à l'agriculture à l'occasion de la réunion intersessions organisée à Bonn en mai 2012, « afin que des points de vue soient échangés et que la Conférence des Parties adopte une décision sur cette question à sa dix-huitième session », toujours dans le cadre de l'article 4, paragraphe 1, alinéa c).

Certains des observateurs des négociations de la CCNUCC ont soutenu l'idée d'un programme de travail du SBSTA sur l'agriculture. Par exemple, la FAO a envoyé plusieurs soumissions⁴⁷ soulignant le caractère spécifique de l'agriculture et l'importance d'accorder toute l'attention qu'il convient à la sécurité alimentaire et à l'agriculture, et d'autres observateurs ont également plaidé en faveur d'un programme de travail qui inclue à la fois l'adaptation et l'atténuation. Le Cadre de Cancun pour l'adaptation, approuvé à la seizième Conférence des Parties, a fait de l'agriculture et de la sécurité alimentaire l'un de ses axes de travail, avec notamment la deuxième phase du Programme de travail de Nairobi et le Programme de travail sur les pertes et dommages, nouvellement lancé, notamment en ce qui concerne la lente évolution des températures⁴⁸. L'agriculture continuera d'être traitée dans le Cadre pour l'adaptation et d'autres programmes en cours comme le Programme de travail de Nairobi et le Programme de travail sur les pertes et dommages. Elle fera également partie intégrante des débats dans le cadre de quatre nouveaux programmes de travail établis au titre du Protocole de Kyoto ainsi que du programme de travail du SBSTA relatif à la réduction des émissions causées par le déboisement et la dégradation des forêts (REDD+), dans le contexte duquel les pays se pencheront sur le rôle de l'agriculture en tant que facteur de déforestation⁴⁹. Toutefois, comme nous l'avons vu aux chapitres 2, 3 et 4, il subsiste des incertitudes techniques et scientifiques majeures quant aux besoins en matière d'adaptation du secteur agricole et aux possibilités d'atténuation, et en particulier aux moyens de réduire la contribution de l'agriculture aux émissions de GES à l'échelle mondiale.

5.5 Recommandations à l'intention du CSA

Prendre en compte les recommandations relatives au changement climatique dans le Cadre stratégique mondial pour la sécurité alimentaire et la nutrition. Le CSA est en train d'élaborer un Cadre stratégique mondial pour la sécurité alimentaire. Nous l'encourageons vivement à faire des recommandations formulées dans le présent rapport des éléments clés de ce Cadre.

⁴⁵ L'Organe subsidiaire de conseil scientifique et technologique (SBSTA) « [...] est l'un des deux organes subsidiaires permanents de la Convention établis par la Conférence des Parties/réunion des Parties. Il appuie l'action de la Conférence des Parties et de la réunion des parties en fournissant des informations et des conseils en temps voulu sur des questions scientifiques et technologiques pertinentes pour le Protocole de Kyoto. [...] Le SBSTA assure le rôle essentiel de trait d'union entre les informations scientifiques fournies par des sources spécialisées comme le GIEC d'une part et les besoins stratégiques de la Conférences des parties d'autre part. Il travaille en étroite collaboration avec le GIEC, lui demandant parfois des informations spécifiques sur certains rapports, et collabore également avec d'autres organisations internationales compétentes qui partagent l'objectif commun du développement durable ». (<http://unfccc.int/bodies/body/6399.php>). Le Programme de travail de Nairobi est un exemple du programme de travail du SBSTA.

⁴⁶ Le Plan d'action de Bali, point 1 b) iv), est rédigé comme suit: « Des démarches sectorielles et des mesures par secteur concertées en vue de renforcer l'application de l'alinéa c) du paragraphe 1 de l'article 4 de la Convention ».

⁴⁷ Voir <http://unfccc.int/resource/docs/2010/smsn/igo/081.pdf>, <http://unfccc.int/resource/docs/2011/smsn/igo/121.pdf> et <http://unfccc.int/resource/docs/2012/smsn/igo/73.pdf>.

⁴⁸ Voir décision 1/CP.16 de la CCNUCC, disponible à l'adresse <http://unfccc.int/resource/docs/2005/cmp1/fre/08a03f.pdf>.

⁴⁹ Voir décision 2/CMP.7: http://unfccc.int/meetings/durban_nov_2011/session/6250/php/view/decisions.php. Voir décision 1/CP.16: http://unfccc.int/meetings/cancun_nov_2010/session/6254/php/view/decisions.php.

Encourager une reconnaissance plus explicite de la sécurité alimentaire dans les activités de la CCNUCC. Au cours des dernières années de négociations de la CCNUCC, il est apparu plus nettement que des mesures d'atténuation et d'adaptation pour l'agriculture s'imposaient. À Durban, les négociateurs ont sollicité la contribution des pays membres et des observateurs sur les questions relatives à l'agriculture. Un programme de travail sur l'agriculture du SBSTA, présentant de manière plus claire les avantages et les inconvénients de différentes mesures d'adaptation et d'atténuation ainsi que les synergies possibles avec la sécurité alimentaire, pourrait fournir un cadre pour organiser les recherches en cours et encourager de nouvelles recherches pertinentes pour les négociations. Nous recommandons la mise en œuvre de ce programme. Nous recommandons également que des progrès plus importants soient réalisés dans le cadre du Programme de travail sur les pertes et dommages, en mettant en exergue les effets néfastes du changement climatique pour l'agriculture et la sécurité alimentaire. Enfin, le CSA devrait demander à la CCNUCC de charger les gouvernements nationaux de rendre compte de la contribution à la sécurité alimentaire des initiatives et politiques qui sont proposées dans le cadre des plans d'action nationaux pour la lutte contre le changement climatique et des plans nationaux d'adaptation.

Les pays développés ont déjà accepté, par l'Accord de Copenhague et l'Accord de Cancun, dans le cadre de la CCNUCC, d'apporter un appui financier aux activités d'adaptation dans les pays en développement. Le CSA doit entériner cette position et encourager les pays à façonner leur soutien de telle sorte qu'il favorise également une sécurité alimentaire durable.

Soutenir l'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets dans les négociations commerciales internationales. L'Organisation mondiale du commerce (OMC) a engagé un processus de négociations pour améliorer le système commercial mondial (Cycle de Doha). Compte tenu de la variabilité accrue de la production agricole découlant du changement climatique et du fait que les flux commerciaux ont le potentiel de compenser en partie les chocs climatiques subis par l'agriculture, nous recommandons que le CSA encourage la prise en compte par l'OMC des conclusions des négociations qui reconnaissent ce rôle. De même, nous recommandons que le CSA encourage l'OMC à soutenir une réforme des politiques commerciales qui facilite l'atténuation, plutôt que de l'entraver.

Renforcer le rôle de la société civile. Le CSA jouit d'un statut unique au sein du système des Nations Unies, eu égard au rôle officiel qu'il donne à la société civile. Nous encourageons le CSA à renforcer les canaux de participation existants tels que son Groupe consultatif et à soutenir un plus grand nombre d'activités de la société civile liées à son action, comme les événements organisés en marge des sessions officielles du CSA et d'autres organes des Nations Unies, en particulier les conférences de la CCNUCC, afin de donner davantage de visibilité aux rapports publiés par le Groupe d'experts de haut niveau et aux décisions prises par le CSA et d'encourager le débat autour de ces rapports et décisions.

Soutenir la mise en place d'un mécanisme de collecte et de partage des données internationales sur le changement climatique et la sécurité alimentaire. Les conséquences du changement climatique ne s'arrêtent pas aux frontières. Ses effets ne peuvent être pris en compte que si la collecte de données est coordonnée au niveau international, en se basant sur des normes mondiales mutuellement convenues sur les métadonnées. D'importantes synergies peuvent en outre être trouvées en coordonnant les données relatives à la sécurité alimentaire et celles sur le changement climatique au profit des régions et des populations les plus vulnérables. Le CSA doit faciliter le dialogue sur les efforts d'amélioration de la collecte de données pour le changement climatique et la sécurité alimentaire.

BIBLIOGRAPHIE

- ActionAid. (2009). UK HungerFree campaign: Brief on sustainable agriculture.
- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change* 16 (3) (août): 268-281.
doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006.
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959378006000422>.
- Agardy, T. et Alder, J. (2005). Coastal Systems. In *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*, ed. The Millennium Ecosystem Assessment. Résumé en français: Les écosystèmes et le bien-être de l'Homme: Un cadre d'évaluation. <http://www.millenniumassessment.org>.
- Agarwal, B. (2011). Food Crises and Gender Inequality.
http://www.un.org/esa/desa/papers/2011/wp107_2011.pdf.
- Ainsworth, E.A., Leakey, A.D.B., Ort, D.R., Long, S.P. (2008). FACE-ing the facts: Inconsistencies and interdependence among field, chamber and modeling studies of elevated [CO₂] impacts on crop yield and food supply. *New Phytologist*. 179:5-9.
- Ainsworth, E. et McGrath, J. M. (2010). Direct effects of rising atmospheric carbon dioxide and ozone of crop yields. *Global Change Research*: 109-130. doi:10.1007/978-90-481-2953-9_7.
- Alcamo, J., Bennett, E. M. et Millennium Ecosystem Assessment (Évaluation des écosystèmes en début de millénaire, Programme). (2003). *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Washington, DC: Island Press.
- Alcamo, Joseph, et Gallopin, G. (2009). *Building a 2nd Generation of World Water Scenarios. Change*. Paris: UNESCO. <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001817/181796E.pdf>.
- Alexandratos, N. (2009). *World Food and Agriculture to 2030/50, Highlights and Views from mid-2009*. Rome.
- Altieri, M. A., Funes-Monzote, F.R. et Petersen, P. (2011). *Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty*. INRA et Springer-Verlag.
- Arnold, M., Powell, B., Shanley, P. et Sunderland, T.C.H. (2011). Editorial: Forests, biodiversity and food security. *International Forestry Review* 13 (3): 259-264.
http://www.cifor.org/publications/pdf_files/articles/AShanley1102.pdf
- Assemblée générale des Nations Unies. (2010). *Rapport soumis par le Rapporteur spécial sur le droit à l'alimentation, Olivier De Schutter*. New York.
- AVRDC. (2006). *Why vegetables are important?* <http://www.avrdc.org/index.php?id=116>
- Banque mondiale. (2009). *Gender in agriculture sourcebook*. World Bank Publications.
http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=XxBrq6hTs_UC&pgis=1.
- Barrow, C. J. (2012). Biochar: Potential for countering land degradation and for improving agriculture. *Applied Geography* 34 (Mai): 21-28. doi:10.1016/j.apgeog.2011.09.008.
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0143622811001780>.
- Barucha, Z., et Pretty, J. (2010). The roles and values of wild foods in agricultural systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* 365: 2913-2926.
- Batjes, N. H. (1996). Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science* 47 (2) (juin): 151-163. <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2389.1996.tb01386.x>.
- Beddington, J., Asaduzzaman, M., Clark, M., Fernández, A., Guillou, M., Jahn, M., Erda, L., Mamo, T., Van Bo, N., Nobre, C. A., Scholes, R., Sharma, R., Wakhungu, J. (2012). *Achieving food security in the face of climate change*. Copenhagen: Programme de recherche sur le changement climatique, l'agriculture et la sécurité alimentaire du GCRAI. Résumé en français: Atteindre la sécurité alimentaire dans le contexte du changement climatique.
<http://ccafs.cgiar.org/commission/reports#SPM>
- Bellarby, J., Foereid, B., Hastings, A. et Smith, P. (2008). *Cool farming: climate impacts of agriculture and mitigation potential*. Amsterdam, Pays-Bas: Greenpeace International.
<http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/cool-farming-full-report>.

- Bezemer, D. et Headey, D. (2008). Agriculture, Development, and Urban Bias. Ed. Banque mondiale. World Development 36 (8): 1342-1364. doi:10.1016/j.worlddev.2007.07.001. <http://www.mendeley.com/research/world-development-report-agriculture-for-development/>.
- Blakeney, M. (2011). Trends in intellectual property rights relating to genetic resources for food and agriculture. Rome. <http://www.fao.org/docrep/meeting/022/mb684e.pdf>.
- Bloom, A. J., Burger, M., Assensio, R., Salvador, R. et Cousins, A. B. (2010). Carbon Dioxide Enrichment Inhibits Nitrate Assimilation in Wheat and Arabidopsis. Science 328: 899-902.
- von Braun, J. (2005). Agricultural economics and distributional effects. Agricultural Economics 32: 1-20. <http://doi.wiley.com/10.1111/j.0169-5150.2004.00011.x>.
- Bruinsma, J. (2008). The resource outlook to 2050: by how much do land, water and crop yields need to increase by 2050?, Forum d'experts de haut niveau sur le thème « Nourrir le monde en 2050 », Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome.
- Burney, J. A., Davis, S. J. et Lobell, D. B. (2010). Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 107 (26) (29 juin): 12052-7. <http://www.pnas.org/cgi/content/abstract/0914216107v1>.
- CRP 1.1. (2011). CRP 1.1 – Dryland Systems: Integrated Agricultural Production Systems for the Poor and Vulnerable in Dry Areas. Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale. <http://crp11.icarda.cgiar.org>.
- Cai, Z. (2012). Greenhouse gas budget for terrestrial ecosystems in China. Science China Earth Sciences 55 (2) (2 janvier): 173-182. <http://www.springerlink.com/content/t0074612515344nk/>.
- Carpenter, S., Walker, B., Anderies, J. M. et Abel, N. (2001). From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What? Ecosystems 4 (765-781).
- Challinor, A. J., Ewert, F., Arnold, S., Simelton, E. et Fraser, E. (2009). Crops and climate change: progress, trends, and challenges in simulating impacts and informing adaptation. Journal of Experimental Botany (Mars): 1-15. doi:10.1093/jxb/erp062.
- Cheung, W., Lam, V. W. Y., Sarmiento, J. L., Kearney, K., Watson, R., Zeller, D. et Pauly, D. (2010). "Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change." Global Change Biology 16 (1): 24-35. doi:10.1111/j.1365-2486.2009.01995.x. <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2486.2009.01995.x>.
- Clements, R., Haggard, J., Quezada, A. et Torres, J. (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. Roskilde.
- Cline, W. R. (2007). Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country. Washington, D.C.: Center for Global Development. <http://www.cgdev.org/content/publications/detail/14090>.
- Commission européenne. (2006). European Commission Joint Research Center, Environmental Impact of Products, EIPRO, 2006. http://ec.europa.eu/environment/ipp/pdf/eipro_report.pdf.
- Conway, G. et Waage, J. (2010). Science and Innovation for Development. Londres: UK Collaborative on Development Sciences.
- Conway, G., Waage, J. et Delaney, S. (2010). Science and Innovation for Development.
- Cutter, S. L., Emrich, C. T., Webb, J. J. et Morath, D. (2009). Social Vulnerability to Climate the Literature Social Vulnerability to Climate Literature. Washington D.C.
- Cuéllar, N. et Kandel, S. (2005). The Campesino to Campesino Program of Siuna, Nicaragua: Context, accomplishments and challenges. Centre pour la recherche forestière internationale.
- Deininger, K. et Byerlee, D. (2011). The Rise of Large Farms in Land Abundant Countries: Do They Have a Future? SSRN eLibrary. SSRN. <http://ssrn.com/paper=1792245>.
- Denmead, O. T., Macdonald, B. C. T., Bryant, G. Wang, W. White, I. et P Moody. (2007). Greenhouse gas emissions from sugarcane soils and nitrogen fertilizer management: II. Proceeding Australian Society Sugar Cane. Technologists 29: 29, 97–105.
- Dercon, S. (editor) (2005). Insurance Against Poverty, UNU-WIDER Studies in Development Economics. Oxford: Oxford University Press.

- Dey-Abbas, J. (1997). Gender Asymmetries in Intra-Household Resource Allocation in Sub-Saharan Africa: Some Policy Implications for Land and Labour Productivity. In *Intrahousehold Resource Allocation in Developing Countries*, ed. Lawrence Haddad, John Hoddinott, et Harold Alderman. Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press.
- Dinar, A., Somé, L., Hassan, R., Mendelsohn, R. et Benhin, J. (2008). Climate change and agriculture in Africa: impact assessment and adaptation strategies. Earthscan/James & James.
- Eastwood, R., Lipton, M. et Newell, A. (2010). Farm size. In *Handbook of Agricultural Economics*, ed. Prabhu Pingali and Robert Evenson. Elsevier.
- EICSTAD. (2008). *Agriculture at a Crossroads: The Synthesis Report*. Science And Technology. Washington, DC, USA: Évaluation internationale des connaissances, des sciences et des technologies agricoles pour le développement. <http://www.agassessment.org>.
- Erda, L., Wei, X., Hui, J., Yinlong, X., Yue, L., Liping, B. et Liyong, X. (2005). Climate change impacts on crop yield and quality with CO₂ fertilization in China. *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 360: 2149-2154.
- Ericksen, P., Thornton, P., Notenbaert, A., Cramer, L. Jones, P. et Herrero, M. (2011). Mapping hotspots of climate change and food insecurity in the global tropics. *Change*. Copenhagen. http://ccafs.cgiar.org/sites/default/files/assets/docs/ccafsreport5-climate_hotspots_final.pdf.
- FAO. (2007). *Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries: Perspective, framework and priorities*. Rome.
- FAO. (2008). *An Introduction to the Basic Concepts of Food Security*. Assessment.
- FAO. (2009a). *Déclaration du Sommet mondial sur la sécurité alimentaire*. Rome. http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/Summit/Docs/Final_Declaration/K6050F_Rev10_WS_FS_OEWG_FINAL_17_11.pdf
- FAO. (2009b). *Comment nourrir le monde en 2050*. Rome.
- FAO. (2009c). *La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture*. Rome.
- FAO. (2011a). *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Le rôle des femmes en agriculture: Comblent le fossé entre les hommes et les femmes pour soutenir le développement*. Rome: FAO.
- FAO. (2011b). *Climate Change and Food Systems Resilience in Sub-Saharan Africa*. Rome.
- FAO. (2011c). *Produire plus avec moins: Guide à l'intention des décideurs sur l'intensification durable de l'agriculture paysanne*. Rome.
- FAO. (2011d). *FAO medium-term strategic framework for cooperation in family agriculture in Latin America and the Caribbean, 2012-2105; Draft*. Agriculture. Vol. 2015. Rome.
- Fargione, J., Hill, J., Tilman, D., Polasky, S., et Hawthorne, P. (2008). Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt. *Science* 29 février 2008: 319 (5867), 1235-1238.
- Fischer, G., Shah, M. et van Velthuisen, H. (2002). *Climate Change and Agricultural Vulnerability*. Laxenburg, Autriche.
- Fontaine, S., Barot, S., Barré, P., Bdioui, N., Mary, B., Rumpel, C. (2007). Stability of organic carbon in deep soil layers controlled by fresh carbon supply. *Nature*, 450 (7167): 277-280
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Mueller, N. D., O'Connell, C., Ray, D. K., West, P. C., Balzer, C., Bennet, E. M., Carpenter, S. R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D. et Zaks, D. P. M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478 (7369) (Octobre 12): 337-342. <http://dx.doi.org/10.1038/nature10452>.
- Foresight. (2011). *Future of Food and Farming*. Londres.
- Garnett, T. (2011). Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)? *Food Policy* 36 (2011) S23–S32.

- Gerber, P., Vellinga, T., Opio, C., Henderson, B. et Henning, S. (2010). Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector A Life Cycle Assessment. Rapport de la FAO. Rome.
<http://www.fao.org/docrep/012/k7930e/k7930e00.pdf>.
- GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). (2007a). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Version résumée en français : Rapport du Groupe de travail I - Les éléments scientifiques - Contribution du Groupe de travail I au Quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. In Group, ed. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, et H.L. Miller. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). (2007b). Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Institut des stratégies environnementales mondiales, Japon.
- GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). (2007c). Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Version résumée en français : Contribution du Groupe de travail III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat - Bilan 2007 des changements climatiques: L'atténuation des changements climatiques Ed. B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, et L.A. Meyer. Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). (2007d). Bilan 2007 des changements climatiques: Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Genève, Suisse.
- GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). (2007e). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Résumé en français: Rapport du Groupe de travail II - Conséquences, adaptation et vulnérabilité. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden et C.E. Hanson (eds) Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, USA.
- GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). (2012). Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. Cambridge: Cambridge University Press.
- Giné, X., Townsend, R. M. et J. Vickery. (2007). Statistical Analysis of Rainfall Insurance Payouts in Southern India. *American Journal of Agricultural Economics* 89 (5): 1248–54.
- Giné, X., et Yang, D. (2009). Insurance, Credit, and Technology Adoption: Field Experimental Evidence from Malawi. *Journal of Development Economics* 89 (1): 1-11.
- Giovannucci, D., Scherr, S., Nierenberg, D., Hebebrand, C., Shapiro, J., Milder, J. et Wheeler, K. (2012). Food and Agriculture: the future of sustainability. A strategic input to the Sustainable Development in the 21st Century (SD21) project. New York: Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies, Division du développement durable.
- Glazebrook, T. (2011). Women and Climate Change: A Case-Study from Northeast Ghana. *Hypatia* 26 (4): 762-782. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1527-2001.2011.01212.x/abstract>.
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas S. M. et C. Toulmin. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327: 812-818.
- Gornall, J., Betts, R., Burke, E., Clark, R., Camp, J., Willett, K. et Wiltshire, A. (2010). Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* 365: 2973-2989.

- Hammes, K., Torn, M. S., Lapenas, A. G. et Schmidt, M. W. I. (2008). Centennial black carbon turnover observed in a Russian steppe soil. *Biogeosciences*. doi:10.5194/bg-5-1339-2008.
- Hassan, R. M. (2010). Implications of Climate Change for Agricultural Sector Performance in Africa: Policy Challenges and Research Agenda. *Journal of African Economies* 19 (Supplement 2) (21 juillet): ii77-ii105. http://jae.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/19/suppl_2/ii77.
- Hatfield, J.L., Boote, K. J., Kimball, B. A., Ziska, L. H., Izaurralde, R. C., Ort, D., Thomson, A. M. et Wolfe, D. (2011). Climate impacts on agriculture: Implications for crop production. *Agronomy Journal* 103: 351-370.
- Hazell, P. (2011). *Five Big Questions about Five Hundred Million Small Farms*. Rome: Fonds international de développement agricole.
- Herrero, M., Thornton, P. K., Havlík, P. et Rufino, M. (2011). Livestock and greenhouse gas emissions: mitigation options and trade-offs. In *Climate Change Mitigation and Agriculture*, ed. Eva Wollenberg, A. Nihart, M.L. Tapio-Bistrom, and C. Seeberg-Elverfeldt, 316-332. Londres.
- Herzog, T. (2009). *World Greenhouse Gas Emissions in 2005*. WRI Working Paper. Institut des ressources mondiales. <http://www.wri.org/publication/navigating-the-numbers>.
- Hijmans, Robert. 2007. Relocating rice production in China. *Rice Today* 6 (4): 25.
- HLPE (Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition). (2011a). *Volatilité des prix et sécurité alimentaire – Un rapport du Groupe d'Experts de Haut Niveau sur la Sécurité Alimentaire et la Nutrition*. Rome.
- HLPE. (2011b). *Régimes fonciers et investissements internationaux en agriculture – Un rapport du Groupe d'Experts de Haut Niveau sur la Sécurité Alimentaire et la Nutrition*. Rome.
- HLPE. (2012a). *La protection sociale pour la sécurité alimentaire*. Rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition du Comité de la sécurité alimentaire mondiale, Rome 2012.
- HLPE. (2012b). *Le Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition. Principaux éléments*. Rome.
- HMG. (2010). *The 2007/2008 Agricultural Price Spikes: Causes and Policy Implications*. Londres.
- Holt-Giménez, E. (2002). Measuring farmers' agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land management impact monitoring. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93: 87-105.
- Houghton, R. A. (2003). Revised estimates of the annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use and land management 1850-2000. *Tellus B* 55 (2) (avril): 378-390. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1034/j.1600-0889.2003.01450.x/abstract>.
- Houghton, R. A. (2010). How well do we know the flux of CO₂ from land-use change? *Tellus B*, 62: 337–351. doi: 10.1111/j.1600-0889.2010.00473.x
- Houweling, S., Dentener, F. et Lelieveld, J. (2000). Simulation of preindustrial atmospheric methane to constrain the global source strength of natural wetlands. *Journal of Geophysical Research* 105 (D13): 17243-17255. <http://www.agu.org/pubs/crossref/2000/2000JD900193.shtml>.
- Howden, S. M., Soussana, J-F., Tubiello, F. N., Chhetri, N., Dunlop, M. et Meinke, H. (2007). Adapting agriculture to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104: 19691-19696.
- Huang, H., von Lampe, M. et van Tongeren, F. (2010). Climate change and trade in agriculture. *Food Policy* 36: S9-S13.
- Huang, Y. et Sun, W. (2006). Changes in topsoil organic carbon of croplands in mainland China over the last two decades. *Chinese Science Bulletin* 51 (15) (août): 1785-1803. <http://www.mendeley.com/research/changes-in-topsoil-organic-carbon-of-croplands-in-mainland-china-over-the-last-two-decades/>.
- Institut international de recherche sur le riz (IIRR). (2007). *Coping with climate change*. *Rice Today*: 13.

- Ivanov, A. L., et Kiryushin, V. I. (eds. 2009). Global climate change and forecast of weather risks in agriculture. Moscou: Russian Agricultural Academy.
- Ivanov, A. L. (ed. 2004). Global manifestations of climate change in the agricultural sector. Moscou: Russian Agricultural Academy.
- Janssen, M. A. et Ostrom, E. (2006). Resilience, vulnerability, and adaptation: A cross-cutting theme of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change. *Global Environmental Change* 16 (3) (août): 237-239. doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.04.003. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959378006000380>.
- de Janvry, A. et Sadoulet, E. (2011). Subsistence farming as a safety net for food-price shocks, *Development in Practice* 21(4-5): 449-456.
- Jarvis, A., Ramirez-Villegas, J., Campo, B. V. H. et Navarro-Racines, C. (2012). Is Cassava the Answer to African Climate Change Adaptation? *Tropical Plant Biology* 5 (1) (15 février): 9-29. doi:10.1007/s12042-012-9096-7. <http://www.springerlink.com/content/n36675226277455j/>.
- Jayne, T. (2012). Emerging Land Issues in African Agriculture: Toward the identification of appropriate rural development strategies. <http://foodsecurity.stanford.edu/events/6534>.
- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304 (5677) (11 juin): 1623-7. <http://www.sciencemag.org/content/304/5677/1623.abstract>.
- Lal, R. (2004b). Carbon emission from farm operations. *Environment International* 30, 981-990.
- Lee-Smith, D. (2010). Cities feeding people: an update on urban agriculture in equatorial Africa. *Environment and Urbanization* 22 (2): 483-499. doi:10.1177/0956247810377383. <http://eau.sagepub.com/cgi/content/abstract/22/2/483>.
- Lobell, D. B., Burke, M. B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M. D., Falcon, W. P. et Naylor, R. L. (2008). Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science* 319: 607-610.
- Lobell, D. B., Schlenker, W. et Costa-Roberts, J. (2011). Climate trends and global crop production since 1980. *Science* 333 (6042) (29 juillet): 616-20. doi:10.1126/science.1204531. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21551030>.
- Long, S. P., Ainsworth, E. A., Leakey, A. D. B., Nosberger, J. et Ort, D. R. (2006). Food for Thought: Lower-Than-Expected Crop Yield Stimulation with Rising CO₂ Concentrations. *Science* 312 (5782): 1918-1921. doi:10.1126/science.1114722. <http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/312/5782/1918>.
- Lu, Y., Huang, Y., Zou, J. et Zheng, X. (2006). An inventory of N₂O emissions from agriculture in China using precipitation-rectified emission factor and background emission. *Chemosphere* 65 (11) (décembre): 1915-24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.07.035>.
- Lundqvist, J., de Fraiture, C. et Molden, D. (2008). Saving Water: From Field to Fork – Curbing Losses and Wastage in the Food Chain. SIWI Policy Brief. Institut international de l'eau de Stockholm, 2008, Stockholm. http://www.siwi.org/documents/Resources/Policy_Briefs/PB_From_Filed_to_Fork_2008.pdf.
- Lustig, N. (2000). Crises and the poor: Socially responsible macroeconomics, *Economía: The Journal of the Latin American and Caribbean Economic Association* 1(1): 1-45.
- Maluf, R., da Silva Rosa, T. (coord., 2011). Populações Vulneráveis e Agenda Pública no Brasil. In *Mudanças Climáticas, Vulnerabilidades e Adaptação*, Livro 5, COEP, Rio de Janeiro. <http://www.coeppbrasil.org.br/cidadaniaemrede>.
- Margulis, S. (2010). Economics of Adaptation to Climate Change: Synthesis Report. Development. Washington, DC.
- McKinsey&Company. (2009). Pathways to a low-carbon economy. Version 2 of the Global Greenhouse gas abatement cost curve. Available at https://solutions.mckinsey.com/climatedesk/default/en-us/contact_us/fullreport.aspx.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and Human Well-being: Scenarios. Washington, DC: Island Press.

- Munns, R., James, R. A., Xu, B., Athman, A., Conn, S. J., Jordans, C., Byrt, C. S., Ray, A. H., Tyerman, S. D., Tester, M., Plett, D. et Gilliam, M. (2012). Wheat grain yield on saline soils is improved by an ancestral Na⁺ transporter gene. *Nature biotechnology* 30 (4) (11 mars): 360-364. doi:10.1038/nbt.2120. <http://www.nature.com/nbt/journal/v30/n4/full/nbt.2120.html>.
- Nagayets, O. (2005). Small farms: current status and key trends. Food Policy. Wye College: Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI).
- Nakicenovic, N., Alcamo, J., Davis, G., de Vries, B., Fenhann, J., Gaffin, S., Gregory, K., Grubler, A., Jung, T. Y., Kram, T., La Rovere, E. L., Michaelis, L. et Mori, S. 2000. Special Report on Emissions Scenarios: a special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York: Cambridge University Press, 3 octobre. http://www.osti.gov/energycitations/product.biblio.jsp?osti_id=15009867.
- Nasi, R., Taber, A. et van Vliet, N. (2011). Empty forests, empty stomachs? Bushmeat and livelihoods in the Congo and Amazon Basins. *International Forestry Review* 13 (3) (1^{er} septembre): 355-368. doi:10.1505/146554811798293872. <http://openurl.ingenta.com/content/xref?genre=article&issn=1465-5489&volume=13&issue=3&spage=355>.
- Nelson, G. C. (2009). Are Biofuels the Best Use of Sunlight? In *Handbook of Bioenergy Economics and Policy*, ed. Madhu Khanna and David Zilberman, 10. New York: Springer.
- Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Palazzo, A., Gray, I., Ingersoll, C., Robertson, R., Tokgoz, S., Zhu, T., Sulser, T. B., Ringler, C., Msangi, S. et You, L. (2010). Food Security, Farming, and Climate Change to 2050: Scenarios, Results, Policy Options. Washington, D.C.: Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI). www.ifpri.org/sites/default/files/publications/rr172.pdf
- Nicholls, R. J. (2004). Coastal flooding and wetland loss in the 21st century: changes under the SRES climate and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change* 14 (1) (Avril): 69-86. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2003.10.007>.
- Nienaber, J. A., et Hahn, G. L. (2007). Livestock production system management responses to thermal challenges. *52: International Journal of Biometeorology*: 149-57.
- Ogle, S. M., Breidt, F. J., Easter, M., Williams, S., Killian, K. et Paustian, K. (2010). Scale and uncertainty in modeled soil organic carbon stock changes for US croplands using a process-based model. *Global Change Biology* 16 (2) (février): 810-822. <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2486.2009.01951.x>.
- Olivier, J. G. J., Janssens-Maenhout, G., Peters, J. A. H. W. et Wilson, J. (2011). Long-Term Trend in Global CO₂ Emissions 2011 Report: Background Studies. La Haye.
- Organisation des Nations Unies. (2010). Objectifs du Millénaire pour le développement. Rapport 2010. New York.
- Organisation mondiale de la santé. (2011). Rapport sur la situation mondiale des maladies non transmissibles 2010. Genève, Organisation mondiale de la santé. http://www.who.int/nmh/publications/ncd_report2010/fr/index.html
- Oxfam. (2011). Growing a Better Future: Food justice in a resource-constrained world. Oxford.
- Paillard, S., Treyer, S., et Dorin, B. (2011). Agrimonde: Scénarios et défis pour nourrir le monde en 2050. Versailles: Éditions Quae.
- Park, S., Croteau, P., Boering, K. A., Etheridge, D. M., Ferretti, D., Fraser, P. J., Kim, K-R., Krummel, P. B., Langenfelds, R. L., van Ommen, T. D., Steele, L. P. et Trudinger, C. M. (2012). Trends and seasonal cycles in the isotopic composition of nitrous oxide since 1940. *Nature Geoscience* 5 (4) (11 mars): 261-265. doi:10.1038/ngeo1421. <http://www.nature.com/ngeo/journal/v5/n4/full/ngeo1421.html>.

- Parry, M. L., Rosenzweig, C., Iglesias, A., Livermore, M. et Fischer, G. (2004). Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change* 14 (1): 53-67. <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VfV-4BDY65D-1/2/0dab1fac37737d687be95c17d2fede5c>.
- Peiter, G., Maluf, R. S. et da Silva Rosa, T. (2011). *Mudanças Climáticas, Vulnerabilidades e Adaptação*. Rio de Janeiro: COEP.
- de la Peña, R. et Hughes, J. (2007). Improving Vegetable Productivity in a Variable and Changing Climate. *Journal of SAT Agricultural Research* 4 (1): 1-22.
- Perry, A. L., Low, P. J., Ellis, J. R. et Reynolds, J. D. (2005). Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science* 308 (5730) (24 juin): 1912-5. doi:10.1126/science.1111322. <http://www.sciencemag.org/content/308/5730/1912.abstract>.
- Perry, R. I. (2010). Potential impacts of climate change on marine wild capture fisheries: an update. *The Journal of Agricultural Science* 149 (S1): 63-75. doi:10.1017/S0021859610000961. http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0021859610000961.
- Prentice, I. C., Farquhar, G. D., Le Quéré, C., Fasham, M. J. R., Goulden, M. L., Heimann, M., Jaramillo, V. J., Kheshgi, H. S., Wallace, D. W. R. et Scholes, R.J. (2001). *Climate Change 2001: Working Group I: The Scientific Basis; 3. The Carbon Cycle and Atmospheric Carbon Dioxide. Résumé en français: Bilan 2001 des changements climatiques: Rapport de synthèse. Les éléments scientifiques*. http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg1/index.htm.
- Quisumbing, A. R. (1996). Male-female differences in agricultural productivity: Methodological issues and empirical evidence. *World Development* 24 (10) (Octobre): 1579-1595. [http://dx.doi.org/10.1016/0305-750X\(96\)00059-9](http://dx.doi.org/10.1016/0305-750X(96)00059-9).
- Ravallion, M., Chen, S. et Sangraula, P. (2007). *New Evidence on the Urbanization of Global Poverty*. Washington D.C.
- Ravallion, M., Chen, S. et Sangraula, P. (2008). *Dollar a Day Revisited*. World. Washington D.C.
- Reay, D. S., Davidson, E. A., Smith, K. A., Smith, P., Melillo, J. M., Dentener, F. et Crutzen, P. J. (2012). "Global agriculture and nitrous oxide emissions." *Nature Climate Change* 2 (6) (13 mai): 410-416. doi:10.1038/nclimate1458. <http://www.nature.com/nclimate/journal/v2/n6/full/nclimate1458.html>.
- Redwood, M. (2009). *Agriculture in urban planning: generating livelihoods and food security*. Ed. Mark Redwood. *Experimental Agriculture*. Vol. 45. Earthscan. doi:10.1017/S0014479709990408. http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0014479709990408.
- Reilly, J., Tubiello, F., McCarl, B., Abler, D., Darwin, R., Fuglie, K., Hollinger, S., Izaurrealde, C., Jagtap, S. et Jones, J. (2003). US agriculture and climate change: new results. *Climatic Change* 57 (1): 43-67.
- Rice, J. C. et Garcia, S. M. (2011). Fisheries, food security, climate change, and biodiversity: characteristics of the sector and perspectives on emerging issues. *Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM)*. *Journal of Marine Science* 68 (6): 1343-1353. doi:10.1093/icesjms/fsr041. <http://icesjms.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/icesjms/fsr041>.
- Royal Society. (2012). *People and the Planet*. Londres.
- Satterthwaite, D., McGranahan, G. et Tacoli, C. (2010). Urbanization and its implications for food and farming. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London - Series B: Biological Sciences* 365 (1554): 2809-2820. <http://discovery.ucl.ac.uk/1336480/>.
- Searchinger, T. D., Hamburg, S. P., Melillo, J., Chameides, W., Havlik, P., Kammen, D. M., Likens, G. E., Lubowski, R. N., Obersteiner, M., Oppenheimer, M., Robertson, G. P., Schlesinger, W. H. et Tilman, G. D. (2009). Climate change. Fixing a critical climate accounting error. *Science (New York, N.Y.)* 326 (5952) (23 octobre): 527-8. doi:10.1126/science.1178797. <http://www.sciencemag.org/content/326/5952/527.short>.

- Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R. A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D. et Yu, T-H. (2008). Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land Use Change. *Science*: 1151861. doi:10.1126/science.1151861. <http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/1151861v1>.
- Seungdo, K. et Dale, B. E. (2004). Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. *Biomass and Bioenergy* 26: 361-375. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2003.08.002>.
- Shell International BV. (2008). Shell energy scenarios to 2050 1. La Haye. <http://www.shell.com/scenarios>.
- Smil, V. (2000). *Feeding the World: A Challenge for the Twenty-First Century*. Cambridge: MIT Press, 1^{er} octobre. <http://mitpress.mit.edu/catalog/item/default.asp?ttype=2&tid=8546>.
- Smith, L. et Haddad, L. (2000). Explaining child malnutrition in developing countries: A cross-country analysis. Washington, D.C.: Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI).
- Snyder, C. S., Bruulsema, T. W., Jensen, T. L. et Fixen, P. E. (2009). Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 133 (3-4) (Octobre): 247-266. <http://www.mendeley.com/research/review-of-greenhouse-gas-emissions-from-crop-production-systems-and-fertilizer-management-effects/>.
- Sparkes, J. et Stoutjesdijk, P. (2011). Biochar: implications for agricultural productivity. Production. Canberra, Australie.
- Swaminathan, H., Suchitra, J. Y. et Lahoti, R. (2011). *KHAS: Measuring the Gender Asset Gap*. Bangalore: Indian Institute of Management Bangalore.
- Swaminathan, M. S., et Kesavan, P. C. (2012). Agricultural Research in an Era of Climate Change. *Agricultural Research* 1 (1) (31 janvier): 3-11. doi:10.1007/s40003-011-0009-z. <http://www.springerlink.com/content/104630341j00u524/>.
- Thapa, S. (2008). Gender differentials in agricultural productivity: evidence from Nepalese household data. <http://ideas.repec.org/p/pramprapa/13722.html>.
- Thornton, P. K., Jones, P. G., Owiyo, T., Kruska, R. L., Herrero, M., Orindi, V., Bhadwal, S., Kristjanson, P., Notenbaert, A., Bekele, N. et Omolo, A. (2008). Climate change and poverty in Africa: Mapping hotspots of vulnerability. *African Journal of Agricultural and Resource Economics* 2 (1): 24-44. <http://purl.umn.edu/56966>.
- Thornton, P. K. et Cramer, L., (eds. 2012, forthcoming) Impacts of climate change on the agricultural and aquatic systems and natural resources within the CGIAR's mandate. Copenhagen: CCAFS.
- Timmer, P. (2009). Supermarkets, Modern Supply Chains, and the Changing Food Policy Agenda. <http://www.cgdev.org/content/publications/detail/1421245>.
- Wang, M. et Haq, Z. (2008); Letter to Science, 14 février 2008; révisé le 14 mars 2008. http://www.transportation.anl.gov/pdfs/letter_to_science_anldoe_03_14_08.pdf.
- West, T. O. et Marland, G. (2002). A synthesis of carbon sequestration, carbon emissions, and net carbon flux in agriculture: comparing tillage practices in the United States. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 91 (1-3) (Septembre): 217-232. doi:10.1016/S0167-8809(01)00233-X. [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00233-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00233-X).
- Wrigley, C. (2006). Global warming and wheat quality. *Cereal Foods World* 51: 34-36. doi:10.1094/CFW-51-0034.
- Wu, Q. B., Wang, X. K., Duan, X. N., Deng, L. B., Lu, F., Ouyang, Z. Y. et Feng, Z. W. (2008). Carbon sequestration and its potential by forest ecosystems in China. *Acta Ecologica Sinica* 28: 517-524.
- Yan, X., Akiyama, H., Yagi, K. et Akimoto, H. (2009). Global estimations of the inventory and mitigation potential of methane emissions from rice cultivation conducted using the 2006 Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines. *Global Biogeochemical Cycles* 23 (GB2002). doi:10.1029/2008GB003299.

- Zavala, J. A., Casteel, C. L., DeLucia, E. H. et Berenbaum, M. R. (2008). "Anthropogenic increase in carbon dioxide compromises plant defense against invasive insects." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (13): 5129-5133. doi:10.1073/pnas.0800568105. <http://www.pnas.org/content/105/13/5129.abstract>.
- Zimmerman, A. R. (2010). Abiotic and microbial oxidation of laboratory-produced black carbon (biochar). *Environmental science & technology* 44 (4) (15 février): 1295-301. doi:10.1021/es903140c. <http://dx.doi.org/10.1021/es903140c>.

REMERCIEMENTS

Le Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition remercie chaleureusement tous les participants qui ont contribué, en livrant des éléments de réflexion et commentaires très avisés, aux deux consultations par voie électronique, la première portant sur la proposition de champ d'étude et la deuxième sur l'avant-projet de texte (version zéro) sur lequel est basé le présent rapport. La liste des contributeurs ainsi que le compte rendu détaillé de ces consultations sont consultables en ligne sur la page web du Groupe d'experts de haut niveau à l'adresse suivante: <http://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/fr/>.

Le Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition remercie également l'équipe anonyme qui a procédé à la révision scientifique de la version pré-finale du rapport pour ses importantes suggestions.

ANNEXE

A1. Le cycle des projets du Groupe d'experts de haut niveau

Le Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition a été créé en 2009 dans le cadre de la réforme du Comité de la sécurité alimentaire mondiale (CSA) avec le mandat suivant: évaluer et analyser la situation actuelle de la sécurité alimentaire et de la nutrition ainsi que ses causes profondes; fournir des analyses et des avis scientifiques et argumentés sur des thèmes spécifiques de politique générale, en faisant appel à des données, recherches et études techniques existantes de haute qualité; identifier les questions émergentes, et aider les membres à définir leurs priorités s'agissant des actions futures et de l'attention à apporter à des domaines clés.

Le Groupe d'experts de haut niveau reçoit son mandat du CSA et lui fait rapport. Il produit ses rapports et formule ses recommandations et ses avis indépendamment de toute position gouvernementale, dans le but d'éclairer et d'alimenter le débat grâce à des analyses et à des avis exhaustifs.

Le Groupe d'experts de haut niveau est une structure à deux composantes:

- Un Comité directeur, composé de quinze experts de renommée internationale dans divers domaines liés à la sécurité alimentaire et à la nutrition, désignés par le Bureau du CSA. Les membres du Comité directeur interviennent à titre personnel et non pas en tant que représentants de leurs gouvernements, institutions ou organisations respectifs.
- Des équipes de projet qui interviennent sur des projets spécifiques, sélectionnées et dirigées par le Comité directeur, pour analyser des questions précises et faire rapport à ce sujet.

Afin de garantir la validité et la crédibilité scientifiques du processus, ainsi que sa transparence et son ouverture à toutes les formes de savoir, le Groupe d'experts de haut niveau applique des règles très précises, convenues avec le CSA.

Ses rapports sont élaborés par des équipes de projet temporaires, propres à chaque thème, qui sont sélectionnées et nommées par le Comité directeur, et placées sous sa direction et sa supervision.

Le cycle de projet de chaque rapport, bien que tenu à un calendrier extrêmement serré, comporte des étapes clairement définies et bien distinctes: élaboration de la question politique et de la demande par le CSA; formulation scientifique par le Comité directeur; travail de l'équipe de projet; consultations externes ouvertes visant à enrichir la base des connaissances; examen scientifique indépendant (Figure 7).

Ce processus encourage le dialogue scientifique entre le Comité directeur et l'équipe de projet du début à la fin du cycle de projet, avec les experts de la liste du Groupe d'experts de haut niveau, ainsi qu'avec tous les détenteurs de connaissances concernés et intéressés de par le monde, et ce dans le but de rassembler des points de vue scientifiques de tous horizons.

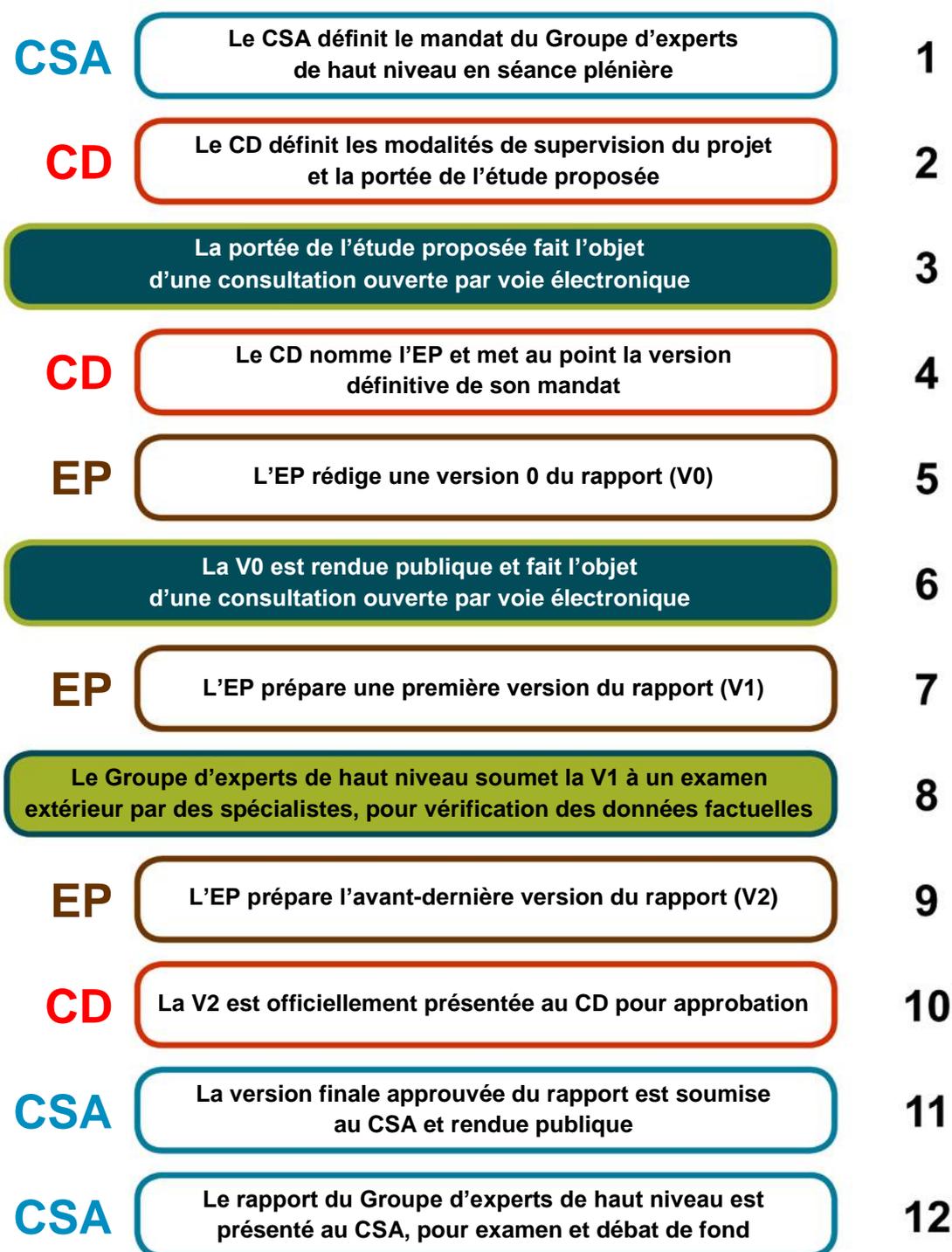
C'est la raison pour laquelle, pour chaque rapport, le Groupe d'experts de haut niveau mène deux consultations: une première sur le champ d'application de l'étude, et une seconde sur la base d'une première version (V0). Cette manière de procéder permet d'ouvrir le processus à la contribution de tous les spécialistes intéressés, des experts figurant sur la liste du Groupe d'experts (ils sont actuellement au nombre de 1 200) ainsi que de toutes les parties prenantes concernées. Les différentes contributions, y compris les connaissances générées par la société civile, sont alors examinées par l'équipe de projet et utilisées pour enrichir la base des connaissances.

Le projet de rapport est soumis à un examen indépendant, fondé sur des données probantes. Il est ensuite parachevé et débattu en vue de son approbation par le Comité directeur au cours d'une rencontre.

Une fois approuvé par le Comité directeur, le rapport est transmis au CSA, rendu public, et utilisé pour éclairer les discussions et les débats au CSA.

Toutes les informations sur le Groupe d'experts, son processus et ses publications sont disponibles sur son site internet: <http://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/fr/>.

Figure 7. Cycle des projets du Groupe d'experts de haut niveau



CSA: Comité de la sécurité alimentaire mondiale

Groupe d'experts de haut niveau: Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition

CD: Comité directeur du Groupe d'experts de haut niveau

EP: Équipe de projet du Groupe d'experts de haut niveau

Source: HLPE, 2012b.

Photo de couverture: ©FAO/G.Napolitano



Secretariat HLPE c/o FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Rome, Italy

Site web: www.fao.org/cfs/cfs-hlpe
Courriel: cfs-hlpe@fao.org