

L'avenir de l'élevage africain

Réaliser le potentiel de l'élevage pour la sécurité alimentaire, la réduction de la pauvreté et la protection de l'environnement en Afrique sub-saharienne



Rapport



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



Le présent rapport est produit par le bureau du représentant spécial des Nations unies pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle et le bureau du Coordonnateur du système des Nations Unies pour la lutte contre la grippe (UNSIC)

@ UNSIC 2014

Citation recommandée :

Herrero, M., Havlik, P., McIntire, J., Palazzo, A. et Valin, H. 2014. L'avenir de l'élevage africain : Réaliser le potentiel de l'élevage pour la sécurité alimentaire, la réduction de la pauvreté et la protection de l'environnement en Afrique sub-saharienne. Bureau du représentant spécial des Nations Unies pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle et du Coordonnateur du système des Nations Unies contre la grippe (UNSIC), Genève, Suisse, 118 p.

Le présent rapport, la note de synthèse et la note d'orientation sont disponibles sur les sites internet suivants :

www.un-influenza.org

www.towardsasaferworld.org

Tous droits réservés. La reproduction et la diffusion de données contenues dans le présent rapport à des fins éducatives et à d'autres fins non commerciales sont autorisées à titre gracieux sur demande, à condition que la source soit clairement indiquée. La reproduction des données figurant dans ce produit d'information à des fins de revente ou à d'autres fins commerciales sans l'autorisation écrite des détenteurs des droits d'auteur est interdite.

Les demandes d'autorisations doivent être adressées par courrier à David Nabarro, représentant spécial des Nations Unies pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle à l'adresse :

Villa la Pelouse, Palais des Nations, CH-1211 Genève 10, Suisse.

Ou par courrier électronique à david.nabarro@undp.org

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

Imprimé en 2014

Photos de couverture:

© Cattle - WorldFish, Zambia, Georgina Smith

© Goats - Oxfam, Kenya

© Poultry - ILRI, Ethiopia, Ketteema Yilma

© Pigs - ILRI, Mozambique, Stevie Mann

L'avenir de l'élevage africain

Réaliser le potentiel de l'élevage pour la sécurité alimentaire, la réduction de la pauvreté et la protection de l'environnement en Afrique sub-saharienne

Mario Herrero¹
Petr Havlík²
John Murray McIntire³
Amanda Palazzo²
Hugo Valin²

Rapport



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



¹Organisation de recherche scientifique et industrielle du Commonwealth, St Lucia, Australie

²Institut international d'analyse des systèmes appliqués, Laxenburg, Autriche

³Précédemment à l'Institut international de recherche sur l'élevage (ILRI), Nairobi, Kenya.
Aujourd'hui au Fonds international de développement agricole (FIDA), Rome, Italie

Avant-propos



© ILRI, Mozambique, Stevie Mann

Si les populations peuvent avoir accès au lait, aux œufs, à la viande et à d'autres produits d'élevage, elles peuvent ainsi être en mesure de jouir de la sécurité alimentaire et d'être bien nourries. À mesure que le revenu disponible des populations s'accroît, la demande des produits d'élevage ainsi que l'accès à ces derniers a tendance à augmenter.

Le niveau d'accès prévisible des populations aux produits d'élevage sains dépend du degré de réponse des marchés locaux à la demande croissante ainsi que du degré auquel les écarts de production peuvent être comblés par les importations. La croissance de la demande de produits d'élevage et l'augmentation de leur production, peuvent contribuer à la résilience et à la productivité des moyens de subsistance des populations rurales ainsi qu'à leur sécurité alimentaire. La capacité des agriculteurs et des producteurs de denrées alimentaires à répondre à la demande croissante en augmentant la production est un facteur clé pour la prospérité des communautés rurales dans de nombreux pays en développement.

La demande des produits d'élevage en Afrique sub-saharienne augmente rapidement. La tendance actuelle à la hausse de la demande ne s'accompagne pas d'une augmentation similaire de la production locale. Plusieurs gouvernements africains, ainsi que les organisations régionales, travaillent actuellement sur la manière de mieux veiller à ce que leurs agriculteurs puissent contribuer à une meilleure disponibilité des produits d'élevage de haute qualité, réduisant ainsi le besoin de dépendre de l'augmentation des importations. Dans le même temps, les gouvernements sont de plus en plus conscients du fait que, si l'augmentation de la production de produits d'élevage n'est pas suivie de près, il y aura des conséquences négatives dont l'intensification de la pression sur les ressources naturelles (notamment l'eau et la terre), les émissions de gaz à effet de serre, et les risques liés aux maladies zoonotiques.

Les risques liés à l'augmentation non contrôlée de la production animale obligent les décideurs nationaux à poser un certain nombre de questions. Quelles politiques d'élevage contribueront-elles à l'expansion de la production animale en Afrique de manière à générer des avantages équitables pour les populations ? Quelle est la meilleure façon de s'assurer que ces politiques contribuent également à la bonne santé des populations ? Quelles sont les options pour s'assurer que les pratiques d'élevage sont durables du point de vue social, environnemental, économique et climatique ?

Ces questions ont suscité une enquête sur les perspectives possibles pour l'élevage africain à l'horizon 2050 : les résultats sont présentés dans le présent rapport 2014 portant sur l'avenir de l'élevage africain. Les chercheurs s'appuient sur leurs travaux d'analyse et proposent une série de recommandations sur la façon dont les agriculteurs, les populations, les entreprises et les gouvernements peuvent réaliser le potentiel de l'élevage en tant que moteur de la croissance économique, de la sécurité alimentaire et de la protection de l'environnement. Les chercheurs concluent qu'une réponse forte et prévisible de l'Afrique à la demande croissante devra inclure des investissements à long terme dans l'intensification durable des systèmes d'élevage africains et l'accès pendant toute l'année, à des aliments pour animaux de haute qualité, la planification minutieuse de l'utilisation des terres et un appui plus important à la recherche appliquée sur les moyens permettant d'assurer la bonne santé des animaux dans les systèmes de production animale.

Les chercheurs concluent également que les gouvernements jouent un rôle essentiel dans l'élaboration et l'exécution des politiques de développement de l'élevage. Il est dans l'intérêt de toutes les parties impliquées dans le développement de la production animale, que les gouvernements soient en mesure de faire respecter les règlements et ainsi de limiter les externalités liées à la production intensive. Dans cet ordre d'idées, les gouvernements doivent être en mesure de combiner l'application de la réglementation et l'application de mesures d'incitation de manière à tenir compte des inégalités de revenus. Les gouvernements doivent également s'appuyer sur la recherche appliquée dans les domaines qui touchent à la fois les animaux et l'homme au sein des différents écosystèmes.

Les chercheurs recommandent également les méthodes par lesquelles l'expansion de la production animale peut améliorer les moyens de subsistance des petits producteurs et éleveurs de manière à soutenir la résilience, éviter l'impact environnemental et limiter les effets négatifs sur la santé. Ils recommandent entre autres, la préservation des droits fonciers, la protection des intérêts des femmes, la gestion de l'eau et de l'affectation des terres, la création d'emplois décents et le paiement des services environnementaux.

Les chercheurs proposent des moyens à travers lesquels l'intensification de la production peut le mieux contribuer à la santé des animaux, par exemple, la création de zones tampons dans les zones densément peuplées où l'élevage intensif est pratiqué.

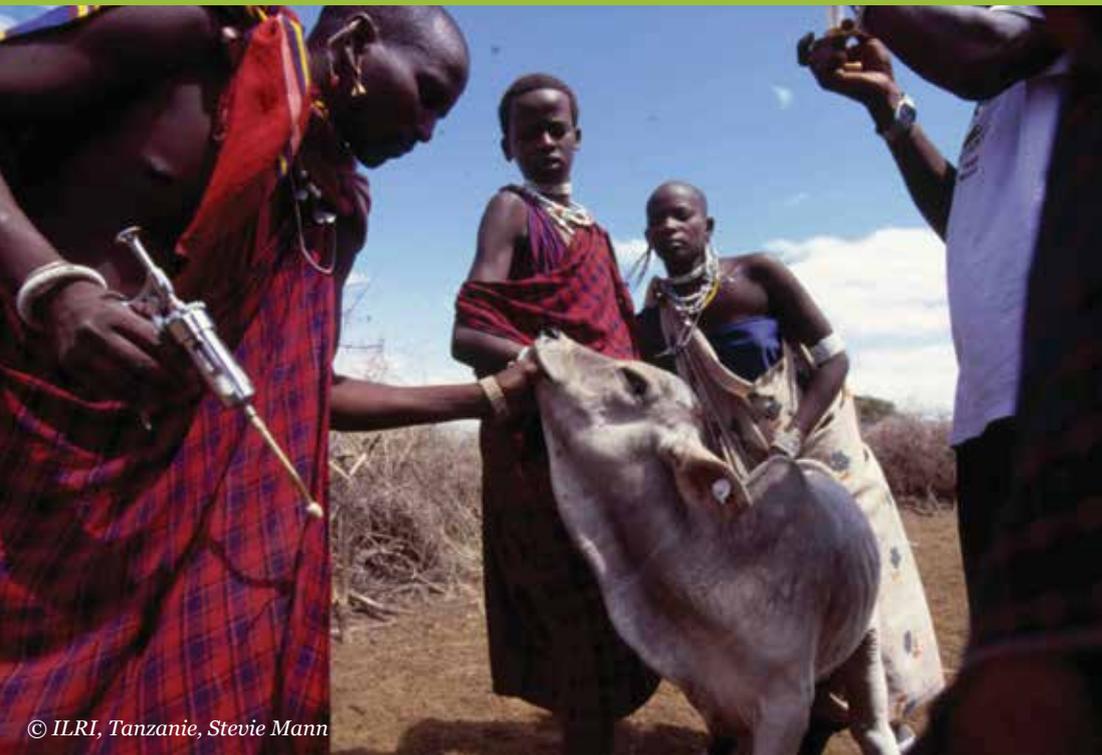
Les résultats de cette étude plantent le décor pour un travail plus approfondi sur les possibilités d'accroissement de la production animale en Afrique. Le travail de suivi consistera à explorer comment la dynamique des marchés de production animale peut évoluer en Afrique et comment les changements d'habitats pourraient avoir un impact sur l'émergence éventuelle de nouvelles maladies qui constitueraient une menace à la santé des animaux et, si elles sont transmissibles, à la santé de l'homme.

Nous attendons vos réactions à ce travail.

David Nabarro

Représentant spécial du Secrétaire général de l'ONU pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle

Remerciements



© ILRI, Tanzanie, Stevie Mann

L'étude sur l'avenir de l'élevage africain a été conçue au début de l'année 2013. Elle a été lancée au cours de la même année et terminée à la mi-avril 2014.

L'équipe de recherche de base qui a entrepris l'étude comprenait **Mario Herrero** de l'Organisation de recherche scientifique et industrielle du Commonwealth (CSIRO), St Lucia, Australie ; **Petr Havlík**, **Amanda Palazzo** et **Hugo Valin** de l'Institut international d'analyse des systèmes appliqués, Laxenburg, Autriche ; et **John Murray McIntire** de l'Institut international de recherche sur l'élevage, Nairobi, Kenya.

L'étude a été possible grâce au soutien financier de l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID). Les scénarios utilisés dans l'étude ont été conçus et quantifiés dans le cadre d'un projet financé par l'Union européenne intitulé « L'intégration des options d'atténuation et d'adaptation pour la production durable de bétail soumise au changement climatique » (ANIMALCHANGE) (Subvention no266018).

Le groupe consultatif de l'étude a fourni des orientations stratégiques et contribué de manière substantielle à l'élaboration et à la réalisation de l'étude. Il est constitué de **Berhe Tekola** de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), **Kazuaki Miyagishima** de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), **Bernard Vallat** de l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE), **Jimmy Smith** de l'Institut international de recherche sur l'élevage (ILRI), **François Legall** de la Banque mondiale et **Dennis Carroll** et **Joyce Turk** de l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID).

Plusieurs experts ont fait de précieuses propositions lors de la lecture des ébauches du rapport d'étude, notamment : **Juan Lubroth** et **Henning Steinfeld** (FAO), **Alain Dehove** (OIE), **James Butler** et **Samuel Thevasagayam** (Fondation Bill et Melinda Gates (BMGF)), **August Pabst** (USAID) et **Siwa Msangi** (Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI)).

Bien que l'étude ait été mise en œuvre sous ma direction générale, j'ai été soutenu par **Chadia Wannous** de l'équipe de Coordination du système des Nations Unies contre la grippe (UNSIC). Je tiens à remercier les chercheurs, les pairs du groupe consultatif, les experts, les collègues de l'USAID et bien d'autres personnes qui ont participé à la présente étude pour leur contribution à un travail d'équipe extraordinaire.

David Nabarro

Représentant spécial du Secrétaire général de l'ONU pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle

Abréviations et acronymes

BMGF	Fondation Bill et Melinda Gates
PPCB	Péri pneumonie contagieuse bovine
CO₂	Dioxyde de carbone
CSIRO	Organisation de recherche scientifique et industrielle du Commonwealth (CSIRO)
AVCI	Années de vie acorrigées du facteur invalidité
DAYCENT	Version quotidienne du modèle biogéochimique CENTURY
ECF	Fièvre de la côte orientale
EPIC	Modèle climatique intégré des politiques environnementales
UE	Union européenne
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FBS	Bilan alimentaire
MCG	Modèles de circulation générale
PIB	Produit intérieur brut
GES	Gaz à effet de serre
GLOBIOM	Modèle d'équilibre partiel global
OGM	Organisme génétiquement modifié
GrsLnd	Pâturages
VIH/SIDA	Virus de l'Immunodéficience Humaine
IFRPI	Institut international de recherche sur les politiques alimentaires
IIASA	Institut international d'analyse des systèmes appliqués
ILRI	Institut international de recherche sur l'élevage
ISI-MIP	Modèle de comparaison corrélative de l'impact intersectoriel
LW	Pertes et déchets
LAM	Amérique latine
LG	Système de pâturage
LGA	Basé sur l'herbage - aride

LGH	Basé sur le fourrage - humide
LGT	Basé sur le fourrage - tempéré/hautes terres
LPS	Systèmes de production animale
LUC	Changement d'affectation des terres
MR	Systèmes mixtes culture-élevage
MRA	Systèmes mixtes culture-élevage - aride
MRH	Systèmes mixtes culture-élevage - humide
MRT	Systèmes mixtes culture-élevage - tempéré/hautes terres
N₂O	Oxyde nitreux
NatLnd	Terrain naturel
OCDE	Organisation de coopération et de développment économiques
OIE	Organisation mondiale de la santé animale
PSE	Paiement pour des services environnementaux
PriFor	Forêts non aménagées
PPR	Peste des petits ruminants
RCP	Trajectoires représentatives de l'évolution des concentrations
RVF	Fièvre de la vallée du Rift
ASS	Afrique sub-saharienne
SLM	Pratiques de gestion durable des terres
SSP	Trajectoires socioéconomiques partagées
UNICEF	Fonds des Nations Unies pour l'enfance
UNSC	Coordination du système des Nations Unies contre la grippe
USAID	Agence des États-Unis pour le Développement International
USDA	Département américain de l'Agriculture
VWC	Teneur en eau virtuelle
OMS	Organisation mondiale de la Santé

Résumé Analytique



© ILRI, Éthiopie, Zerihun Sewunet

La présente étude examine les trajectoires plausibles pour l'élevage africain à l'horizon 2050.

Elle s'appuie sur les scénarios des trajectoires socioéconomiques partagée (SSP) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et examine trois variantes : un scénario d'intensification durable avec une forte croissance économique et une forte croissance du PIB, une évolution des régimes alimentaires et un degré élevé de changement technologique (SSP1) ; la poursuite des tendances actuelles (SSP2) ; et un scénario de dégradation avec peu de changements technologiques, une faible croissance économique et une forte croissance démographique (SSP3).

Grâce au modèle d'équilibre partiel global (GLOBIOM), nous déterminons les prévisions en matière de consommation, de production, de prix et d'échanges pour les différents produits d'origine animale (lait de bovins et de petits ruminants, viande de bovins, de petits ruminants et d'animaux monogastriques, et œufs) pour chaque scénario. Nous évaluons les effets de l'augmentation de la production sur les dimensions clés de l'environnement (utilisation de l'azote, changement d'affectation des terres et gaz à effet de serre) et examinons le rôle des différents systèmes agropastoraux (systèmes pastoraux, petits systèmes de production, systèmes mixte culture-élevage et systèmes industriels) pour répondre à la demande de produits d'élevage. Nous comparons l'Afrique à certaines régions du monde et discutons également de la façon dont les résultats influent sur les différentes régions de l'Afrique sub-saharienne (Afrique de l'Est, Afrique de l'Ouest, Afrique australe et bassin du Congo).

Nous examinons également des implications de nos conclusions sur la compétitivité du secteur, sur rôle que les petits producteurs et les éleveurs peuvent jouer dans l'avenir, et l'impact éventuel des maladies du fait de la satisfaction de la demande de produits d'élevage.

Nous concluons par des recommandations politiques pour la réalisation du potentiel de l'élevage comme moteur de la croissance économique, de la sécurité alimentaire et de la protection de l'environnement en Afrique sub-saharienne.

Les principaux résultats quantitatifs de l'étude sont les suivants :

1. La consommation de lait est susceptible de tripler dans la plupart des scénarios dans toutes les régions d'Afrique sub-saharienne d'ici à 2050, l'Afrique de l'Est, traditionnellement le plus grand consommateur de lait, tirant la croissance de la consommation.

2. Les projections de taux de croissance de la consommation de viande et des œufs de volaille et de la viande de porc sont les plus élevées en Afrique sub-saharienne. Selon les prévisions, la consommation de produits d'animaux monogastriques (volailles surtout) en Afrique de l'Ouest sera multipliée par six ou sept à l'horizon 2050, suivie par celle de l'Afrique australe et de l'Afrique de l'Est (multipliée par quatre).

3. Les conditions permettant de réaliser une forte croissance de la production (influence du potentiel de changement technologique rapide sur l'élevage et le rendement des cultures, baisse des prix, prix des produits plus rémunérateurs, concurrence accrue dans les marchés des intrants et des produits) sont les plus favorables pour le lait en Afrique de l'Est et de l'Ouest, pour les animaux monogastriques en Afrique de l'Ouest et pour la viande de ruminants en Afrique de l'Est.

4. Ce n'est que sous la SSP1 (scénario de durabilité) avec les plus fortes augmentations de rendements des cultures et de l'élevage, les gains d'efficacité les plus élevés dans l'utilisation des ressources et les coûts de production les plus bas, que les conditions de faible déficit commercial en vigueur jusqu'en 2000 pour tous les produits d'origine animale (environ 10 % de la production nationale) peuvent être maintenues jusqu'en 2050. Cela donne à penser qu'il est urgent d'investir dans l'intensification durable des systèmes d'élevage en Afrique.

5. Le maintien du statut-quo (scénario SSP2) conduirait au doublement des importations de lait et de produits d'animaux monogastriques (volailles surtout) par rapport à la production d'ici à 2050 et, éventuellement, à une augmentation des importations de viandes de ruminants d'environ 2 pour cent (part de la production en 2000) à environ 16 pour cent en 2050.

6. Tout écart négatif de la tendance actuelle (SSP2) concernant les gains d'efficacité en matière de production, les prix et la croissance du PIB, par exemple du fait des effets potentiels du changement climatique sur la productivité agricole, rendrait le secteur de l'élevage en Afrique sub-saharienne très peu compétitif, avec de très faibles gains d'efficacité dans l'utilisation des ressources et une forte augmentation des coûts de production (SSP3). Les conséquences seraient négatives pour les consommateurs et les producteurs, et pourraient avoir un impact sur la sécurité alimentaire du continent.

7. Les systèmes de production mixte culture-élevage des petits exploitants sont, et resteront, les principaux producteurs de produits de ruminants jusqu'en 2050, dans tous les scénarios. Toutefois, dans les scénarios SSP1 et SSP2, les systèmes pastoraux de toutes les régions et les systèmes de production mixte des petits exploitants dans les zones les plus humides pourront multiplier par quatre à huit la production de viande et de lait par rapport à la production de l'année 2000.

8. Dans des conditions socio-économiques et technologiques adéquates de réduction des coûts et d'accroissement de la productivité, en réalisant une expansion modeste pour garantir des sources d'aliments pour animaux, les systèmes pastoraux dans les régions arides pourraient tripler la production de lait de vache et augmenter la production de lait et de viande de petits ruminants par un facteur de cinq ou six par rapport aux niveaux de production de l'année 2000.

9. Seule, l'intensification durable de la production animale (SSP1) n'est pas suffisante pour répondre à la demande croissante de produits d'élevage. L'expansion des terres cultivées et des pâturages est nécessaire dans tous les scénarios pour augmenter la production de produits d'élevage à l'horizon 2050.

10. Les nouvelles terres destinées à l'augmentation des surfaces cultivables en Afrique sub-saharienne ont traditionnellement été, par ordre d'importance, les pâturages des zones avec des précipitations relativement fortes, suivies des savanes boisées et des forêts primaires. Cette tendance devrait se poursuivre jusqu'en 2050 avec la conversion continue des terres en pâturages et terrains naturels, et la stabilisation du taux de réduction des forêts primaires dans tous les scénarios.

11. En mettant ensemble la gestion de la demande, l'intensification des systèmes basés sur la terre et les changements structurels favorisant les systèmes d'élevage d'animaux monogastriques plus industriels, on pourrait améliorer l'efficacité environnementale des systèmes d'élevage (par exemple, en réduisant l'intensité d'émission des gaz à effet de serre (GES)) en Afrique sub-saharienne, sans sacrifier la production pastorale et paysanne.

12. Il pourrait y avoir des menaces croissantes de maladies touchant les animaux et l'homme dans tous les scénarios.

Principales recommandations stratégiques

1. Investir dans l'intensification durable des systèmes d'élevage africains.

Comme le montre la présente étude, l'Afrique est le continent où l'intensification durable des systèmes agricoles et d'élevage pourrait avoir des avantages significatifs pour la sécurité alimentaire, les revenus, le commerce, la compétitivité des petits producteurs et les services écosystémiques. Ces investissements peuvent se faire dans les domaines de la recherche et de la vulgarisation agricoles, des routes régionales et rurales, de la production et du transport de l'énergie ainsi que de l'irrigation publique.

2. Les possibilités d'augmentation de la productivité avec un gain très élevé d'efficacité dans d'utilisation des ressources sont étendues parce que les rendements actuels de lait et de viande par animal et par unité de terre sont faibles.

L'intensification durable comprend la fourniture accrue de services et d'intrants, un appui institutionnel et des marchés appropriés. Tous ces facteurs sont essentiels pour transformer les industries traditionnelles d'élevage en opérations commerciales.

3. Investir dans la fourniture d'aliments pour animaux de haute qualité toute l'année.

La biomasse des pâturages, les résidus de récolte, les fourrages plantés, les céréales et autres aliments, sont des éléments clés de l'expansion de la production animale. Les politiques visant à garantir que la production et la commercialisation d'aliments pour animaux peuvent se produire de façon dynamique à travers la région sont une composante essentielle de l'intensification durable du secteur.

4. Investir dans la planification et le suivi de l'affectation des terres :

Même dans les scénarios les plus optimistes d'intensification, l'expansion des terres cultivées et des pâturages est nécessaire pour atteindre le niveau d'augmentation prévue de la production. Il est important que la terre choisie pour l'augmentation de la production animale ait un coût d'opportunité relativement bas (coût économique et environnemental). Il faut pour cela, une planification de l'affectation des terres, des structures foncières solides, et des mesures incitatives adéquates pour la mise en œuvre de pratiques durables de changement d'affectation des terres (ce qui est particulièrement important dans les endroits où l'affectation des terres se fait avec d'importants compromis, tels que dans les zones à forte biodiversité, les bassins versants stratégiques et les zones densément peuplées).

5. Il est évident que les coûts de production dépendent de l'échelle d'élevage des animaux monogastriques : les grandes entreprises peuvent produire à moindre coût en raison des économies d'échelle au niveau de l'habitat, des soins vétérinaires, des finances, des aliments pour animaux et de la commercialisation. De ce fait, elles n'ont pas besoin de subventions.

Une politique connexe consiste à protéger les droits fonciers des petits producteurs (éleveurs, cultivateurs de terres arables et producteurs mixtes culture-élevage) contre les détournements des terres par les grands producteurs ou par les secteurs d'exportations subventionnés, tels que le tourisme des ressources naturelles ou l'exploitation minière.

6. Les gouvernements doivent réglementer les externalités de l'intensification.

De telles externalités peuvent survenir dans le domaine de la sécurité des aliments, des zoonoses, de la qualité de l'eau, des produits chimiques agricoles, de la gestion de l'utilisation des OGM tout au long de la chaîne alimentaire et de la préservation des réserves biologiques contre l'empiètement. Une telle réglementation est très urgente dans la **production industrielle**, d'autant que l'évolution vers la production intensive, en particulier dans l'élevage des porcs et de la volaille, s'accélèrera à mesure que la demande augmentera, en raison des économies d'échelle. La concentration a des effets négatifs tels que la pollution par les excréments d'animaux confinés ensemble (en l'absence de mesures de biosécurité adéquates), le risque de maladies (notamment celles qui peuvent se transmettre à l'homme ou aux autres espèces) et le développement éventuel de la résistance des microbes aux antibiotiques. La politique doit donc être axée sur le développement de la capacité réglementaire et incitative, notamment l'utilisation d'outils générant un bon rapport coûts-bénéfices pour la réglementation économique. La réglementation de ces externalités nécessite de la part du gouvernement, beaucoup plus de capacités qu'il n'en existe actuellement.

Les principales politiques sont les suivantes :

a) les grandes entreprises d'élevage assument tous les coûts environnementaux de leurs activités ; et

b) les règles relatives à la santé animale et humaine sont respectées par les entreprises d'élevage urbain et péri-urbain pour réduire les risques de zoonoses et de propagation rapide des maladies chez les animaux d'élevage confinés.

7. Investir dans la recherche fondamentale sur l'agriculture et l'élevage.

L'Afrique n'a pas suffisamment investi dans la recherche et la technologie agricoles. En conséquence, les taux de croissance de la productivité sont plus faibles et la capacité de l'Afrique à utiliser les innovations venant de l'étranger est plus faible par rapport à celle d'autres régions. Pour accroître l'échelle le niveau de recherche agricole en Afrique, il faudra : a) dépenser plus pour la recherche agricole portant sur

les problèmes régionaux (les maladies d'animaux d'élevage tropicaux, les contraintes de productivité des animaux causées par la chaleur, l'adaptation des cultures à la chaleur et au stress hydrique sont quelques exemples) et pour le développement des capacités scientifiques africaines ; b) dépenser plus pour la recherche fondamentale sur le contexte africain, en particulier sur la génétique des plantes et des animaux ; c) concentrer les nouveaux investissements relatifs à la recherche et la technologie sur les petits agriculteurs et sur les conditions liées aux coûts (transport, communications, énergie et approvisionnement en eau) dans leur environnement ; d) réduire au minimum les nouveaux investissements publics dans la recherche et la technologie agricole pour les grands agriculteurs, sauf pour étudier les coûts environnementaux (déchets solides, empreinte sur l'eau, zoonoses, et résistance aux médicaments) ; et e) mieux utiliser la biologie moderne, en particulier dans la science de l'élevage, où les problèmes sont plus complexes que dans les cultures et où le potentiel d'innovation est de ce fait plus grand.

8. Investir dans la recherche en santé animale.

À mesure que la production animale s'intensifie et devient plus concentrée par endroits, les risques de maladies animales (peste porcine, maladies de la volaille, mammite, zoonoses telles que la grippe aviaire) - vont s'accroître. La recherche animale doit se tourner vers les problèmes de l'élevage intensif d'animaux monogastriques, en plus de son orientation traditionnelle sur les ruminants dans les systèmes extensifs, en vue de l'expansion éventuelle de la demande de produits d'élevage d'animaux monogastriques.

9. Protéger les petits producteurs (et les éleveurs).

L'objectif de la politique en ce qui concerne les petits producteurs doit être de protéger leur compétitivité et leurs bases d'actifs. La première chose à faire est de ne PAS subventionner les grands producteurs pastoraux ou agricoles, fussent-ils nationaux ou étrangers. Les subventions sont économiquement inefficaces en ce que leur coût par emploi créé est élevé. Elles ont également des effets néfastes sur la répartition des revenus entre les groupes d'éleveurs, notamment du fait des préjugés défavorables contre les éleveurs et les petits propriétaires/producteurs.

10. Protéger les éleveurs.

Pour défendre les éleveurs, la première politique consiste à leur reconnaître des droits politiques et économiques par la création de droits à la propriété foncière, à l'eau et aux couloirs de pâturage. La deuxième consiste à fournir des services publics ciblés aux éleveurs là où des services privés sont absents. Il s'agit de fournir des services vétérinaires, de recherche, des services financiers, de transports, d'infrastructures, d'éducation et de santé. La troisième consiste à faciliter de nouvelles formes d'assurance, telles que les produits d'assurance basés sur un indice commercial et des liens entre ces produits et la surveillance participative de la maladie et l'information sur le marché.

11. Protéger les intérêts des femmes

La protection des intérêts des femmes en tant que propriétaires et gestionnaires de bétail devrait être un objectif stratégique spécial, parce que les femmes propriétaires de bétail souffrent de discrimination dans l'accès aux services, ce qui réduit à la fois l'efficacité et les apports de capitaux. Le but de la politique doit donc être de renverser cette tendance et d'éviter d'aggraver la situation des femmes en subventionnant leurs concurrents qui sont plus grands et généralement des hommes.

12. S'attaquer aux inégalités de revenu.

Les États africains doivent gérer les écarts de revenus absolus qui sont susceptibles de se creuser entre les petits et les grands propriétaires d'exploitations animales à mesure que les économies d'échelle et l'accès préférentiel au financement augmentent ces écarts. Ces inégalités de revenu peuvent être partiellement compensées par des filets de sécurité sociale, la tarification des services publics, et des politiques fiscales et commerciales. Mais les gouvernements doivent renforcer leurs capacités à créer des filets de sécurité sociale et à cibler les dépenses fiscales pour éviter d'accroître des inégalités de richesse et de revenus, en particulier parmi les groupes tels que les éleveurs qui sont confrontés à la perte de leur base d'actifs et de leurs moyens de subsistance traditionnels.

13. Gérer les coûts environnementaux.

Les coûts environnementaux du développement de l'élevage sont les émissions de GES, l'utilisation de l'eau, l'élimination du fumier et l'impact sur la productivité des pâturages à cause du surpâturage. Un problème particulier de gestion de l'environnement est la prédominance des petites exploitations qui ne peuvent être auto-assurées par des investissements physiques ou des instruments financiers parce que la pauvreté et l'isolement du marché les en empêchent. Les politiques appropriées consistent à : a) renforcer la gouvernance des masses d'eau, en traitant les questions telles que le niveau d'eau, la production d'électricité, l'irrigation et la biodiversité ; b) mettre de côté plus de réserves financières ou avoir recours à des contrats à terme pour faire face aux prix d'aliments si les prix intérieurs fluctuent plus à cause de l'élévation des températures et des tempêtes plus violentes ; c) créer des emplois dans le secteur public pour ceux qui ont perdu des revenus ou leur travail, notamment dans les zones pastorales touchées par des événements climatiques extrêmes ; d) investir dans la recherche régionale sur le matériel végétal et les pratiques agricoles qui résistent à des températures plus élevées et aux grandes inondations, ce qui pourrait permettre la diversification des moyens de subsistance des pasteurs qui peuvent alors se spécialiser dans l'élevage ; et e) promouvoir les paiements pour les services environnementaux.

14. Protéger la santé animale.

Un centre d'intérêt dans le domaine de la santé animale est celui des grandes maladies traditionnelles de l'élevage de ruminants, principalement, des bovins à viande et des bovins laitiers. Le secteur public fournit la plupart des services dans ces domaines. Les objectifs de la politique doivent être de financer ces services de manière adéquate dans les secteurs de l'élevage où les vétérinaires privés n'exercent pas (par exemple, les pastoraux et les petits producteurs isolés). La deuxième voie pour le développement de la santé animale est la production intensive d'animaux ruminants et d'animaux monogastriques. Un secteur de l'élevage commercial intensif créera de nouveaux problèmes liés à spécialisation des races, les aliments pour animaux, la claustration, et la sécurité alimentaire, et plus encore si les produits animaux sont exportés. L'objectif de la politique est de réglementer la fourniture de ces services afin qu'ils ne contribuent pas aux externalités telles que la résistance aux antibiotiques.

15. Les politiques doivent reconnaître les rôles potentiellement contradictoires de l'élevage dans la santé humaine.

Les zones tampons doivent être créées dans les zones densément peuplées où l'élevage intensif est pratiqué, en particulier dans les zones où le système d'approvisionnement en eau de consommation humaine n'est pas bien développé. Ces zones peuvent être encore plus nécessaires lorsque de fortes densités de populations humaines et animales vivent à proximité des zones irriguées, pouvant ainsi attirer les oiseaux migrateurs et les insectes vecteurs de maladies.

Table des matières



© ILRI, Mozambique, Stevie Mann

I. Introduction	22
II. L’Afrique dans l’économie mondiale de l’élevage	24
Production, consommation et commerce des produits d’élevage	25
Élevage et moyens de subsistance dans les pays en développement	27
L’élevage dans la santé et la nutrition humaines	30
Élevage et maladies infectieuses	32
Animaux d’élevage comme utilisateurs de terres et de l’eau	35
Animaux d’élevage comme recycleurs des nutriments	36
Coûts et avantages du recyclage des nutriments par l’élevage	37
Nutriments, effluents d’élevage, sols et pauvreté	38
Gaz à effet de serre	38
Gestion du fumier	40
Paiement pour des services environnementaux	41
III. Élevage dans les scénarios de développement mondial	44
Modèle de GLOBIOM	48
Élevage dans le modèle GLOBIOM	48
Affectation des terres	49
Rendement des cultures	49
Engrais azotés	49
Productivité des pâturages	50
Alimentation humaine	50
Déchets alimentaires et pertes agricoles	50
Facteurs macroéconomiques sous-jacents	51
Moteurs de l’agriculture et de l’affectation des terres	53
Demande alimentaire	54
Progrès techniques dans la production agricole	56
Progrès technique dans la production animale	58
Gestion des pertes et des déchets	60
Résultats : L’avenir de l’élevage africain dans les scénarios de la SSP à l’horizon 2050	64
Consommation	65
Production	70
Prix	72
Affectation des terres	73
Production animale	77
Production animale par système de production	80
Émissions de gaz à effet de serre	82
IV. L’Afrique sub-saharienne dans les scénarios des SSP : Une analyse sous-régionale	86
Production, consommation et commerce	87
Effets possibles sur la santé dans les SSP	101
V. Afrique sub-saharienne - Implications politiques et incidences sur la recherche	102
Modifier le rôle de l’État	103
Accélérer les changements techniques	104
Gérer la production industrielle	106
Protéger les petits producteurs (et éleveurs)	107
Protéger les éleveurs	108
Gestion des coûts environnementaux	109
Protéger la santé animale	110
Promouvoir une agriculture intensive	111
Références	114

Tableaux & Figures

Tableau 1	Nombre d'éleveurs vivant avec moins de 2 dollars par jour	26
Tableau 2	Commerce mondial des produits d'élevage	27
Tableau 3	Contribution de l'élevage aux émissions de gaz à effet de serre	39
Tableau 4	Échelles d'efficacité de recyclage d'azote (NCE) dans les systèmes mixtes culture-élevage	40
Tableau 5	Potentiel de PSE dans les systèmes d'élevage	42
<hr/>		
Figure 1	Revenu moyen dérivé de l'élevage par système de production	28
Figure 2	Interactions entre les populations, les animaux et les maladies	30
Figure 3	Scénarios relatifs aux cinq trajectoires socioéconomiques partagées (SSP)	45
Figure 4	Projections démographique en millions (population mondiale et d'Asie sur l'axe secondaire)	52
Figure 5	Prévision de PIB par habitant, 2005 \$ à MER (EUR sur l'axe secondaire)	53
Figure 6	Disponibilité de calories par habitant, sans effets sur les prix (kcal / hab. / jour)	55
Figure 7	Disponibilité d'aliments pour animaux dans les SSP sans effets sur les prix (kcal / hab. / jour)	56
Figure 8	Projections de rendement global des cultures par SSP (gigacalories par ha)	58
Figure 9	Projection de l'efficacité de la conversion des aliments pour animaux d'élevage (kg de produit protéique / kg d'aliment protéique pour animaux d'élevage)	59
Figure 10	Pertes et déchets d'oléagineux et de légumineuses (% de la production)	61
Figure 11	Pertes et déchets dans l'industrie laitière (% de la production)	62
Figure 12	Consommation alimentaire mondiale par habitant (kcal / hab. / jour)	65
Figure 13	Consommation de produits d'élevage par habitant (kcal / hab. / jour)	66
Figure 14	Consommation alimentaire mondiale - total (petacalories)	67
Figure 15	Consommation de produits d'élevage - total (petacalories)	67
Figure 16	Demande mondiale de produits agricoles en équivalent de produits primaires (petacalories)	68
Figure 17	Demande des cultures fourragères par région (petacalories)	69
Figure 18	Offre de calories végétales par région (petacalories)	70
Figure 19	Offre de calories animales par région (petacalories)	71
Figure 20	Comparaison de l'indice de prix des produits agricoles (2000 = 1)	72
Figure 21	Comparaison de l'indice de prix des produits d'élevage (2000 = 1)	73
Figure 22	Changements cumulatifs d'affectation des terres entre 2000-2050 (million d'hectares)	74
Figure 23	Évolution du rendement total des cultures en termes de calories sur la période 2000-2050 décomposé entre les effets d'intensification / exogènes et les effets d'agrégation (%)	75
Figure 24	Consommation d'azote supplémentaire par rapport à l'année 2000 (%)	76
Figure 25	Consommation supplémentaire d'eau d'irrigation par rapport à l'année 2000 (%)	76

Figure 26	Production animale mondiale par produit (en millions de tonnes de protéines)	77
Figure 27	Production mondiale de produits d'animaux monogastriques par région (en millions de tonnes de protéines)	78
Figure 28	Production mondiale de viande de ruminants par région (million de tonnes de protéines)	79
Figure 29	Production mondiale de lait cru par région (en million de tonnes de protéines)	79
Figure 30	Production de produits d'animaux monogastriques par système (en pourcentage du total du système)	80
Figure 31	Production de viande de ruminants par système (en pourcentage du total du système)	81
Figure 32	Production de lait cru par système (%)	81
Figure 33	Émissions mondiales de gaz à effet de serre (millions de tonnes de CO ₂ éq)	82
Figure 34	Émissions de gaz à effet de serre - Europe (millions de tonnes d'équivalent CO ₂)	83
Figure 35	Émissions de gaz à effet de serre - Amérique latine (millions de tonnes d'équivalent CO ₂)	84
Figure 36	Gaz à effet de serre en Asie (en millions de tonnes d'équivalent CO ₂)	84
Figure 37	Émissions de gaz à effet de serre - Afrique et Moyen Orient (AFM) (millions de tonnes d'équivalent CO ₂)	85
Figure 38	Consommation totale de produits d'élevage (en milliers de tonnes) dans les différentes régions de l'Afrique sub-saharienne à l'horizon 2050 selon le scénario SSP	88
Figure 39	Rapports de consommation entre la viande rouge et la viande blanche et entre la consommation de viande et du lait par sous-région d'Afrique sub-saharienne et dans le scénario SSP pour 2030 et 2050	89
Figure 40	Production totale (en milliers de tonnes) de produits d'élevage (a. lait, b. viande d'animaux monogastriques, c. viande de ruminants) entre 2030 et 2050 par région et par scénario en Afrique sub-saharienne	91
Figure 41	Prix mondiaux et d'Afrique sub-saharienne pour quelques produits animaux à l'horizon 2050, par scénario SSP	92
Figure 42	Déficit commercial dans les produits animaux comestibles (lait, viandes monogastriques + œufs et viandes de ruminants) en Afrique sub-saharienne en 2030 et 2050 selon le scénario SSP	94
Figure 43	Contribution des différents systèmes de production des animaux d'élevage ruminants à la croissance de la production prévue en Afrique sub-saharienne à l'horizon 2050 selon le scénario SSP	95
Figure 44	Projections de changement d'affectations des terres à l'horizon 2050 par scénario SSP (000 ha)	96
Figure 45	Source de terres cultivées d'ici à 2050 pour différents scénarios SSP. GrsLnd = pâturage, NatLnd = terrain naturel, PriFor = forêts non aménagées	97
Figure 46	Sources de terres pour l'expansion des pâturages en 2050 par scénario SSP (000 ha). GrsLnd = pâturage, NatLnd = terrain naturel, PriFor = forêts non aménagées	97
Figure 47	Émissions de méthane provenant de la fermentation entérique et de la gestion du fumier par région et scénario à l'horizon 2050 (en millions de tonnes d'équivalent CO ₂)	98
Figure 48	Répartition des émissions de méthane par systèmes de production animale (LPS) et par scénario	99
Figure 49	Gains d'efficacité relatifs aux gaz à effet de serre par unité de protéine produite pour tous les produits et les régions d'élevage à l'horizon 2050 selon le scénario SSP (kg de CO ₂ / kg de protéine produit)	100

Introduction



L'élevage est une source importante de revenus, de moyens de subsistance, de nutrition et de sécurité alimentaire, ainsi que de résilience dans une grande partie de l'Afrique.

La demande croissante de produits d'élevage en Afrique ne correspond pas encore à l'augmentation de la production, ce qui implique toutefois qu'il pourrait y avoir de multiples avantages pour les agriculteurs et les consommateurs si ceux-ci peuvent répondre à de nouvelles demandes de produits d'origine animale en Afrique et sur les marchés mondiaux.

Une réponse accélérée de l'offre n'est pas automatique.

Pour accroître la production, il faut résoudre des problèmes techniques et politiques difficiles. Ces problèmes sont entre autres la pénurie de terres et d'eau, les maladies animales, les effets zoonotiques sur la santé humaine, la dégradation institutionnelle, et les effets sur l'environnement ressentis à travers les émissions de gaz à effet de serre et la gestion du fumier.

L'augmentation de la production animale ne va pas sans inconvénients.

L'augmentation de la production aura des conséquences négatives, notamment la pression sur les ressources en eau et les terres, l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre ainsi que des risques de zoonoses. Si l'augmentation de la production animale s'accompagne d'un changement de mode de production, de manière à abandonner le pastoralisme et les petites exploitations au profit des systèmes industriels, les éleveurs et les petits producteurs perdraient leur richesse et leurs revenus, ce qui ferait probablement d'eux une nouvelle sous-classe de pauvres ruraux. Le déplacement de la production animale vers les zones urbaines peut augmenter les coûts environnementaux des systèmes intensifs et les risques de zoonoses. Ces déplacements (changements de systèmes, de zones, d'échelle d'entreprise, d'effets environnementaux, de modes de consommation) dans la production animale se produiront dans le cadre général de l'intensification pour accroître la productivité à travers le monde.

Les changements mondiaux présenteront de nouveaux défis pour le secteur de l'élevage en Afrique. Ces défis pourraient inclure :

- la réalisation du potentiel génétique des espèces autochtones de façon à maintenir le rythme de croissance de la productivité d'origine génétique dans les régions concurrentes ;
- la prévention de l'émergence et de la propagation des zoonoses ;
- la contribution à l'effort mondial contre la résistance aux antibiotiques provenant de la production animale industrielle ;
- la réduction des coûts des aliments pour animaux d'élevage grâce à la création et au transfert de technologies sans appauvrir davantage les consommateurs de céréales ;
- la médiation des conflits fonciers entre les activités (culture, élevage extensif, élevage industriel, biodiversité, villes et réserves naturelles) afin d'éviter de détruire le patrimoine et les revenus traditionnels ;
- la gestion de la propagation des vecteurs et des maladies connexes liées au changement climatique et des coûts de prise en charge des maladies associées à la propagation des vecteurs ;
- Comment améliorer à long terme les races d'animaux indigènes produisant la viande et des produits laitiers ?

Le présent document se déploie comme suit : La section I, dans un premier temps, décrit le contexte mondial dans lequel les systèmes d'élevage africains évolueront. Les questions de production, de consommation et de commerce à l'échelle africaine et mondiale sont examinées avant la discussion sur les questions de subsistance, de santé, de nutrition et d'environnement liées à la production et à la consommation animale.

La section II décrit le modèle mondial et son utilisation dans la création de scénarios de développement de la production animale à l'échelle africaine et mondiale. La section III quant à elle présente plus en détail les résultats du modèle appliqué à l'Afrique sub-saharienne. La section IV traite des politiques visant à promouvoir une plus grande productivité tout en préservant les moyens de subsistance des producteurs traditionnels, en évitant les coûts environnementaux et en limitant les effets néfastes d'un élevage intensif sur la santé.

L'Afrique dans l'économie mondiale de l'élevage

2



© ILRI, Niger, Stevie Mann

Cette section positionne les systèmes d'élevage de l'Afrique sub-saharienne dans l'économie reposant sur l'élevage dans le monde.

Après avoir défini les principaux systèmes de production animale, cette section examine l'ensemble des animaux par type (ruminants et non-ruminants) et par région ; par systèmes agricole (commercial, petits producteurs mixtes, pastoral) au sein des régions ; par flux de production (principalement de la viande et du lait) ; par modes de consommation par région et par niveau de revenu national ; par part du commerce mondial par région et par niveau de revenu ; par tendance des prix des produits de base pour les produits et les intrants échangeables ; par modes d'utilisation d'aliments pour animaux d'élevage (pâturage, résidus de cultures, viandis, concentrés) ; et par coûts environnementaux (GES, eau, déchets solides, risques pour la santé) de la production animale. La dernière section évalue les niveaux et les tendances des mesures de la productivité de base par animal et par unité de surface pour les principaux systèmes africains par rapport aux systèmes concurrents.

Production, consommation et commerce des produits d'élevage

La production des produits d'élevage dans les pays en développement se fait suivant divers systèmes.

Ceux-ci vont des systèmes pastoraux/de pâturage, qui occupent la majeure partie de la superficie des terres et ont généralement de faibles densités de population humaine avec des taux plus élevés de ruminants par rapport aux humains ; aux systèmes mixtes culture-élevage, généralement dans des zones appropriées à la fois pour la production agricole et l'élevage et où la densité de la population humaine est plus élevée ; en passant par les systèmes intensifs, généralement dans les zones péri-urbaines/urbaines ; et les systèmes sans terre que l'on retrouve souvent en zones urbaines. De tels systèmes dans les pays en développement produisent environ 50 pour cent de la viande bovine, 41 pour cent du lait, 72 pour cent de viande d'agneau, 59 pour cent de viande de porc et 53 pour cent de la volaille globalement (Herrero et coll., 2009). Ces parts devraient s'augmenter d'autant que la production animale devrait s'accroître à l'avenir dans les pays en développement (Bruinsma, 2003 ; Rosegrant et coll., 2009).

La plupart des viandes et de lait dans les pays en développement proviennent de systèmes mixtes

(Herrero et coll., 2009 ; 2013 ; FAO, 2013). Ces systèmes jouent un rôle très important dans la sécurité alimentaire mondiale, car ils produisent également près de 50 pour cent de la production mondiale de céréales (Herrero et coll., 2009 et 2010). Les taux récents les plus élevés relatifs à l'augmentation de la production animale concernent les secteurs d'élevage à forte intensité de porcs et de volailles dans le monde en développement (Delgado et coll., 1999 ; Bruinsma, 2003 ; Steinfeld et coll., 2006).

L'élevage apporte des produits à plus forte valeur ajoutée par rapport aux cultures.

Le prix global moyen d'une tonne de viande rouge est de 10 fois plus élevé que le prix du soja, tandis que celui du lait est de 70 pour cent plus élevé (FAOSTAT, 2011). Le lait et la viande sont donc parmi les produits agropastoraux ayant la plus grande valeur brute de production (VOP) dans les pays en développement (FAOSTAT, 2011). Dans la dernière décennie, l'élevage représentait entre 17 et 47 pour cent de la Valeur brute de production agricole totale dans les régions des pays en développement (échelle définie pour l'Asie du Sud-Est et l'Amérique centrale, respectivement) (FAOSTAT, 2011). Au cours des 40 dernières années, la valeur de la production animale s'est accrue en moyenne de 2,7 pour cent par an en Afrique subsaharienne (ASS), de 3,4 pour cent en Amérique centrale, et de 4,1 pour cent en Asie

du Sud-Est (SE). Ces indicateurs de croissance se rapprochent, à titre d'exemple, du taux de croissance annuelle moyenne de la Valeur brute de production de 1,2 pour cent en Amérique du Nord au cours de la même période (FAOSTAT, 2011).

Le commerce mondial s'est intensifié au cours des dernières années

en raison de la libéralisation des échanges et des changements dans les avantages comparatifs régionaux imputables à l'évolution technique (Tableau au 1 de la FAO, 2009). Les produits laitiers et les œufs dominent le commerce, mais les exportations de viande sont importantes pour quelques pays (Brésil, Thaïlande) (FAO, 2009). La plus grande partie du commerce des produits d'élevage a lieu à l'intérieur du pays, le mouvement des produits animaux, des intrants et de services étant très dynamique en raison de la connectivité interne accrue, des réseaux de transport, de l'amélioration des chaînes de valeur et du besoin croissant d'approvisionnement des populations urbaines.

Le commerce est d'une importance contrastée dans l'économie de l'élevage en Afrique.

La consommation locale domine la demande de produits d'élevage, et le commerce à l'échelle internationale est relativement faible. Par exemple, le commerce de la plupart des produits d'origine animale en 2000 était de 10 pour cent des volumes de production en Afrique sub-saharienne (FAOSTAT, 2011).

Tableau 1 - Nombre d'éleveurs vivant avec moins de 2 dollars par jour

Région / sous-région	Nombre d'éleveurs pauvres (en milliers)
Afrique sub-saharienne	319 908
Afrique centrale	29 815
Afrique de l'Ouest	132 742
Afrique de l'Est	104 816
Afrique australe	52 534
Asie du Sud	606 967
Inde	546 012
Bangladesh	60 955
Total	926 875

Staal et coll., 2009 (mise à jour de Thornton et coll., 2002). Ces estimations sont approximatives.

Élevage et moyens de subsistance dans les pays en développement

L'élevage est important du fait qu'il soutient les moyens de subsistance en milieu rural dans les tropiques. Près d'un (1) milliard de personnes vivant avec moins de deux (2) dollars par jour en Asie du Sud et en Afrique sub-saharienne élèvent des animaux (Tableau 1). Plus de 80 pour cent des Africains pauvres ont les animaux (FAO, 2009).

L'aspect le plus important concernant l'utilisation de la production animale comme moyen de subsistance est, bien entendu, le revenu du ménage. Selon les données représentatives au niveau national et relatives à l'ensemble du monde en développement, 68 pour cent des ménages gagnent des revenus de l'élevage (Davis et coll., 2007). Dans l'étude de Davis et coll. (2007) portant sur les systèmes mixtes culture-élevage dans 15 pays, la part des revenus de l'élevage dans les ménages ruraux varie de 1,6 à 33,8 pour cent, en fonction des objectifs dudit élevage (pour la traction, en tant qu'actif ou pour la production), et de l'importance des revenus agricoles, des revenus en dehors des activités agropastorales et des transferts monétaires.

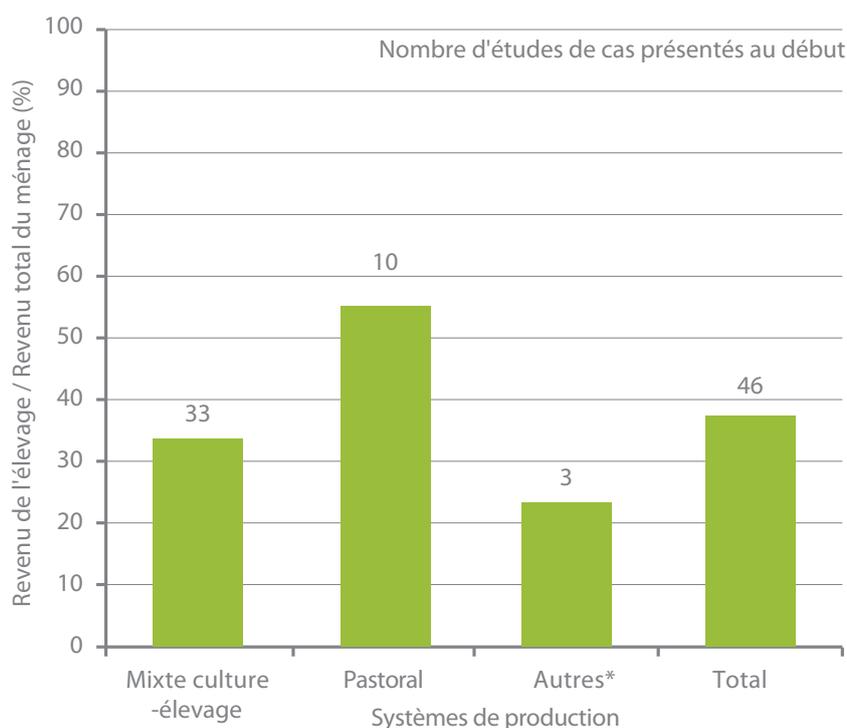
Tableau 2 - Commerce mondial des produits d'élevage

Produit	Exportations mondiales		Part de la production totale (%)	
	1980	2006	1980	2006
Viande	9,6	32,1	7,0	11,7
Porc	2,6	10,4	4,9	9,8
Volaille	1,5	11,1	5,9	13,0
Bovin	4,3	9,2	9,1	14,2
Ovin	0,8	1,1	10,6	7,7
Produits laitiers	42,8	90,2	8,7	12,7
Œufs	0,8	1,5	3,1	2,2

Source : FAO, 2009.

La part moyenne des revenus de l'élevage était inférieure à celle des cultures, 12 pour cent contre 30 pour cent ; Cependant, la tendance à la croissance de cette part était plus forte que celle des revenus des cultures. Alors que la part du revenu des cultures est restée stable ou a même diminué entre 1992 et 1998, la part des revenus de l'élevage a augmenté de 75 pour cent pendant la même période, de 110 pour cent au Vietnam entre 1992 et 1998, et de 290 pour cent au Panama entre 1997 et 2003 (Davis et coll., 2007). Staal et coll. (2009) ont analysé 92 études de cas des pays en développement (Figure 1 - Revenu moyen dérivés de l'élevage par système de production) et ont constaté que la contribution des animaux d'élevage était en moyenne de 33 pour cent des revenus dans les systèmes mixtes culture-élevage, les revenus les plus élevés provenant des produits laitiers et de la volaille. Ils ont également indiqué que les revenus moyens d'élevage issus de la production pastorale étaient de 55 pour cent du revenu total. Dans les études sur les éleveurs Maasai, BurnSilver (2009), Nkedianye et coll. (2009) et Thompson et coll. (2009) ont trouvé que les revenus de l'élevage, variaient de 37 à 85 pour cent du revenu total, ceci en fonction du niveau de diversification et de l'accès au marché des groupes étudiés. Bernués et Herrero (2008) ont trouvé une échelle similaire de revenus de l'élevage (de 37 à 88 pour cent) dans les systèmes avec différents degrés d'intégration culture-élevage et de diversification dans les basses terres de la Bolivie (plus l'intégration et la diversification avec les cultures était poussée, moins la part du revenu total était importante ; plus la spécialisation vers les produits laitiers était poussée, plus cette part était importante).

Figure 1 - Revenu moyen dérivés de l'élevage par système de production



Source : Staal et coll. (2009). Données de 92 études de cas des pays en développement.

Emploi.

La croissance de la demande de lait et de viande, principalement motivée par la consommation urbaine des pays en développement a augmenté au cours des dernières décennies et devrait doubler d'ici à 2050 (Delgado et coll., 1999 ; Rosegrant et coll., 2009). Cette augmentation de la demande de lait, de viande, de poisson et d'œufs a généré des emplois tout au long de la chaîne de valeur de l'élevage, depuis la vente des intrants pour la production animale à la vente au détail en passant par la commercialisation et la transformation. On estime aujourd'hui que près de 1,3 milliard de personnes dans le monde sont employées à différents niveaux de la chaîne de valeur des produits d'élevage (Herrero et coll., 2009). L'emploi dans le secteur de l'élevage est particulièrement élevé dans les secteurs informels d'Asie et d'Afrique où se vend la plus grande partie de la viande, du lait, des œufs et du poisson (Grace et coll., 2008) et où la plupart des vendeurs et acheteurs des aliments d'origine animale sont eux-mêmes pauvres (Omoro et coll., 2001 ; Kaitibie et coll., 2008). L'alimentation de rue constitue une grande partie du secteur informel dans la plupart des pays en développement, en Afrique du Sud principalement (Perry et Grace, 2009) et constitue donc une source importante de revenus et d'emplois pour les pauvres. Les aliments d'origine animale sont parmi les aliments les plus couramment vendus dans la rue (Perry and Grace, 2009), et ce sont essentiellement les femmes pauvres qui préparent et vendent ces aliments.

L'élevage est l'un des principaux actifs des ménages ruraux.

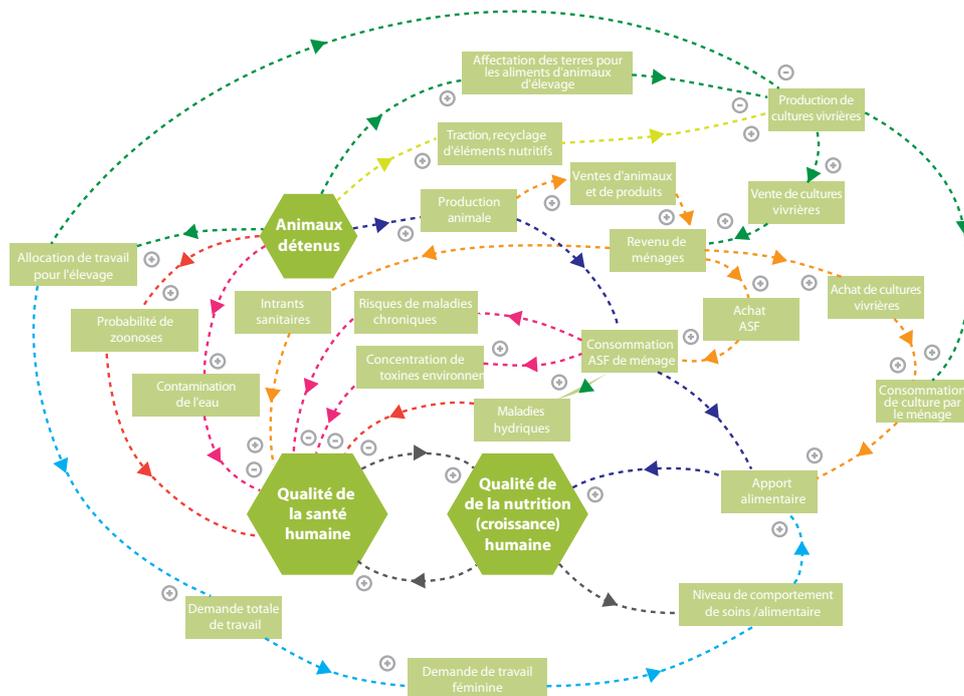
La propriété et la gestion d'actifs sont essentielles au bien-être (Sherraden, 1991 ; Carter et Barrett, 2006). Être propriétaire d'animaux d'élevage est souvent un signe de richesse (Dercon et Kirshnan, 1996 ; Deshingkar et coll., 2008 ; Ellis et Freeman, 2004 ; Kristjanson et coll., 2005), mais curieusement, la part des revenus de l'élevage était plus élevée dans le quintile de la population au revenu le plus faible (Davis et coll., 2007). A cause de leur nature liquide, les actifs animaux peuvent être utilisés à bon marché pour financer des investissements tels que les frais de scolarité ou en cas de besoin, comme lors d'une maladie ou de la sécheresse. Dans leur étude « Voix des pauvres », Narayan et coll. (2000) ont constaté que « les pauvres parlent rarement de revenu, mais se concentrent plutôt sur la gestion des actifs (physiques, humains, sociaux et environnementaux) comme un moyen de faire face à leur vulnérabilité ».

L'accumulation d'actifs d'élevage est généralement suivie par un changement vers des sources de revenus non agropastorales par rapport aux sources agropastorales (Barrett et coll., 2001 ; Ellis et Freeman, 2004 ; Reardon, 1997). Par exemple, dans une analyse des moyens d'existence de quatre pays africains par Ellis et Freeman (2004), le quartile de la population rurale pauvre avec le revenu le plus élevé avait les plus grandes exploitations d'élevage et la plus grande part du revenu total de sources non agropastorales. Ellis et Freeman concluent que « le bétail est un actif remplaçable qui peut être vendu pour investir dans la terre ou les petites entreprises, et inversement, le revenu non agricole peut être utilisé pour bâtir des troupeaux » (Ellis et Freeman, 2004).

L'élevage dans la santé et la nutrition humaines

Les relations entre l'élevage, la nutrition et la santé humaine sont complexes (Figure 2). L'élevage peut nuire à la santé humaine si les aliments d'origine animale contribuent à une mauvaise alimentation et si ces aliments constituent un réservoir de zoonoses. Par exemple, les éleveurs pauvres à travers le monde sont confrontés à des dilemmes quotidiens entre la vente de leur lait, viande et œufs (relativement coûteux) pour augmenter les revenus ou les consommer pour améliorer leur nutrition. Comme les aliments d'origine animale sont riches en éléments nutritifs, notamment oligo-éléments, la décision de les consommer ou de les vendre a des implications majeures pour la santé nutritionnelle et économique.

Figure 2 - Interactions entre les populations, les animaux et les maladies



Source : Randolph et coll. (2007)

L'apport des produits d'élevage et du poisson en énergie totale et en protéine dans les pays pauvres.

En Afrique de l'Est, par exemple, les produits d'élevage fournissent en moyenne 11 pour cent de l'énergie et 26 pour cent de protéines dans le régime alimentaire des populations pauvres (FAOSTAT, 2011). Pour certains groupes vulnérables, comme les 180 millions de pasteurs dans le monde, la contribution des produits d'élevage à l'alimentation est beaucoup plus élevée ; par exemple, chez les agriculteurs-éleveurs Nuer du Soudan, la moitié de l'apport énergétique total des enfants de moins de 5 ans vient du lait (Fielding et coll., 2000).

Les aliments d'origine animale jouent un rôle encore plus important dans la sécurité nutritionnelle.

Parce que les aliments d'origine animale sont riches en énergie et en protéines de haute qualité et sont agréables au goût, ils sont importants pour les groupes vulnérables, comme les nourrissons, les enfants, les femmes enceintes et allaitantes, et les personnes vivant avec le VIH. Ils fournissent également une variété de micronutriments essentiels, tels que la vitamine A, la vitamine B12, la riboflavine, le calcium, le fer, le zinc et divers acides gras essentiels qui sont difficiles à obtenir en quantité suffisante dans les aliments à base de plantes seules (Murphy et Allen, 2003). Les aliments d'origine animale fournissent simultanément de multiples micronutriments, ce qui peut être important dans les régimes où plusieurs substances nutritives sont absentes, par exemple, la vitamine A et la riboflavine qui sont tous deux nécessaires pour la mobilisation du fer et la synthèse de l'hémoglobine. La supplémentation en fer seule ne peut pas traiter avec succès l'anémie en présence d'une carence en ces autres substances nutritives (Allen, 2002). Les micronutriments dans les aliments d'origine animale sont souvent plus facilement absorbés que ceux dans les aliments à base de plantes (Murphy et Allen, 2003).

Il a été prouvé que la consommation de quantités même infimes d'aliments d'origine animale contribue sensiblement à garantir l'équilibre alimentaire et à prévenir la sous-nutrition et les carences nutritionnelles (Neumann et coll., 2003). Des études longitudinales approfondies en Égypte, au Kenya et au Mexique (Neumann et coll., 2003) ont démontré de fortes relations entre la consommation d'aliments d'origine animale et une meilleure croissance, le développement de la fonction cognitive et de l'activité physique des enfants, une meilleure issue de la grossesse et la réduction de la morbidité. La consommation de quantités suffisantes de micronutriments, tels que ceux qui peuvent être présents dans les aliments d'origine animale, renforce le système immunitaire et favorise également la réponse immunitaire (Keusch et Farthing, 1986 ; Neumann et coll., 1975, 1991). Les pauvres ne consomment pas beaucoup d'aliments d'origine animale à cause d'une offre limitée dans certaines régions, comme l'Afrique sub-saharienne, ainsi qu'à cause des contraintes de revenu. Il a été estimé que, pour lutter efficacement contre la sous-nutrition, il faut 20 g de protéines animales par personne et par jour, ce qui peut être réalisé par une consommation annuelle de 33 kg de viande maigre, 230 kg de lait ou 45 kg de poisson (FAO, 2009).

La sous nutrition est très répandue parmi les populations pauvres et a été liée à la mort d'un tiers de tous les enfants de moins de 5 ans (Black et coll., 2008). On estime que 195 millions d'enfants sont trop petits pour leur âge (retard de croissance) et 129 millions d'enfants souffrent d'insuffisance pondérale (UNICEF, 2008). Cette sous-nutrition est parfois liée à une faible consommation d'aliments d'origine animale et d'autres aliments riches en protéines.

La consommation d'aliments d'origine animale peut avoir des effets indésirables.

Dans les pays riches, il a été démontré que la consommation d'aliments d'origine animale cause des maladies chroniques, notamment l'obésité, les maladies cardiovasculaires et le cancer (McMichael et coll., 2007). Beaucoup de pays en développement font face à un « double fardeau de la malnutrition », c'est-à-dire à la persistance de la sous-nutrition avec une augmentation rapide de maladies associées à la surnutrition. En Afrique du Sud, par exemple, plus d'un quart des enfants des zones rurales souffrent du retard de croissance, tandis que près de 60 pour cent des femmes sont en surpoids ou sont obèses (Toriola et Goon, 2012). Des syndromes similaires ont été observés dans des pays en développement où la classe moyenne est importante et encore en expansion (tel qu'au Brésil, en Chine et en Inde).

Élevage et maladies infectieuses

Les maladies infectieuses sont la cause directe d'environ 40 pour cent d'années de développement perdues du fait des maladies et des décès (OMS, 2008).

L'élevage contribue à ce fardeau par des maladies transmises par les aliments d'origine animale, les zoonoses transmissibles entre les animaux d'élevage et l'homme, et les maladies humaines qui proviennent des animaux d'élevage. Une estimation récente indique que 12 pour cent du fardeau des maladies infectieuses dans les pays les moins avancés sont dus aux zoonoses, très souvent transmise aux humains par des animaux d'élevage hôtes à travers la consommation d'aliments d'origine animale, des vecteurs ou par contact direct (Grace et coll., 2012).

Les maladies d'origine alimentaire sont les maladies les plus répandues dans le monde et se manifestent le plus souvent sous forme de maladies gastro-intestinales. La diarrhée est l'une des trois principales maladies infectieuses dans la plupart des pays en développement, tuant environ 1,4 million d'enfants par an (Black et coll., 2010). La grande majorité des cas sont causés par des bactéries et des virus et non par des produits chimiques, même si ces derniers préoccupent souvent assez sérieusement le public (Kafetzstein et coll., 1997 ; De Boer et coll., 2005). Dans les pays où il existe des données fiables, les agents pathogènes zoonotiques sont parmi les causes les plus notables de maladie d'origine alimentaire (Thorns, 2000 ; Schlunt et coll., 2004).

Les aliments d'origine animale présentent des risques pour la santé (Lynch et coll., 2006) parce que la viande et le lait sont d'excellents milieux de croissance microbienne.

En 2006, les maladies d'origine alimentaire ont coûté 152 milliards de dollars ou environ 1,1 pour cent du PIB aux États-Unis. On en sait moins sur les maladies d'origine alimentaire dans les pays en développement. D'une part, la consommation d'aliments d'origine animale est moindre, ce qui diminue le risque, mais, d'autre part, les aliments d'origine animale qui sont consommés sont un facteur de risques élevés. Les estimations des coûts des maladies d'origine alimentaire au Nigeria s'élevaient à 3 milliards de dollars en 2010, soit environ 1,25 pour cent du PIB (Scharff, 2010 et Okike et coll., 2010).

De nombreuses maladies humaines sont d'origine zoonotique (c'est-à-dire transmissibles entre les animaux et l'homme), et incluent un grand nombre des causes les plus graves de maladie et de décès. L'échinococcose est responsable de la perte d'un (1) million d'AVCI (année de vie corrigée du facteur d'invalidité), en plus de pertes économiques humaines (notamment les frais médicaux, les pertes de revenu) estimées à 1,9 milliard de dollars et des pertes de production animale de 2,1 milliards de dollars (Maudlin et coll., 2009). La maladie du sommeil, la rage, la leishmaniose, la cysticercose, la brucellose et la leptospirose sont d'autres zoonoses aussi graves dont les animaux d'élevage sont des réservoirs.

Les zoonoses (maladies transmissibles entre les animaux et les personnes) et les maladies humaines qui ont récemment émergé à partir d'animaux (surtout le VIH/SIDA) représentent 25 pour cent du fardeau des maladies infectieuses dans les pays les moins avancés (Gilbert et coll., 2010). Beaucoup d'autres maladies humaines graves, telles que le VIH, la rougeole et la variole, étaient à l'origine des maladies animales, mais ont franchi la barrière d'espèce quand les méthodes agropastorales ont été modifiées. Dans la première transition épidémiologique, les niveaux record de mondialisation, d'urbanisation, de production animale, et de dégradation environnementale entraînent de nouvelles épidémies de maladies infectieuses. Actuellement, une nouvelle maladie émerge tous les quatre mois, et 75 pour cent de celles-ci proviennent des animaux (Jones et coll., 2008).

Les autres problèmes de santé sont :

les toxines fongiques (mycotoxines) dans les aliments d'origine animale ; l'eau contaminée par des déchets animaux utilisés dans l'agriculture ; la mauvaise utilisation des produits chimiques et d'antibiotiques agricoles dans l'élevage, ce qui entraîne une toxicité directe et contribue à la résistance humaine aux antibiotiques ; et les effets sur la santé de la dégradation de l'environnement résultant de la production animale. Les barrages construits pour l'abreuvement des animaux d'élevage sont un autre exemple local. En effet, l'eau de tels barrages peut être à l'origine des maladies hydriques telles que la schistosomiase. Sur le plan mondial, on note l'évolution de la répartition des maladies, associée à celle des vecteurs du fait du réchauffement climatique.

Les producteurs, les commerçants et les consommateurs pauvres supportent le plus lourd fardeau des maladies des animaux d'élevage.

Ils sont souvent économiquement et socialement désavantagés avec un accès restreint aux services médicaux. En conséquence, les zoonoses (maladie du sommeil, cysticercose, tuberculose zoonotique) prospèrent au sein de telles populations parmi lesquelles les maladies éradiquées dans les populations les plus riches (par exemple la rage, la brucellose, la maladie hydatique) persistent. Il existe souvent une compétition pour les ressources en baisse ce qui peut entraîner l'intensification des interactions entre l'homme, les animaux d'élevage et la faune sauvage (par exemple autour des points d'eau dans des zones pastorales) et à l'augmentation de la transmission des maladies. De tels risques sont accrus parmi les 180 millions de pasteurs au monde.

Une autre population visée est constituée des résidents des zones où l'on retrouve des systèmes agricoles et alimentaires qui s'intensifient et / ou évoluent rapidement.

Il s'agit notamment des systèmes d'urbanisation et de développement rapides de l'Amérique latine et de l'Asie du Sud-Est, mais également des zones de l'Asie du Sud (par exemple la colonie de buffles de Karachi, avec plus de 300 000 animaux) et de l'Afrique (par exemple, la Chaîne de valeur de la viande de brousse liée à l'ouverture des forêts tropicales par la construction de routes). Ces systèmes sont caractérisés par la croissance démographique et l'évolution des niveaux de vie, la forte demande des produits d'élevage, et un accès relativement adéquat aux marchés, mais une faible réglementation. Les marchés de détail de transitions sont importants dans certaines régions (par exemple en Amérique latine, en Afrique du Sud), tandis que, d'autres préfèrent toujours les marchés de produits frais ainsi que les habitudes alimentaires traditionnelles (par exemple, la consommation d'animaux sauvages en Asie du Sud). Ces tendances entraînent des systèmes de production péri-urbains très dynamiques, ainsi que des chaînes d'approvisionnement alimentaire plus longues. La malnutrition est un problème moins grave, mais les maladies transmises par les aliments et par l'eau et les risques environnementaux sont devenus plus graves. Parce que ces systèmes sont très dynamiques, ont de fortes densités d'animaux d'élevage génétiquement homogènes, et des taux élevés de contact entre l'homme, les animaux d'élevage et la faune sauvage, ils sont considérés comme des sources d'émergence de nouvelles maladies.

Animaux d'élevage comme utilisateurs de terres et de l'eau

Les systèmes d'élevage sont l'un des principaux utilisateurs des terres. Steinfeld et coll. (2006) estiment que les animaux utilisent 3,4 milliards d'hectares de pâturage et 500 millions d'hectares de terres cultivées pour la production d'aliments pour animaux d'élevage (33 pour cent des terres arables du monde). Des zones de pâturage, 2,3 milliards d'hectares se trouvent dans les pays en développement. L'expansion des pâturages au détriment des habitats naturels dans les pays en développement était de l'ordre de 330 millions d'hectares au cours des 40 dernières années (FAO, 2009). Cette expansion a eu lieu principalement en Amérique latine, et devrait encore augmenter de 100 millions à 120 millions d'hectares en 2050 si les pratiques actuelles sont maintenues (Smith et coll., 2010).

L'expansion des terres cultivées aux fins de production de céréales destinées aux animaux monogastriques est un effet indirect de la production animale. Les terres cultivées ont augmenté de 190 millions d'hectares dans la même période et devraient augmenter à un rythme plus rapide que les pâturages en raison de la nécessité de fournir des aliments pour animaux monogastriques et de la production intensive de ruminants (Smith et coll., 2010). Selon une estimation, 450 millions de tonnes de céréales seront nécessaires pour répondre à la demande humaine pour les produits animaux d'ici 2050 (Rosegrant et coll., 2009).

L'affectation des terres est étroitement liée aux cycles de l'eau. Il n'est donc pas surprenant que 90 pour cent de l'eau utilisée par les animaux d'élevage servent aux pâturages et à la production d'aliments pour animaux d'élevage. La fraction d'eau utilisée comme boisson représente moins de 10 pour cent du total (Peden et coll., 2007). D'après les recherches récentes (Heinke et coll., 2011), à l'échelle de la planète, la production d'aliments pour animaux d'élevage pour le secteur de l'élevage s'approprie 5315 km³ yr⁻¹ de l'évapotranspiration (9 pour cent de l'évapotranspiration mondiale). La production d'aliments pour animaux d'élevage utilise 37 pour cent de toute l'eau de production agricole, et la biomasse consommée par les animaux d'élevage sur des terres de pâturage s'approprie 32 pour cent de l'évapotranspiration mondiale des terres de pâturage. Le reste de l'évapotranspiration soutient une gamme de services clés de l'écosystème, ce qui semble être un rôle clé pour les pâturages à l'échelle mondiale. Il pourrait être vital de renforcer ce rôle par une meilleure gestion des parcours pour améliorer les cycles mondiaux d'eau de précipitations (Rockström et coll., 2009). Au niveau mondial, la valeur moyenne la teneur en eau virtuelle agrégée (VWC) des produits d'élevage est de 5,63 m³ 1000 kcal⁻¹. En revanche, la teneur en eau virtuelle (VWC) des produits végétaux de terres cultivées est estimée à seulement 0,66 m³ 1000 kcal⁻¹. (Heinke et coll., 2011). Pour produire 1kcal de produits animaux il faut en moyenne neuf fois la quantité d'eau nécessaire pour produire 1 kcal à partir des cultures.

La teneur en eau virtuelle totale des produits individuels variait entre 1,50 m³ 1000 kcal⁻¹ pour le porc et 35,24 m³ 1000 kcal⁻¹ pour la viande de brebis et de chèvres laitières, cette fourchette, reflétant de grandes différences dans l'intensité de la production (aliments pour animaux d'élevage, agro-écologie, espèces, type de systèmes de production et autres). Les eaux de précipitations représentaient 97 pour cent de l'eau utilisée par les animaux d'élevage.

Animaux d'élevage comme recycleurs des nutriments

L'élevage joue un rôle important dans les cycles nutritifs. Bouwman et coll. (2011), dans une analyse historique des cycles des nutritifs, montrent que c'est l'introduction d'engrais de synthèse après les années 1940 qui a permis l'explosion de la production animale. L'agriculture basée uniquement sur le recyclage des ressources biologiques et appuyée sur les légumineuses fixatrices d'azote ne pouvait pas soutenir la production et la consommation de protéines animales mondiales actuelles. L'utilisation généralisée d'engrais a contribué à intensifier non seulement la production agricole, mais aussi le taux de recyclage des nutriments ; l'accumulation des nutriments dans certains environnements créant des menaces pour la santé humaine et la nature (Sutton et coll., 2011).

L'élevage joue un rôle très différent dans les cycles nutritifs dans les pays développés industrialisés et les pays pauvres et en développement. Alors que dans de grandes parties de l'Afrique et de l'Asie de l'Est et du Sud-Est, la production agricole et les cycles nutritifs sont étroitement liés au recyclage à l'échelle locale des résidus organiques (notamment les engrais d'origine animale), en Europe occidentale et en Amérique du Nord les cultures reposent entièrement sur les engrais synthétiques et la production de l'élevage sur les aliments pour animaux d'élevage importés, produits parfois à des milliers de kilomètres. Dans la plupart des pays industrialisés, le lien entre l'élevage et la terre a été rompu. En effet, les animaux séparés spatialement des endroits où leurs aliments sont produits (Naylor et coll., 2005).

Pour répondre à la demande croissante de la production agricole dans les pays en développement il faut gérer les cycles nutritifs de façon optimale. L'expansion des terres agricoles a conduit à une augmentation marginale de la production animale dans les régions en développement parce que les systèmes de production ne bénéficient pas toujours d'assez d'intrants, et les ressources naturelles sont souvent pauvres ou dégradées à un tel point qu'elles ne peuvent pas supporter de fortes productions par unité de terre. Ceci, ajouté à de faibles investissements dans l'agriculture, les régions comme l'Afrique sub-saharienne ont connu très peu de changement technologique dans la production de ruminants au cours des 40 dernières années (FAOSTAT, 2011). Dans les régions à forte densité démographique où les terres les plus appropriées sont déjà occupées, l'augmentation de la production d'animaux d'élevage entre en concurrence avec la production de cultures vivrières et entraîne l'impact environnemental connexe. Une production plus intensive d'élevage (par exemple, des produits laitiers, des systèmes d'engraissement, des animaux monogastriques) peut être plus efficace sur le plan technique. Toutefois, la concentration des déchets animaux autour des centres urbains suscite des inquiétudes quant à la pollution de l'eau et aux émissions de GES qui peuvent s'accroître de manière significative dans les zones d'élevage de grande densité (Gerber et coll., 2005).

Coûts et avantages du recyclage des nutriments par l'élevage

Les déchets d'élevage (considérés comme une nuisance dans les pays développés) sont une ressource agricole importante dans la majeure partie de l'Afrique, où les sols sont souvent pauvres (Rufino et coll., 2007 ; Petersen et coll., 2007). Liu et coll. (2010) ont estimé que le fumier contribue entre 12 et 24 pour cent de l'apport d'azote des terres cultivées dans les pays en développement. Le recyclage des déjections animales est pratiqué dans la plupart des systèmes mixtes culture-élevage, bien que l'efficacité soit rarement proche de celle du monde développé (Rufino et coll., 2006). Les engrais synthétiques sont trop coûteux pour la plupart des petits agriculteurs, qui comptent sur la fertilité (faible) de leurs sols pour produire des cultures vivrières ou sur l'élevage et la biomasse pour concentrer les nutriments.

Pour intensifier la production de l'élevage il faut utiliser des nutriments supplémentaires pour produire des aliments pour animaux d'élevage. Les légumineuses fixatrices d'azote jouent un rôle très prépondérant dans l'industrie laitière des pays développés, avec le soja produit en Amérique du Sud et aux États-Unis et utilisé comme supplément de protéines en Europe. Les chercheurs des pays en développement ont essayé d'adapter ce modèle d'utilisation de légumineuses produites dans les exploitations agropastorales à l'échelle locale, par exemple dans des systèmes mixtes en Afrique, avec un certain succès (Sumberg, 2002), mais ce modèle n'a pas été adopté assez largement pour répondre à la demande actuelle ou future d'aliments pour animaux d'élevage.

Pour concevoir des technologies d'intensification de la production il faut trouver un équilibre entre l'augmentation des revenus et l'impact environnemental. Par exemple, l'utilisation de légumineuses à grains ou de légumineuses fourragères, qui nécessitent souvent l'ajout d'engrais de phosphore, et qui peut induire des GES. Les légumineuses à double usage tels que le niébé peuvent être utilisées comme denrées alimentaires et comme aliments pour animaux d'élevage, et leur production peut être justifiée, car elles contribuent au revenu et à la nutrition (Singh et coll., 2003). Cependant, la production d'aliments pour animaux d'élevage, notamment les légumineuses, occasionne des émissions de GES (par exemple Baggs et coll., 2006 ; Chikowo et coll., 2004) attribuables au secteur de l'élevage.

Nutriments, effluents d'élevage, sols et pauvreté

Il est généralement admis que les sols africains sont plus fragiles et contiennent moins de nutriments que ceux des autres continents. Les problèmes relatifs à la faible fertilité des sols sont résolus non seulement par l'ajout d'engrais minéraux, mais aussi par l'ajout des nutriments issus des ressources de la biomasse comme les résidus de récolte et du fumier animal (Chivenge et coll., 2011). La biomasse est déjà indispensable dans de nombreux systèmes agricoles africains où la production de cultures labourables et des cultures permanentes est directement ou indirectement liée à la production animale. Les relations directes découlent de l'utilisation de fumier pour accroître l'efficacité des engrais minéraux (Vanlauwe et Giller, 2006). Les relations indirectes résultent de la concurrence pour la biomasse destinée à la restauration des sols agricoles dégradés et à la nutrition des animaux d'élevage (Rufino et coll., 2011).

Bien que le fumier animal soit très enrichissant pour les sols, il n'est pas souvent disponible au niveau de l'exploitation agropastorale. Ainsi, la conception de technologies de restauration de la fertilité des sols qui ne dépend que du fumier animal n'est pas viable. Les nutriments minéraux, notamment le carbone, doivent être inclus dans l'analyse de la gestion des terres. Pour accroître la sécurité alimentaire il faut utiliser rationnellement les ressources naturelles, et dans de nombreuses régions, élaborer une stratégie de stockage de carbone et de réduction des émissions de GES provenant de l'élevage.

Gaz à effet de serre

L'élevage contribue largement aux émissions de gaz à effet de serre. Selon les estimations, entre 8,5 pour cent et 18 pour cent des émissions de GES anthropiques mondiales (O'Mara, 2011), cette fourchette reflétant des différences dans les méthodes (inventaires contre évaluation du cycle de vie) sont attribuables à l'affectation des terres (O'Mara, 2011 ; Herrero et coll., 2011) et à l'incertitude quant aux valeurs des paramètres (FAO, 2010). Selon Steinfeld et coll. (2006), le méthane provenant de la fermentation entérique, l'oxyde nitreux provenant de la gestion du fumier et le dioxyde de carbone provenant de l'affectation des terres contribuent 25, 31 et 36 pour cent des émissions de l'élevage, respectivement (Tableau 3). Les émissions dues à l'élevage dans les pays en développement contribuent de l'ordre de 50 à 65 pour cent du total des émissions mondiales dues à la production d'animaux d'élevage. Les intensités d'émission varient également, et sont principalement liées à l'espèce (les animaux monogastriques sont plus efficaces que les ruminants), aux produits

(le lait, les viandes blanches et les œufs sont plus efficaces en ce qui concerne les gaz à effet de serre que la viande rouge) et la productivité des animaux (plus la productivité est élevée, moins les émissions par unité de produit sont fortes, de la FAO, 2010). Ces aspects sont largement fonction du type, de la quantité, de la qualité et de la provenance des aliments pour animaux d'élevage ainsi que du système de gestion du fumier mis en œuvre.

Tableau 3 - contribution de l'élevage aux émissions de gaz à effet de serre

Étapes de la chaîne alimentaire animale	Émissions estimatives ¹		Contribution estimative par espèce ²			
	(Gigatonnes)	(% des émissions totales du secteur de l'élevage)	Boeufs et buffles	Porcs	Volaille	Petits ruminants
Affectation des terres et changement d'affectation	2,50	36	■■■	■	■	ns
Production d'aliments pour animaux d'élevage ³	0,40	7	■	■■	■■	ns
Production animale ⁴	1,90	25	■■■■	■	■	■■
Gestion du fumier	2,20	31	■■	■■■	ns	ns
Traitement et transport	0,03	1	■	■	■■	ns

¹ Quantité estimative d'émission exprimée en tant que CO₂ équivalent

² ■ plus bas à ■■■■ plus élevé

³ exclusion les stocks de carbone du sol et des plantes

⁴ inclusion du méthane entérique, les machines et desconstructions

Remarque : ns = non significatif

La variation d'intensité des émissions (de GES par kg de produit) est très forte à travers le monde (Herrero et coll., 2013). L'ordre suivant prévaut habituellement : les systèmes industriels émettent moins de GES ; Ils sont suivis par les systèmes mixtes culture-élevage et les systèmes de pâturage. Les intensités d'émission dans les hautes terres tropicales sont généralement plus faibles que dans les zones plus sèches. Néanmoins, les systèmes d'élevage, en général, génèrent beaucoup plus d'émissions par kilocalories que les systèmes de cultures. Toutefois, le potentiel d'atténuation dans le secteur de l'élevage est très grand (1,74 Gt éq-CO₂ par an, Smith et coll., 2007), avec des pratiques de gestion d'affectation des terres (séquestration du carbone dans les pâturages, impacts d'économie des surfaces de terre utilisées grâce à la réduction du nombre d'animaux / l'intensification de la production) représentant plus de 80 pour cent de ce potentiel (Smith et coll., 2007). La plus grande partie du potentiel d'atténuation (70 pour cent) repose sur les pays en développement (Smith et coll., 2007; voir Henderson et coll., 2011, pour une discussion sur le sujet).

Gestion du fumier

Les émissions de GES provenant du fumier dépendent principalement des pratiques de collecte et de stockage. Le sort de fumier collecté dans les fermes diffère d'un continent à l'autre. En Europe, les réglementations environnementales strictes exigent que la plus grande portion du fumier soit recyclée, en partie dans les pâturages et les terres cultivées et en partie pour la production de biogaz (Oenema et coll., 2007). Dans les vastes pâturages d'Afrique, le fumier n'est pas collecté ou stocké. Dans les petits systèmes de production mixtes culture-élevage des tropiques, la plupart du fumier n'est pas retourné aux pâturages. Dans les systèmes d'élevage intensif, le fumier composté peut être affecté aux cultures fourragères, mais la grande partie est affectée aux cultures vivrières et à forte valeur ajoutée (par exemple le café, le thé, le tabac).

Dans les zones très peuplées de l'Asie, la plus grande partie du fumier est destinée à des usages différents et concurrents tels que les engrais organiques, l'alimentation pour les étangs de pisciculture, la production de biogaz et de biocarburants (utilisés pour la cuisson). Dans les systèmes intensifs mixtes de l'Amérique du Nord, le fumier n'est pas encore entièrement recyclé. Dans certains endroits, le fumier est évacué dans les plans d'eau indirectement (Centner 2011) ou accumulé dans les zones humides artificielles (Knight et al., 2000). L'utilisation de fumier pour la production de biogaz attire de plus en plus l'attention, mais n'est pas encore très répandue dans le monde entier (Cuellar et coll., 2008).

En Amérique latine, le recyclage du fumier est rare (Leon-Velarde et Quiroz, 2004). Ceci peut être expliqué par les faits suivants : i) l'engrais est moins coûteux en Amérique latine ; ii) les sols sont plus fertiles ; iii) l'expansion des terres agricoles peut encore compenser la faible fertilité du sol. Les exceptions sont les zones urbaines et péri-urbaines (par exemple, le sud du Brésil) où le recyclage des déchets dans les terres agricoles, le traitement des boues, et la production de biogaz découlent plus de la recherche de solution aux préoccupations environnementales et à la rupture entre l'élevage et la terre que de la recherche de solution à la demande de ressources biologiques pour l'enrichissement des sols (Kunz et coll., 2009).

Tableau 4 - Échelles d'efficacité de recyclage d'azote (NCE) dans les systèmes mixtes culture-élevage

	NCE à travers les animaux d'élevage	NCE pour la collecte du fumier	NCE pour le stockage de fumier	NCE pour les cultures	NCE pour les systèmes mixtes
Monde développé					
Europe ¹	0,55 - 0,95	0,50 - 0,90	0,50 - 0,90	0,40 - 0,60	0,11 - 0,51
États-Unis : ²	0,65 - 0,85	0,10 - 1,00	0,50 - 0,80	0,20 - 0,50	0,01 - 0,34
Monde en développement					
Afrique ²	0,46 - 1,00	0,05 - 0,95	0,37 - 0,87	0,10 - 0,47	0,01 - 0,39

Sources : ¹ Oenema (2006), ² Gourley et coll. (2011), Gourley et coll. (2010), ³ Rufino et coll. (2006). Les chiffres indiquent la fraction d'azote récupérée et recyclée à l'étape suivante.

Paiement pour des services environnementaux

L'impact négatif de l'élevage sur l'environnement pourrait augmenter avec la croissance de la demande de protéines animales dans les pays en développement (FAO, 2007). En conséquence, on s'intéresse de plus en plus aux systèmes d'incitation visant à favoriser la production de l'élevage à des coûts environnementaux réduits.

Un système d'incitation possible est le paiement pour les services environnementaux (PSE). La plupart des projets de PSE ont porté jusqu'à présent sur la régulation du climat, la gestion de l'eau, la préservation des paysages et la conservation et la gestion de la biodiversité ou sur un ensemble de ces services (Landell-Mills et Porras, 2002 ; Wunder, 2005).

Malgré le fait que les animaux d'élevage soient largement répartis dans pratiquement tous les agro-écosystèmes des pays en développement, il existe peu d'exemples de PSE qui ciblent les éleveurs. La question importante est, par conséquent celle de savoir dans quelle mesure le PSE peut être axé sur les systèmes d'élevage dans les pays en développement ? Le Tableau 5 montre comment les systèmes pastoraux/ de pâturage et les systèmes mixtes culture-élevage peuvent avoir accès aux plans de PSE : par la régulation du climat, la conservation de la biodiversité ainsi que la conservation de l'eau et des services hydrologiques. Les possibilités d'insertion des systèmes d'élevage dans les programmes de PSE sont principalement motivées par le marché du carbone.

Tableau 5 - Potentiel de PSE dans les systèmes d'élevage

Systèmes de production	Régulation du climat	Conservation de la biodiversité	Conservation de l'eau et services hydrologiques
Systèmes pastoraux ou systèmes de pâturage	<p>L'accès aux PSE peut être motivé par la restauration des terres dégradées et la mise en œuvre d'une gestion durable des terres de pâturage qui présente également un fort potentiel de stockage de carbone (Naie et Coll., 2009).</p> <p>Sur les terres pâturées à l'optimum l'augmentation de carbone est plus intense que sur des terres non pâturées ou sur les terres surpâturées (Conant et Paustian, 2002). De même, la densité de l'élevage réduit la biomasse</p>	<p>Les effets positifs de la biodiversité sont réalisables par : réduisant la densité de stockage, protégeant les couloirs de migration; maintenant les aires de dispersion saisonnière ; limitant le braconnage de la faune et facilitant que les cas de braconnage par d'autres soient signalés, protégeant la végétation naturelle sur les aires et évitant des clôtures ou sous-division des terres; le pâturage restreint</p>	<p>à travers les plans de PSE parce que l'eau pour l'élevage est en général destinée à réduire les changements d'affectation des terres causés par exemple par le pâturage extensif de bovins dans les forêts (La dégradation de la forêt réduit la qualité et la quantité de l'eau et augmente les risques liés aux glissements de terrain et aux inondations)</p>
Systèmes de culture-élevagemixtes	<p>L'accès aux systèmes de PSE peut être entraîné par : l'adoption de suppléments alimentaires animaux améliorés pouvant conduire à une réduction des émissions, une adoption de pâturages améliorés avec des arbres à haute densité et des banques fourragères qui réduisent la dégradation des terres, la commutation aux engrais biologiques pour augmenter la capacité de stockage de carbone, la gestion intégrée de l'élevage et du fumier</p>	<p>Les impacts de la biodiversité positive réalisables par : réduction de densité de stockage, application des pratiques de gestion durable pour réduire la dégradation environnementale et protéger la végétation naturelle sur les terres, la plantation d'arbres et une gestion durable des sols (zéro pâturage et fourrage et production de fumier)</p>	<p>Les systèmes de PSE sont en général conçus pour cibler la réduction de changement d'affectation des terres causé, par exemple, par un élevage extensif de bétail en liberté dans la partie supérieure d'un bassin versant (une forêt de nuages peut être menacée, et un barrage en aval peut courir le risque d'envasement, ce qui réduit sa durée de vie utile). Les exploitants peuvent être payés pour ne pas couper les arbres ou nettoyer la forêt sur les terres enregistrées. Dans les systèmes d'élevage plus intensifs, les exploitants peuvent recevoir une rémunération pour réduire la contamination de l'élevage (principalement déterminée par les charges en éléments nutritifs)</p>

Source : Adapté de Silvestri et coll. (2012)

La mise en œuvre du PSE dans la production animale peut être favorisée par le potentiel de croissance du marché du carbone, les efforts pour l'inclusion du PSE dans les cadres politiques nationaux, et par des instituts de recherche en collaboration avec le secteur privé et les agriculteurs. Les PSE peuvent être une incitation à appliquer des pratiques agricoles qui réduisent les émissions de GES et qui mettent en œuvre des pratiques de gestion durable des terres pour préserver la biodiversité, protéger la faune et assurer une utilisation équitable des ressources naturelles. Les programmes de PSE peuvent contribuer à faciliter les transitions agricoles (Silvestri et coll., 2012) par la réduction des conflits entre les biens marchands et biens environnementaux, surtout dans le contexte des pays en développement, où les tendances futures prévoient une intensification du secteur de l'élevage.

Les PSE peuvent bénéficier directement aux pauvres grâce à l'augmentation des flux de trésorerie et comme moyen de promouvoir la diversification des revenus des ménages, et indirectement par le biais des prestations sociales et culturelles (Grieg-Gran et coll., 2005 ; Pagiola, Arcenas et Platais, 2005 ; Pagiola et coll., 2008 ; Turpie et coll., 2008). D'autre part, il existe des obstacles d'envergure aux PSE : i) Coûts de transaction et d'investissement élevés ; ii) faiblesse des coopératives regroupant des fournisseurs pauvres ; iii) faible degré de sensibilisation, d'éducation et capacité technique limitées ; et iv) définition inadéquate des droits de propriété.

Pour la plupart des programmes de PSE qui impliquent les producteurs de cultures et de produits d'élevage, les revenus générés par les avantages environnementaux ne peuvent constituer qu'une petite part du revenu des ménages par rapport aux bénéfices de la production agricole (FAO, 2007). En Afrique, où près de la moitié des éleveurs gagnent moins d'un (1) dollar par jour, de modestes améliorations dans la gestion des ressources naturelles des terres arides peuvent générer des gains de 0,5 t C/ha/an, ce qui se traduit par 50 dollars américains par an, générant ainsi une augmentation de 14 pour cent des revenus des éleveurs pauvres (Reid et coll., 2004). Les bénéfices des programmes de PSE relatifs au carbone peuvent également être associées à l'augmentation de la production, créant ainsi un double avantage (Steinfeld et coll., 2006). Cependant, les marchés du carbone ne sauraient générer automatiquement des bénéfices pour les agriculteurs et les éleveurs en l'absence d'institutions pour soutenir la participation des ménages pauvres.

¹ Il faut tenir compte d fait que le carbone est évalué à 10 \$ la tonne.

Élevage dans les scénarios de développement mondial

3



© ILRI, Mali, Valentin Bognan Koné

La présente section décrit des scénarios de développement mondial, connus sous le nom de trajectoires socioéconomiques partagées (SSP),

telles que récemment mises au point pour le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (O'Neil et coll., 2012). Elle s'inspire en grande partie des travaux de Havlík et coll., 2012.

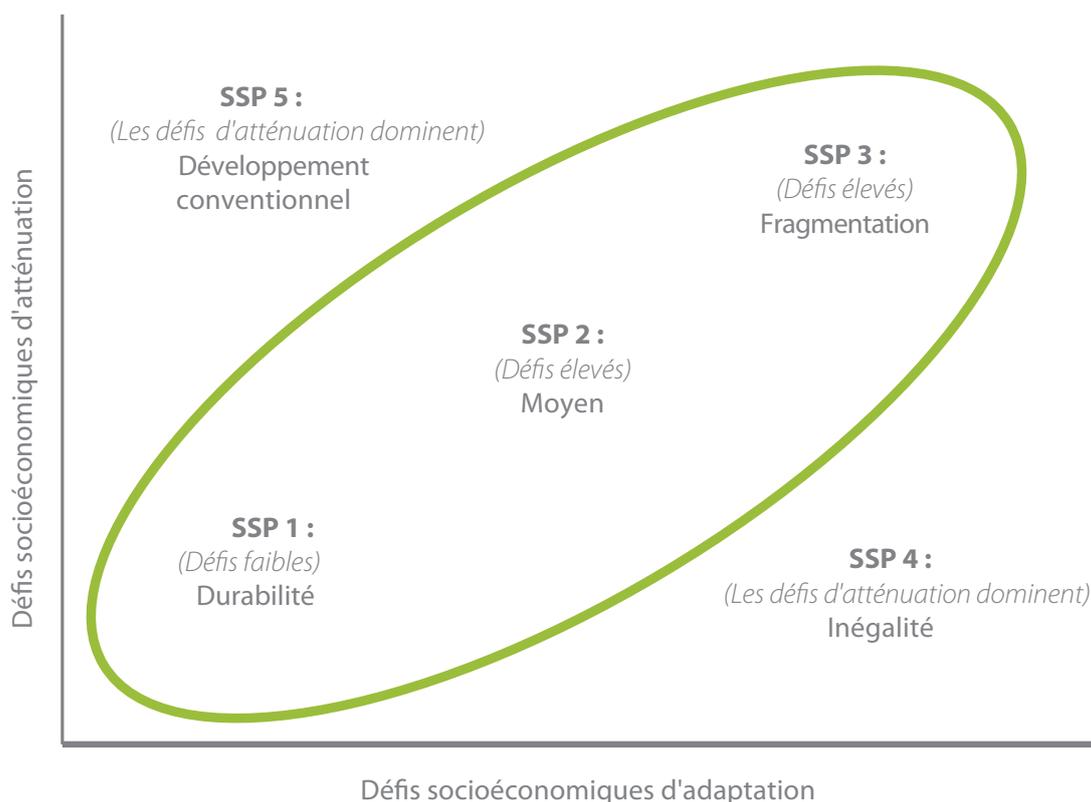
Les SSP contiennent des expressions spécifiques élaborées par des centaines de parties prenantes. Elles constituent un ensemble de mesures qui quantifient la manière dont les économies sont susceptibles d'évoluer dans les conditions socio-économiques du 21^e siècle. Cette formulation permet à une SSP d'être conçue indépendamment des projections sur le changement climatique.

Pour la présente étude, nous proposons trois scénarios : une base de référence mondiale et deux variantes choisies parmi les cinq scénarios de SSP. Les avantages de l'utilisation de ces scénarios sont les suivants :

- Ils représentent les estimations consensuelles plausibles concernant l'avenir de la planète ;
- La base de données utilisée pour les scénarios est étendue, car elle représente les contributions des principales équipes mondiales de modélisation dans de nombreux domaines spécialisés, notamment l'agriculture, l'environnement, le changement climatique et le commerce international ;
- La méthode de modélisation permet l'analyse quantitative de l'affectation des terres pour les cultures et l'élevage ;
- Bien que les SSP représentent l'évolution des conditions socio-économiques, elles peuvent être liées à des scénarios de changements climatiques d'une manière cohérente pour de futures études.

La Figure 3 montre cinq SSP présentant des défis liés à l'atténuation et l'adaptation, à travers des trajectoires de développement possibles. La SSP 1 dans le coin inférieur gauche, par exemple, indique un avenir dans lequel les défis liés à la fois à l'atténuation et à l'adaptation sont faibles. En revanche, la SSP 3 indique un avenir dans lequel les défis auxquels les deux méthodes sont confrontés sont importants. Le monde peut avoir une faible capacité d'atténuation pour beaucoup de raisons (sans rapport les unes avec les autres) : faible capacité institutionnelle ou grande disponibilité des combustibles fossiles à bas prix). Il en va de même pour la capacité d'adaptation (par exemple, faible capacité institutionnelle ou lente réduction de l'extrême pauvreté dans les pays en développement).

Figure 3 - Scénarios relatifs aux cinq trajectoires socioéconomiques partagées (SSP)



Chaque SSP propose une brève description des principales caractéristiques d'une future trajectoire de développement (voir O'Neill et coll., 2012). Dans un premier temps, les rapports sont élaborés par le projet ANIMALCHANGE FP7, en fonction de trois trajectoires socioéconomiques partagées sur un total de cinq (SSP1 à SSP3, encadrées) (voir Havlík et coll., 2012). Nous nous concentrons sur trois rapports qui couvrent un large éventail de trajectoires possibles de développement futur et qui, dans le même temps, empêchent l'inflation dans les scénarios en fonction des hypothèses sur le climat futur (trajectoires de concentration représentatives- RCP) et différents modèles de circulation générale (MCG).

La SSP1 est un scénario de développement durable

avec des progrès notables vers la réduction de la dépendance sur les combustibles fossiles et des changements technologiques rapides qui réduisent les coûts environnementaux de la croissance.² Sous la SSP3, le monde réduit la consommation des ressources et la dépendance sur les combustibles fossiles. Les pays à faible revenu se développent plus rapidement, les inégalités entre et au sein des économies s'effondrent, la technologie se répand, et les interventions permettant de réduire les coûts environnementaux de la croissance sont plus nombreuses. Les Objectifs du Millénaire pour le développement sont atteints d'ici à 2030, aboutissant à des populations instruites ayant accès à l'eau potable, de meilleurs services d'assainissement et de santé. La croissance économique rapide dans les pays à faible revenu réduit le nombre de personnes vivant dans la pauvreté. L'économie mondiale est marquée par une ouverture commerciale, et l'évolution technologique rapide est orientée vers la réduction des coûts environnementaux par la mise en pratique des technologies d'énergie propre et des technologies préservant la terre. La consommation est orientée vers une croissance matérielle et une intensité énergétique faibles, avec un niveau de consommation de produits d'origine animale relativement faible. Les investissements dans l'éducation contribuent à réduire la croissance démographique. D'autres facteurs qui réduisent la vulnérabilité au changement climatique et d'autres changements globaux sont : la mise en œuvre réussie des politiques strictes pour contrôler les polluants atmosphériques et les changements rapides vers l'accès universel à une énergie propre et moderne dans les pays en développement.

La SSP2 est le prolongement des tendances actuelles,³

avec un certain effort pour atteindre les objectifs de développement et la réduction de l'intensité d'utilisation des ressources et de l'énergie. Du côté de la demande, les investissements dans l'éducation ne suffisent pas à ralentir la croissance démographique rapide. Dans le scénario de la SSP2, le succès pour contrer la vulnérabilité au changement climatique n'est qu'intermédiaire. Dans ce monde, les tendances typiques des dernières décennies continuent, avec un peu de progrès vers la réalisation des objectifs de développement, la réduction des ressources et

² Les scénarios ne suivent pas le même ordre que dans le rapport initial. Le premier scénario dans le rapport initial était le scénario de référence, qui est la SSP2 ici ; le deuxième était le scénario de développement durable (qui est la SSP1 ici) ; et le troisième était le scénario de dégradation (qui est la SSP3 ici).

³ La poursuite des tendances actuelles correspond, du côté de la demande, aux projections de la FAO (Alexandratos et Bruinsma 2012).

de l'intensité énergétique à des taux historiques, avec une lente diminution de la dépendance sur les combustibles fossiles. Le développement des pays à faible revenu se déroule de façon inégale, certains pays progressant relativement bien tandis que d'autres sont à la traîne. La plupart des économies sont politiquement stables avec des marchés partiellement fonctionnels et mondialement connectés. Un nombre limité d'institutions mondiales relativement faibles sont en place. Les niveaux de croissance de PIB par habitant sont modérés par rapport à la moyenne mondiale, avec la convergence lente des niveaux de revenu entre pays en développement et pays industrialisés. La répartition intra-régionale des revenus s'améliore lentement, avec l'augmentation du revenu national, mais les disparités restent élevées dans certaines régions. Les investissements dans l'éducation ne sont pas assez importants pour ralentir la croissance démographique rapide, en particulier dans les pays à faible revenu. La réalisation des Objectifs du Millénaire pour le développement est retardée de plusieurs décennies, laissant les populations sans accès à l'eau potable, sans amélioration de l'assainissement et des soins de santé. De même, il n'y a qu'un succès intermédiaire dans la lutte contre la pollution de l'air ou dans l'amélioration de l'accès à l'énergie pour les pauvres, ainsi que dans d'autres facteurs qui réduisent la vulnérabilité au changement climatique et aux autres défis mondiaux.

La SSP3 est un scénario de dégradation

caractérisé par des taux élevés de croissance démographique et d'importantes différences régionales en termes de richesse, avec des poches de richesse et des régions de grande pauvreté. Les émissions non atténuées sont élevées, la capacité d'adaptation est faible et un grand nombre de personnes sont vulnérables au changement climatique. L'impact sur les écosystèmes est sévère. Le monde est divisé en régions d'extrême pauvreté, de richesse modérée et un groupe intermédiaire qui se bat pour maintenir le niveau de vie parmi une population en croissance rapide. C'est un monde qui ne peut atteindre les objectifs mondiaux de développement, un monde avec peu de progrès dans la réduction de la consommation des ressources, la dépendance des combustibles fossiles ou peu soucieux des questions environnementales locales telles que la pollution de l'air. Les pays se concentrent sur l'atteinte des objectifs d'énergie et la sécurité alimentaire dans leur propre région. Le monde s'est « démondialisé », et le commerce international, notamment les marchés des ressources / de l'énergie et de l'agriculture, sont sévèrement restreints. L'insuffisance de coopération et d'investissements internationaux dans le développement de la technologie et de l'éducation ralentissent la croissance économique dans les régions à revenu faible, moyen et élevé. La croissance démographique dans ce scénario est élevée en raison des tendances de croissance adverse dans l'éducation et le revenu par habitant. La croissance urbaine implique principalement les habitats spontanés, ce qui aggrave les risques de zoonoses. Les émissions non atténuées sont élevées, tirées par la croissance démographique, la combustion de la biomasse et la lenteur des changements techniques dans la consommation de l'énergie. La gouvernance et les institutions présentent des signes de faiblesse et de manque de coopération et de consensus ; de leadership efficace et les capacités de résolution des problèmes font défaut. Les investissements dans le capital humain sont faibles, et il existe de grandes inégalités. Les politiques sont orientées vers la sécurité, notamment sur les obstacles au commerce.

Les rapports ci-dessus sont en cours de développement pour tous les secteurs, notamment l'agriculture. Le projet d'ANIMALCHANGE contribue à cette initiative en affinant ces rapports et en les développant pour le secteur de l'élevage (Soussana et coll., 2012). Ces rapports seront utilisés pour l'exécution de GLOBIOM (un modèle mondial d'évaluation du niveau de concurrence entre l'agriculture, la bioénergie et la foresterie pour l'affectation des terres), développé par l'IIASA, et associant les processus biophysiques et socio-économiques à l'échelle mondiale.

Modèle de GLOBIOM⁴

Le modèle de gestion globale de la biosphère (GLOBIOM) (Havlík et coll., 2011) est un modèle d'équilibre partiel qui couvre l'agriculture et la foresterie, notamment la bioénergie. Il est utilisé pour analyser les scénarios d'affectation des terres depuis de nombreuses années. Dans GLOBIOM, le monde est divisé en 30 régions économiques, dans lesquelles le comportement des consommateurs est modélisé par des fonctions de demande isoélastiques. Les produits de base utilisent des « Unités de simulation », qui sont des agrégats de 5 à 30 minutes d'arc de pixels ayant la même altitude, une pente identique et une classe de sol similaire dans le même pays. Pour les cultures, l'herbe, et les produits forestiers, les fonctions de production de Leontief couvrant les systèmes de production alternatifs sont calibrées à partir des modèles biophysiques tels qu'EPIC (Williams et coll., 1995). Dans le cadre de la présente étude, la résolution spatiale de l'offre a été agrégée à 120 minutes d'arc (environ 200 x 200 km à l'équateur).

L'optimisation économique est basée sur la méthode d'équilibre spatial de Takayama et Judge (1971). Les équilibres régionaux relatifs au rapport prix-quantité sont calculés en utilisant la méthode de McCarl et Spreen (1980). Le modèle est calibré sur les niveaux d'activité de l'année 2000 et résolu de manière récursive en étapes de 10 ans, de 2000 à 2050.

Élevage dans le modèle GLOBIOM

GLOBIOM intègre une représentation détaillée du secteur mondial de l'élevage (Havlík et coll., 2014). Des distinctions sont faites entre les bovins laitiers et les autres bovins, les moutons et chèvres laitiers et les autres, les poules pondeuses et les poulets de chair, ainsi que les porcs. Les activités de production animale sont définies par des systèmes de production (Herrero et coll., 2013) : pour les ruminants, à base d'herbe (zones arides, humides et tempérées / hauts plateaux), les systèmes mixtes culture-élevage (zones arides, humides et tempérées/hauts terres), et autres ; pour les animaux monogastriques, les petits producteurs et les industriels. Pour chaque espèce, chaque système de production et chaque région, un ensemble de paramètres d'intrant-extrant sont calculés sur la base de la méthode présentée dans Herrero et coll. (2013).

⁴ www.globiom.org.

Les aliments pour animaux d'élevage sont composés d'herbes, de résidus de récolte, des concentrés de céréales et d'autres produits alimentaires pour animaux d'élevage. Les extrants comprennent quatre types de viande (bœuf, mouton et chèvre, volaille et porc), le lait et les œufs, ainsi que les facteurs environnementaux (production de fumier, d'azote, et les émissions de GES). Les changements entre les systèmes de production permettent la substitution d'aliments pour animaux d'élevage et l'intensification ou l'extensification de la production animale.

Affectation des terres

Il existe d'après le modèle GLOBIOM, six types de terres : les terres cultivées (terres arables et pérennes), des pâturages, des plantations d'arbres à courte rotation, des forêts aménagées, des forêts non aménagées et toute autre végétation naturelle (Havlík et coll., 2011 et Mosnier et coll., 2012). Selon la rentabilité des activités par type de terres, une terre peut passer d'un type à un autre en fonction des conditions aux limites. Les quantités de gaz à effet de serre globales sont calculées pour chaque type de terre par type d'activité.

Rendement des cultures

Pour les trois SSP, les rendements prévus pour 2010-2100 (IIASA) sont déjà mis en œuvre dans le modèle GLOBIOM en collaboration avec le cadre ISI-MIP. Dans le modèle GLOBIOM, l'expansion spatiale des cultures s'étend vers des terres moins productives. En outre, les villes occupent les meilleures terres et poussent l'agriculture vers des terres plus marginales. Les résultats spatiaux du modèle de simulation des cultures biophysique EPIC sont modifiés par un facteur technologique exogène, qui est calibré en fonction de la croissance du PIB. Cet étalonnage permet d'augmenter le rendement en fonction de la variation, des bonnes terres cultivées aux terres cultivées marginales.⁵

Engrais azotés

L'utilisation d'engrais azotés est dérivée des tableaux d'intrants - extrants de cultures qui sont quantifiés dans les rapports. Des études récentes montrent qu'aucun changement majeur dans l'efficacité de l'utilisation de l'azote minéral ne peut être mis en évidence à l'échelle mondiale et pour les principales cultures annuelles (J.-F. Soussana, communication personnelle). Pour les engrais azotés, les facteurs de la SSP affectent le rapport entre l'augmentation de l'approvisionnement en engrais azoté et l'augmentation du rendement de matière sèche (DM) de la culture céréalière en unités relatives. Les valeurs suivantes ont été définies par les SSP : SSP1 : 0,75 ; SSP2 : 1,00 ; et SSP3 : 1,25. Ces modificateurs sont appliqués initialement de la même manière pour toutes les régions.

⁵ Annexe sur le rendement des cultures

Productivité des pâturages

Le modèle GLOBIOM définit la productivité des pâturages à partir du modèle EPIC et du modèle CENTURY. Les valeurs initiales de la productivité des pâturages sont calibrées à partir de données d'enquête. Les ratios d'aliments pour animaux d'élevage sont normalisés par système et par région.

Alimentation humaine

Le PIB est le principal déterminant de l'apport calorique par habitant et de la fraction de produits d'origine animale dans l'alimentation totale. Les projections pour les trois SSP en termes d'habitudes alimentaires ont été incorporées dans les SSP (Havlík et coll., 2012) de la manière suivante.

- Dans la SSP1, une convergence (entraînée par les élasticités) vers les objectifs nutritionnels est examinée, en utilisant les définitions de l'IIASA et de l'OMS. L'élasticité de revenu en ce qui concerne les calories et les produits animaux augmente dans les pays en développement et se rétrécit aux États-Unis ;
- Le même modèle d'augmentation et de baisse des élasticités se produirait dans la SSP2 mais à un rythme plus lent. La convergence du PIB tend à faire converger les habitudes alimentaires dans les régions. Cette tendance correspond également aux projections de la FAO 2030 (Alexandratos et Bruinsma, 2012) ;
- Dans la SSP3, il n'y a pas eu de convergence des objectifs nutritionnels. Les tendances actuelles sont renforcées par l'évolution du PIB avec une baisse de consommation dans les régions en développement, mais des consommations plus élevées ou plus stables dans les régions développées (mêmes élasticités que dans la SSP2).

Déchets alimentaires et pertes agricoles

Les trois SSP sont basées sur le modèle de la FAO (2011), qui comprend quatre catégories de pertes de produits agricoles. Les pertes après récolte sont fonction de la croissance du PIB sous l'hypothèse que les technologies réduisant les déchets sont moins coûteuses et plus largement disponibles dans les pays riches.

- Production agricole : perte lors de la récolte, pour les produits d'origine animale, ceci inclut les décès d'animaux. Cet aspect doit être négligé car il est déjà inclus dans les statistiques de production et dans le modèle GLOBIOM. Des pertes élevées à la récolte ou lors de la production des animaux sont enregistrées en particulier pour les racines, les tubercules, les fruits et légumes ainsi que les poissons (également pour les produits d'origine animale dans certaines régions comme l'Afrique sub-saharienne) ;

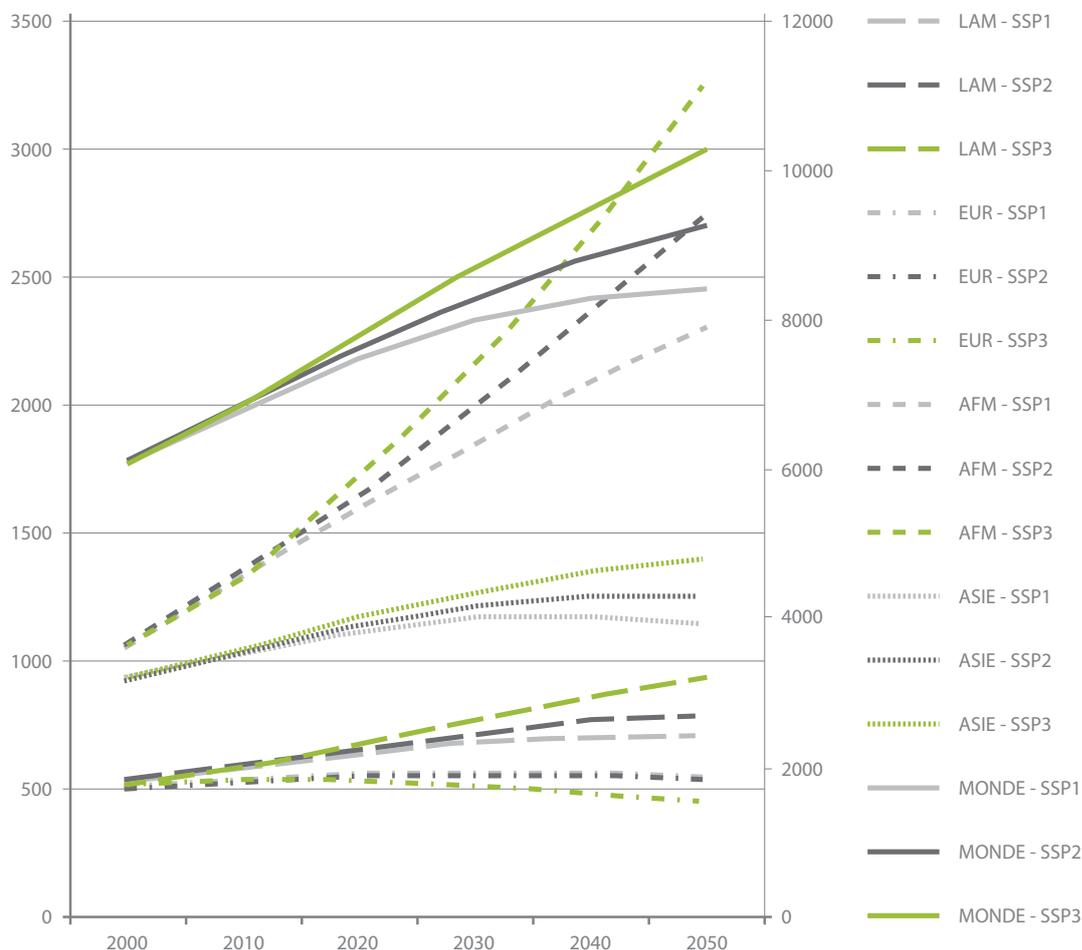
- Pertes post-récolte (par exemple conservation en silos). Ce taux est inférieur à 10 pour cent, sauf pour les racines et tubercules ;
- Les pertes post-récolte et pendant la transformation, l'emballage, le transport et la distribution sont regroupées dans une variable qui est considérée comme une part de la production avec la croissance du PIB. Les forces du marché font converger les taux de perte au cours de la croissance du PIB, et il n'y a aucune raison à ce stade de faire la différence dans entre les SSP ; et
- Les déchets de consommation qui seront inclus indirectement dans des changements de mode de consommation. Ainsi, lorsque la consommation diminue, cela peut être par la réduction des déchets. Cet aspect est pris en compte (mais indirectement dans les SSP).

Facteurs macroéconomiques sous-jacents

Les SSP projettent deux facteurs socioéconomiques sous-jacents - la population nationale et le PIB par habitant. La population mondiale en 2050 devrait augmenter par rapport au chiffre de 6,8 milliards de 2010 à 8, 9 et 10 milliards pour la SSP1, la SSP2, et la SSP3, respectivement (Figure 4). En Afrique et en Amérique latine, les augmentations correspondent à l'augmentation mondiale, la plus grande augmentation étant dans la SSP3 et la plus petite dans la SSP1. En Europe, la population est la plus élevée dans la SSP1, où les augmentations lentes observées au cours des dernières décennies continuent, et est la plus faible dans la SSP3, où elle tombe à des niveaux proches de ceux observés au milieu du siècle dernier.

Les SSP diffèrent sensiblement en termes de niveaux de croissance économique projetée (Figure 5). Le PIB mondial atteint 20 000 dollars par habitant d'ici 2050 sous la SSP1, mais ne dépasse pas 10 000 dollars par habitant sous la SSP3. Les écarts de taux de croissance entre les scénarios sont plus élevés dans les régions en développement (Afrique, Amérique latine), et plus faibles dans les régions industrialisées (Europe).

Figure 4 - Projections démographique en millions (population mondiale et d'Asie sur l'axe secondaire).

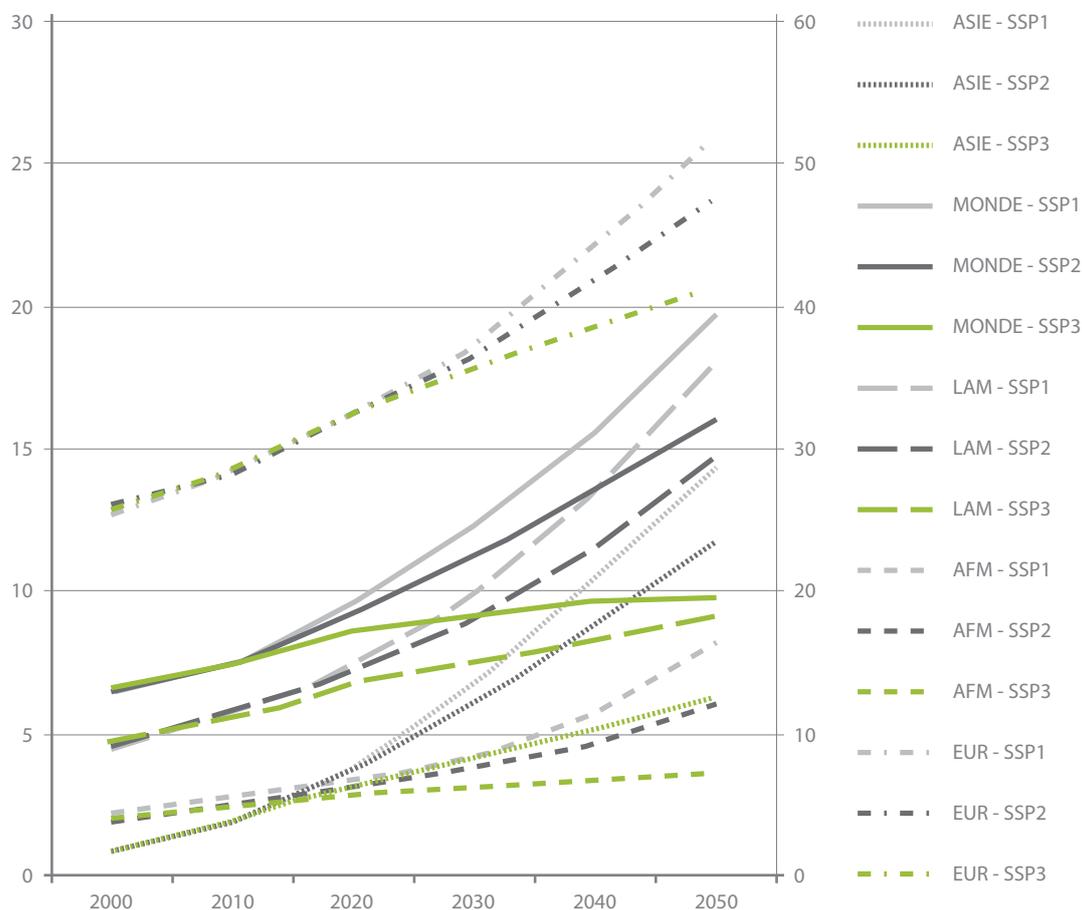


Source: <https://secure.iiasa.ac.at/webapps/ene/SspDb/dsd?Action=htmlpage&page=welcome>

Remarque : Les pays suivants ont été regroupés dans la région d'Asie : Afghanistan, Bangladesh, Bhoutan, Brunei Darussalam, Cambodge, Chine, RPD de Corée, Timor oriental, Inde, Indonésie, Laos, Malaisie, Mongolie, Myanmar, Népal, Pakistan, Philippines, Singapour, Sri Lanka, Thaïlande, Vietnam.

La croissance démographique et du PIB sont tous deux, d'importants moteurs de la demande future des produits agricoles en général et des produits d'élevage en particulier. Puisque les deux croissances évoluent en direction opposées dans les régions en développement (une plus forte croissance du PIB s'accompagne d'une plus faible croissance démographique), l'impact global sur la demande est ambigu.

Figure 5 - Prédiction de PIB par habitant, 2005 \$ à MER (EUR sur l'axe secondaire).



Source: https://secure.iiasa.ac.at/web_apps/ene/SspDb/dsd?Action=htmlpage&page=welcome

Moteurs de l'agriculture et de l'affectation des terres

Les SSP fournissent des indications semi-quantitatives sur les paramètres agricoles et l'affectation des terres. Du côté de la demande, les hypothèses sont fournies sur l'évolution des préférences alimentaires humaines au-delà de la relation classique entre les régimes et les revenus.

Du côté de l'offre, les hypothèses sur le progrès technologique et ses sources sont d'un intérêt particulier. Entre les deux, il y a la question des pertes et des déchets, qui représentent actuellement environ 30 pour cent de la production agricole (FAO, 2011) et, partant, pourrait jouer un rôle important dans l'augmentation de l'efficacité dans l'utilisation des ressources naturelles.

Demande alimentaire

La demande alimentaire dans le modèle GLOBIOM est tirée par trois facteurs : i) la croissance démographique, ii) la croissance du revenu par habitant, et iii) la réaction aux prix.

Les facteurs i) et ii) sont exogènes dans le modèle de référence. La demande par habitant augmente de façon linéaire avec la population dans chacune des 30 régions du modèle GLOBIOM. L'évolution du PIB par habitant détermine la demande en fonction des valeurs d'élasticité de revenu postulées pour chaque scénario. Les prix (facteurs iii) sont endogènes pour chaque scénario SSP, et ils sont influencés par les hypothèses sur la technologie, les ressources naturelles, et les préférences des consommateurs.

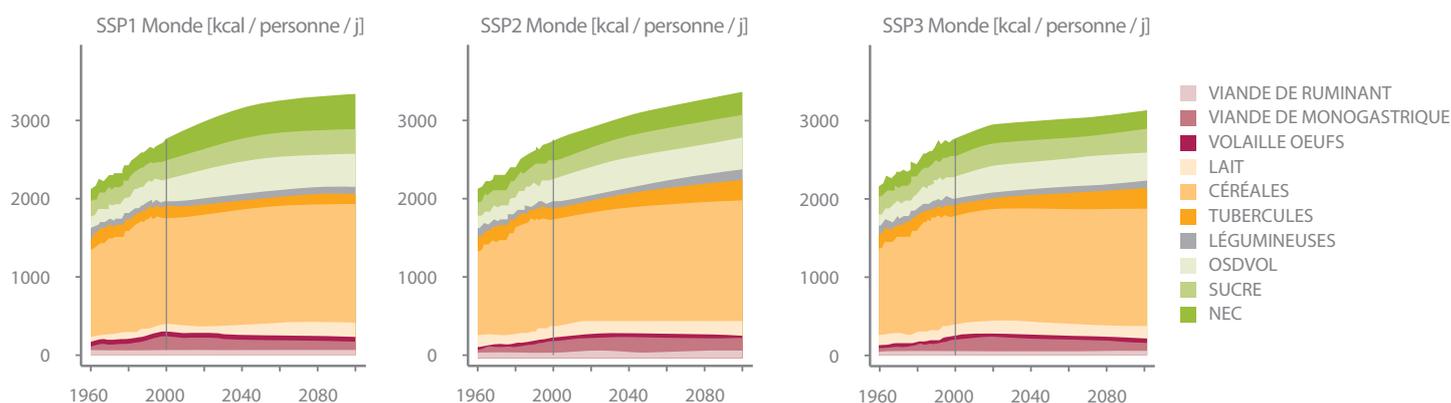
Les effets du revenu dans le modèle GLOBIOM capturent le pur effet des revenus et l'impact des autres changements structurels (urbanisation, changements de mode consommation avec la mondialisation, etc.) qui se produisent avec la croissance du revenu. L'élasticité des revenus dans le modèle GLOBIOM ont deux sources : l'ensemble des données de l'USDA sur les élasticités (Muhammad et coll., 2011) et les bilans alimentaires (FBS) de la FAO. En effet, bien que la base de données de l'USDA fournisse un ensemble d'élasticités prêt à l'emploi, leurs valeurs ont été critiquées, en particulier dans le cas de l'Europe (voir Abler, 2010). Pour compléter cet ensemble de données avec des informations plus précises, nous avons effectué des régressions sur les bilans alimentaires de la FAO par rapport à la variation du revenu par habitant au cours de la période 1995-2005. Quand une forte tendance a été observée, l'élasticité de revenu correspondante a été préférée pour calibrer l'année initiale du modèle GLOBIOM. Cette approche permet une meilleure utilisation des tendances récentes (telles que la diminution relative de la consommation de céréales dans plusieurs régions comme l'Europe ou la Chine, qui ne sont pas reflétées dans les élasticités positives estimées par l'USDA).

Les perspectives de consommation alimentaire nécessitent des hypothèses sur l'évolution de l'élasticité de revenu par niveau de revenu national. Pour calculer ces élasticités, nous avons construit des scénarios de régimes alimentaires de l'avenir, principalement sur la base de projections de la FAO (Alexandratos et coll., 2006). Ces scénarios sont adaptés aux différents rapports pour chaque exercice de modélisation. La règle pour les pays développés est que la consommation ne dépasse pas 3600 kcal / hab. / j, ce qui est légèrement supérieur au niveau de l'Europe occidentale. Les États-Unis constituent la seule exception avec plus de 4000 kcal / hab. / j. Il est important de noter que ces niveaux sont beaucoup plus élevés que ceux stipulés dans les lignes directrices sur les nutriments (généralement autour de 2800 kcal / hab. / jour pour un adulte fort et actif, voir USDA, 2010), car les données de la FAO correspondent à celles des aliments disponibles pour la consommation finale, y compris les déchets domestiques.

Pour la SSP1, les régimes alimentaires futurs sont considérés comme plus durables que dans le scénario de référence de la FAO. Par conséquent, certaines hypothèses alternatives sont faites sur la consommation totale par habitant et la demande de certains produits spécifiques. Tout d'abord, afin de refléter l'amélioration de la gestion des déchets ménagers dans les pays développés, la consommation par habitant est, dans chaque région, supposée être à peu près constante, alors qu'elle pourrait augmenter dans la SSP2 pour certaines régions développées (Amérique du Nord, par exemple). Deuxièmement, la demande en protéine animale est réduite dans les régions où plus de 75 g de protéines / hab. / jour sont consommés pour les produits animaux et végétaux. Une consommation minimale de 25 g de protéines / hab. / jour de calories animales est assurée, mais la consommation de viande rouge est réduite à 5 g de protéines / hab. / jour (cette cible reste possible à travers la viande d'animaux non-ruminants, les œufs et le lait). Pour les régions en développement, les régimes alimentaires sont supposés être plus nutritifs, et cela est matérialisé par une augmentation de l'apport en protéines à 75 g de protéines / hab. / jour et une réduction de la consommation des racines et tubercules à un niveau de 100 kcal / hab. / jour.

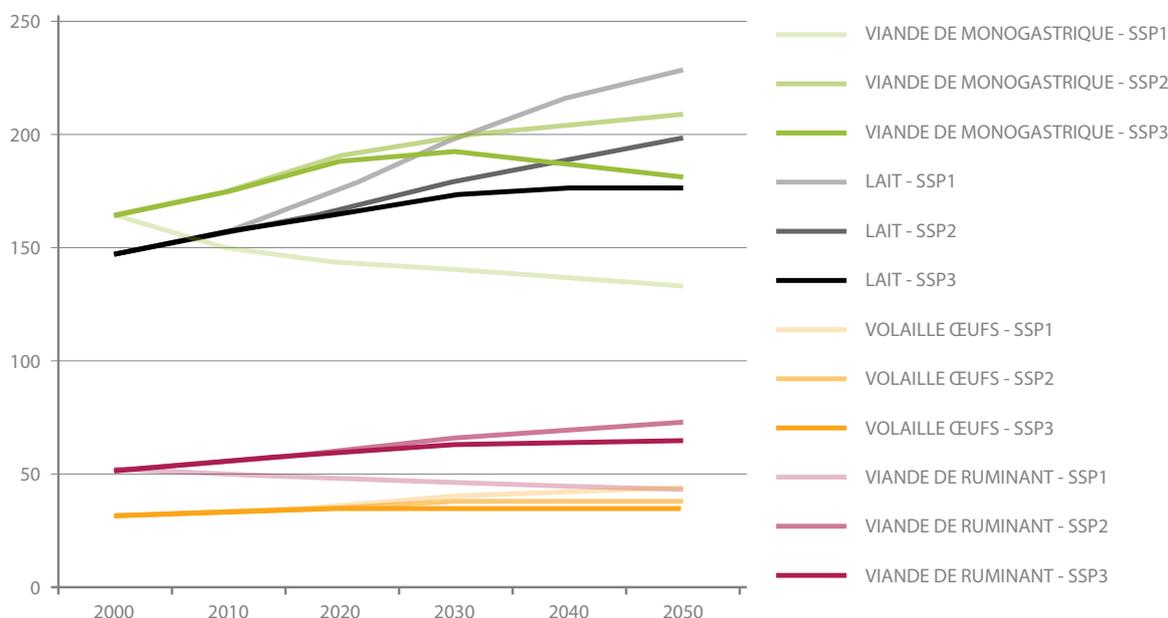
Pour la SSP2, ces futurs régimes suivent les projections de la FAO pour l'horizon 2050. Pour la SSP3, parce que la croissance économique est beaucoup plus faible dans les régions en développement, les effets sur le revenu seuls conduisent à une demande nettement plus faible par habitant dans ces régions.

Figure 6 - Disponibilité de calories par habitant, sans effets sur les prix (kcal / hab./ jour)



La Figure 6 illustre les différences dans les modes de consommation futurs au niveau mondial, selon les différents scénarios de PIB par habitant des SSP. La Figure 7 présente les différentes transitions de nutrition au niveau mondial pour les produits d'origine animale qui sous-tendent les scénarios de SSP, suivant l'interprétation des rapports de l'IIASA.

Figure 7 - Disponibilité d'aliments pour animaux dans les SSP sans effets sur les prix (kcal / hab. / jour)



Progrès techniques dans la production agricole

Les progrès techniques dans la production agricole se traduisent par la hausse des rendements des cultures. Les rendements des cultures ont été projetés sur la base des estimations économétriques de la relation entre les rendements des cultures et le PIB par habitant. Ces rendements étaient rattachés au PIB par habitant atteint sur la période 1980-2009 par une méthode d'estimation sur données de panel à effets fixes. Une variable factice distincte a été créée pour le groupage de pays par catégorie de PIB, en utilisant les catégories de la Banque mondiale avec de légères modifications des seuils de groupe pour équilibrer les groupes et avoir suffisamment d'observations dans chaque groupe. Une estimation distincte a été effectuée pour chacune des 18 cultures. Officiellement, le modèle à effets fixes est :

$$y_{it}^c = \sum_j^M d_{ij} a_i + \sum_g^G g_{ig} \beta_g^c x_{it} + u_{it}$$

Si y_{it}^c est le rendement du pays i dans la période t , d_{ij} indique des effets fixes du pays i avec $d_{ij} = 1 \forall i = j$ et 0 sinon ; le coefficient des effets fixes a_i capte l'impact individuel des pays sur le rendement qui ne varie pas dans le temps ; g_{ig} représente la variable factice de groupe du PIB par habitant avec $g_{ig} = 1 \forall i \in g$ (c'est à dire si le pays i appartient au groupe de PIB par habitant g), le coefficient β_g^c représente l'effet du PIB par habitant des pays du groupe g , M est le nombre de pays dans l'échantillon, c est l'indice des cultures, et u_{it} désigne le terme d'erreur non observé.

Le rendement annuel est prévu pour chaque culture et chaque pays à partir de son rendement de base, qui est la moyenne sur cinq ans centrée sur 2005. L'augmentation du rendement découlant de l'augmentation du PIB par habitant dans un scénario

donné a ensuite été ajoutée à la production de l'année de base d'un pays. Il n'est pas nécessaire de tenir compte des coefficients d'effets fixes des pays, comme il est supposé que les caractéristiques de chaque pays ne varient pas dans le temps. La prévision prend la forme suivante :

$$y_{i, \text{ANNÉE DE PRÉVISION}}^c = y_{\text{ANNÉE DE RÉFÉRENCE}}^c + \beta_g^c [\ln(GDPPC_{\text{ANNÉE DE PRÉVISION}}^c) - \ln(GDPPC_{\text{ANNÉE DE RÉFÉRENCE}}^c)]$$

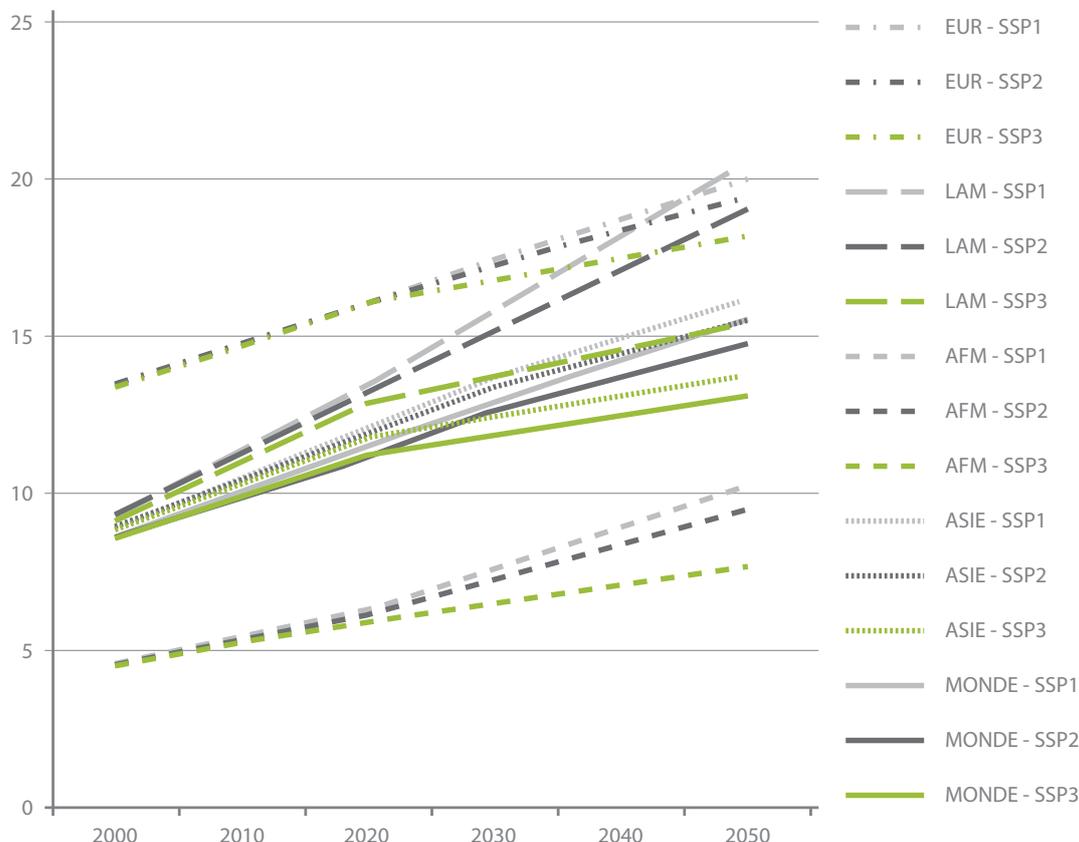
À titre d'exemple pour les prévisions de rendement du blé aux États-Unis, le coefficient prend la valeur 1,785, qui est le coefficient valable pour tous les pays appartenant au groupe à revenu élevé. Concernant les États-Unis, les prévisions pour 2050 et les projections du PIB par habitant dans le scénario de la SSP1 sont alors calculées comme suit :

$$y_{USA, 2050}^{Blé} = 2,8\left(\frac{t}{ha}\right) + 1,785 [(\ln(72338) - \ln(42600))\left(\frac{t}{ha}\right)] = 3,21\left(\frac{t}{ha}\right)$$

Dans les cas où l'estimation était soit non significative, ou que l'élasticité résultante déviait de plus de 25 pour cent de l'élasticité historiquement observée au niveau des régions du modèle GLOBIOM, ces estimations étaient remplacées par des estimations des séries chronologiques, soit au niveau national ou régional.

La Figure 8 présente les projections de rendement résultantes agrégées sur toutes les cultures modélisées en termes de calories produites par hectare. Dans le classement initial, les rendements les plus élevés sont observés en Europe, suivi de l'Amérique latine et l'Asie, l'Afrique et le Moyen-Orient. Ce classement est surtout conservé pendant toute la période de la simulation, bien que l'Amérique latine rattrape l'Europe dans la SSP1 et la SSP2. D'après les projections, les rendements en Europe devraient augmenter de 35 à 50 pour cent, selon la SSP. La croissance relative des rendements par rapport à l'Amérique latine est semblable à celle de l'Afrique et du Moyen-Orient : 123 pour cent dans la SSP1, 106 pour cent dans la SSP2, et 66 pour cent dans la SSP3. Pour ces scénarios préliminaires, une simple hypothèse sur l'intensité de l'azote dans la production future a été faite, comme indiqué au livrable D2.1 - augmentation proportionnelle de l'utilisation de l'azote pour favoriser la croissance (élasticité = 1) dans la SSP2, diminution de l'intensité de l'azote (élasticité = 0,75), et augmentation de l'intensité de l'azote (élasticité = 1,25). Les projections de rendement ont ensuite été utilisées comme des variables exogènes dans le modèle GLOBIOM.

Figure 8 - Projections de rendement global des cultures par SSP (gigacalories par ha)



Le modèle GLOBIOM intègre a deux autres sources de changement potentiel de rendement : i) les **changements de système** - les substitutions entre les systèmes de culture (pluvial intensif, pluvial extensif, irrigué) ; et ii) les **changements d'affectation des terres** - réaffectation des différentes cultures aux champs plus ou moins productifs. Afin de rester aussi proche que possible des rendements prévus, qui comprennent déjà ces deux effets, nous avons limité la possibilité de substitution entre les systèmes dans le cadre du scénario. Cependant, une nouvelle répartition dans l'espace a été permise, ce qui conduira à de légères différences entre les projections de rendement avec des variables exogènes et les rendements obtenus dans le cadre du scénario du modèle GLOBIOM.

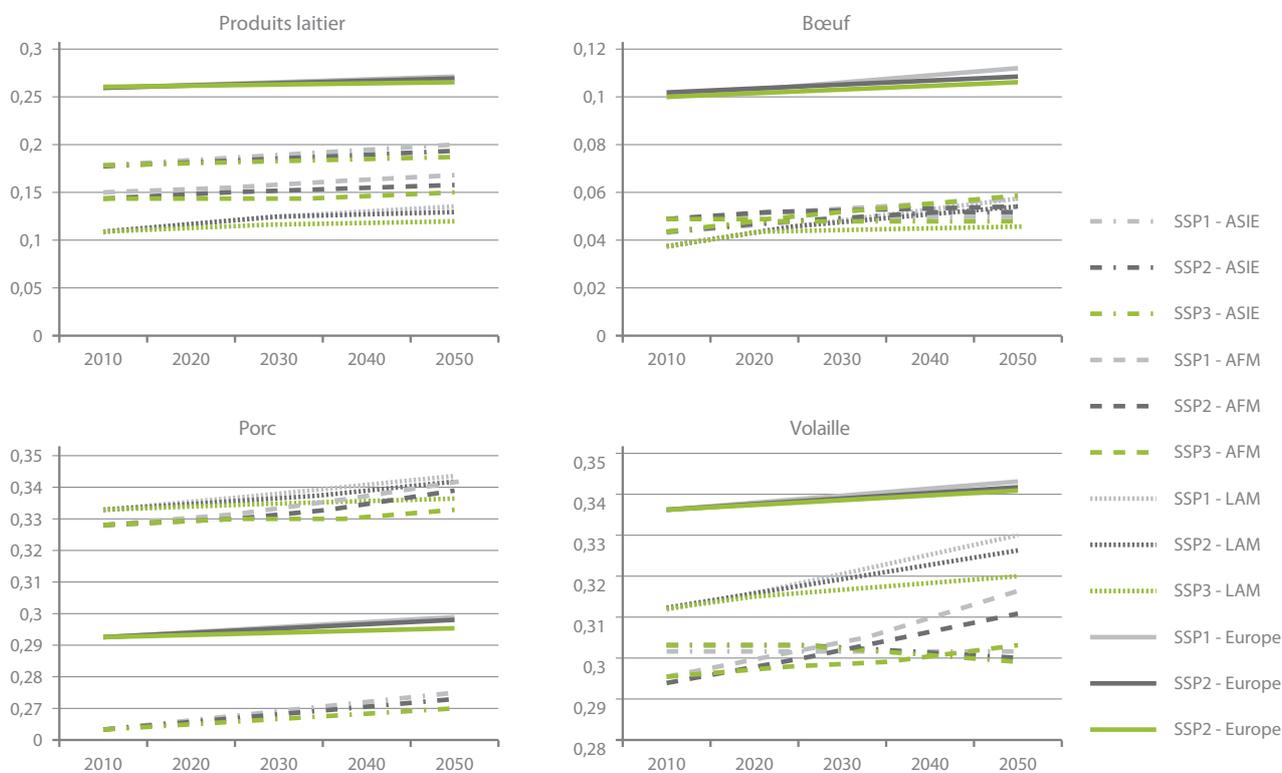
Progrès technique dans la production animale

La productivité animale peut être spécifiée de plusieurs manières. L'indicateur le plus simple est la productivité par tête, comme indiqué dans FAOSTAT. Malheureusement, cet indicateur ne tient pas compte de l'affectation des terres ou de l'alimentation par tête. Un deuxième indicateur, le taux d'efficacité de conversion des aliments pour animaux par unité d'aliment, apparaît plus pertinent. Cependant,

puisque FAOSTAT ne signale pas l'utilisation d'aliments pour animaux d'élevage par produit ou catégorie d'animaux et, puisque la couverture de l'alimentation pour animaux d'élevage n'est pas exhaustive dans FAOSTAT, la méthode de conversion ne peut pas être utilisée ici en raison d'un manque de données adéquates. Nous supposons que les changements dans l'organisation industrielle de la production animale sont des acteurs exogènes parce que nous n'avons pas d'informations fiables sur l'Afrique pour réaliser une estimation de la fonction de transition industrielle, comme cela a été fait pour certaines parties de l'Asie du Sud et du Sud-Est.

Nous avons appliqué une méthode mixte de la productivité animale. Premièrement, les taux annuels globaux d'augmentation de l'efficacité de la conversion d'aliments pour animaux d'élevage ont été estimés pour les produits d'élevage par Soussana et coll. (2012) pour la SSP2 ; Deuxièmement, les taux annuels d'augmentation régionaux et spécifiques à une SSP ont été calculés par extrapolation de cette estimation centrale aux taux de changement estimés pour les rendements des cultures telles que décrits ci-dessus. Le cas échéant, un plafond a été fixé pour éviter les valeurs biologiques impraticables.

Figure 9 - Projection de l'efficacité de la conversion des aliments pour animaux d'élevage (kg de produit protéique / kg d'aliment protéique pour animaux d'élevage)



Source : (Havlík et coll., 2012).

L'évolution de l'efficacité de la conversion des aliments pour animaux d'élevage pour la période 2010-2050 atteint sa valeur la plus élevée de 70 pour cent en Afrique sub-saharienne dans la SSP1 (Figure 9). L'efficacité de la conversion des aliments pour animaux d'élevage s'améliore d'environ 50 pour cent dans la SSP2 en Afrique sub-saharienne, et une croissance similaire est prévue pour l'Amérique latine dans la SSP1 et la SSP2. L'efficacité de la conversion des aliments pour animaux d'élevage laitier s'améliore dans ces deux régions d'environ 20-30 pour cent sous la SSP1 et la SSP2. L'efficacité des aliments destinés aux Porcs et à la volaille, ainsi que les efficacités en Europe, augmentent généralement de moins de 5 pour cent sur l'ensemble de la période de projection étant donné qu'elles sont déjà très élevées.

En fonction de la SSP, dans le modèle GLOBIOM, des substitutions plus ou moins importantes sont permises entre les systèmes de production animale. La structure du système de production est plus ou moins gelée sous la SSP3 et assez souple sous la SSP1. Cela peut être justifié par l'hypothèse générale d'un meilleur accès au crédit, l'investissement public dans l'infrastructure, le renforcement des capacités, etc. sous la SSP1 rapporté à la SSP3. Par conséquent, le changement de l'efficacité de conversion d'aliments pour animaux d'élevage sera proche des valeurs projetées pour la SSP3, mais il peut différer sous la SSP1.

Gestion des pertes et des déchets

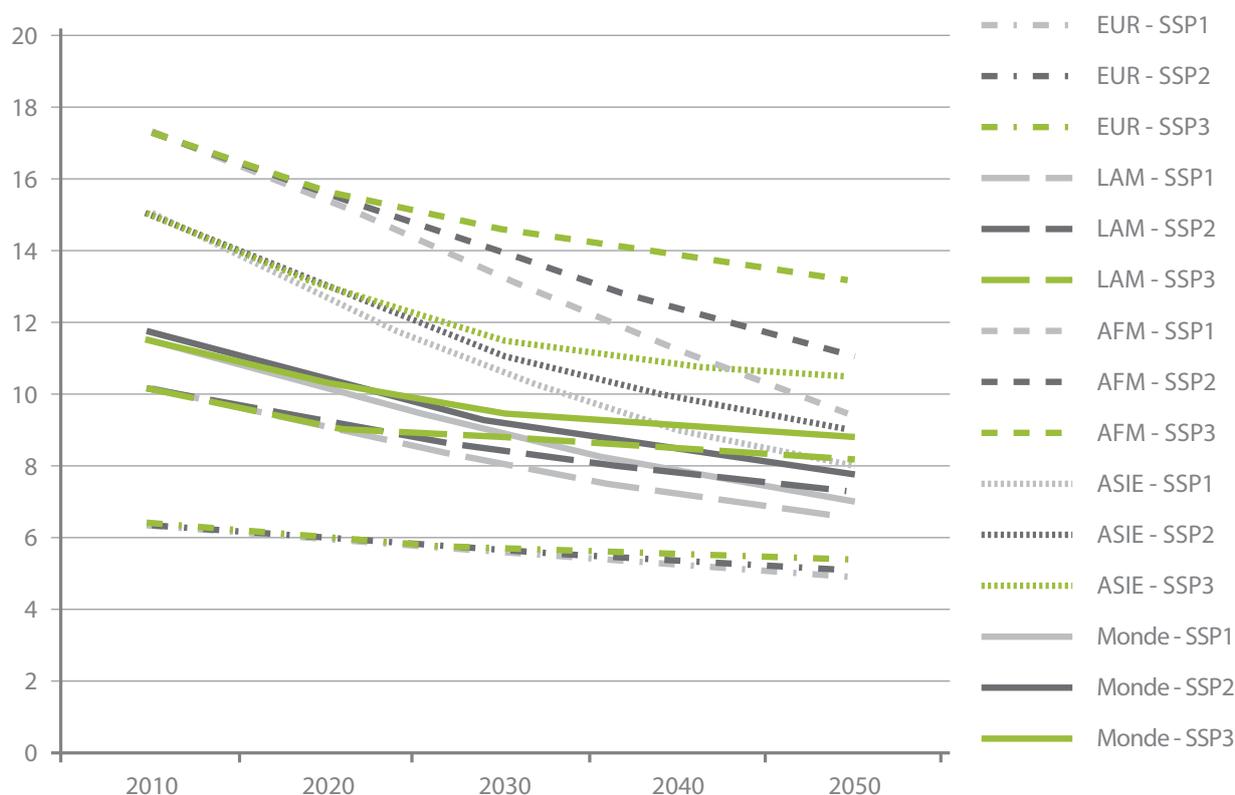
Le modèle GLOBIOM ne tient pas compte des pertes et des déchets agricoles. Afin d'en tenir compte, nous avons utilisé l'analyse publiée par la FAO (2011). Cette étude distingue trois types de pertes (avant la distribution) selon la phase de la chaîne de production dans laquelle elles se produisent (production agricole, manutention post-récolte et entreposage, transformation) et deux types de déchets (distribution/détail, consommation).

En ce qui concerne la représentation de ces trois catégories dans le modèle GLOBIOM et leurs projections dans l'avenir, nous supposons que la « production » et partant, le rendement tels que rapportés par FAOSTAT sont donc nets des pertes lors de la production agricole. Par conséquent, les étapes de leur évolution sont déjà incluses dans les projections de rendement des cultures basées sur l'historique des rendements des cultures de FAOSTAT et ne nécessitent pas une attention particulière ici. La « Consommation » dans les bilans alimentaires de FAOSTAT est rapportée à l'état brut (avant déduction des déchets de consommation). Par conséquent, les hypothèses sur les déchets de consommation sont implicitement incluses dans les projections de la demande alimentaire.

Ainsi, pour une analyse explicite des pertes et déchets (LW), on se retrouve avec trois catégories. Pour les projections de taux futurs de pertes et de déchets, nous avons décidé d'étudier leur relation avec le PIB par habitant du point de vue transectoriel pour les agrégats régionaux présentés par la FAO (2011). Cinq catégories de produits ont été examinées (les céréales, les oléagineux et les légumineuses, les racines et les tubercules, la viande, et le lait).

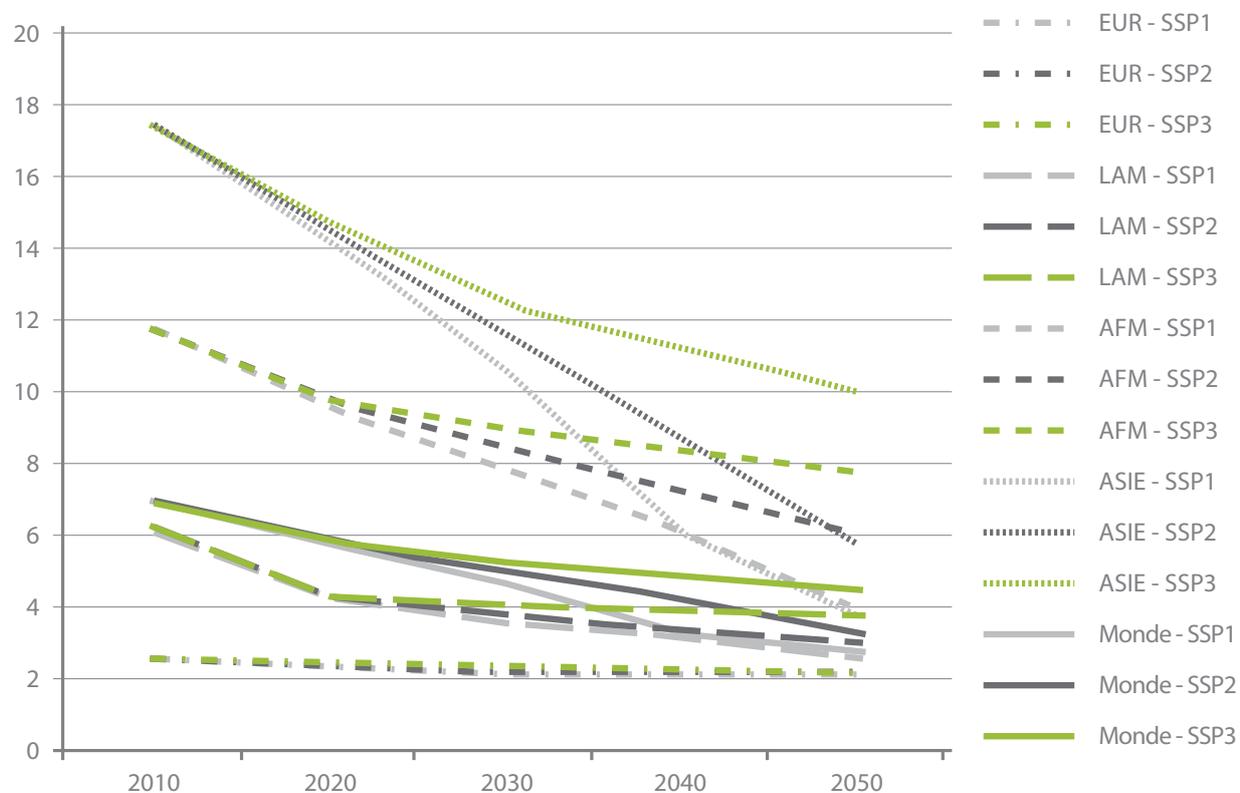
Cependant, ce n'est que pour les oléagineux et les légumineuses et le lait que les pertes et les déchets devaient être couverts dans le modèle GLOBIOM, les deux catégories étant assez importantes et une relation claire existant entre le PIB par habitant et les taux de pertes et de déchets (LW). Ainsi, les pertes et les déchets (LW) n'ont été quantifiés que pour ces deux catégories de produits.

Figure 10 - Pertes et déchets d'oléagineux et de légumineuses (% de la production)



En général, les gains récupérés du fait de la réduction des pertes et des déchets pourraient ajouter 3-5 pour cent de la production de lait. Ces effets sont faibles par rapport au rendement des cultures et à l'efficacité des aliments pour animaux dans la production laitière, mais ils peuvent jouer un rôle dans des régions particulières. Les pertes et les déchets les plus élevés dans le secteur des oléagineux et des légumineuses ont été observés en Afrique et au Moyen-Orient, soit 17 pour cent, et le niveau de pertes et de déchets le plus faible était en Europe, soit 6 pour cent (Figure 10). Sous la SSP1, les pertes et les déchets en Afrique et au Moyen-Orient baisseraient de 10 pour cent. À l'échelle mondiale, les pertes et déchets baisseraient, de 12 pour cent à 7-9 pour cent, selon la SSP. Dans le secteur laitier, les pertes et les déchets concernent l'Asie, suivie par l'Afrique et le Moyen-Orient (Figure 11). En Afrique et au Moyen-Orient, ils devraient baisser, passant de 12 pour cent à 4-9 pour cent selon le scénario.

Figure 11 - Pertes et déchets dans l'industrie laitière (% de la production)





© ILRI, Le fleuve Niger, Stevie Mann

Élevage dans les scénarios de développement mondial



© ILRI, Kenya, Fulani Media

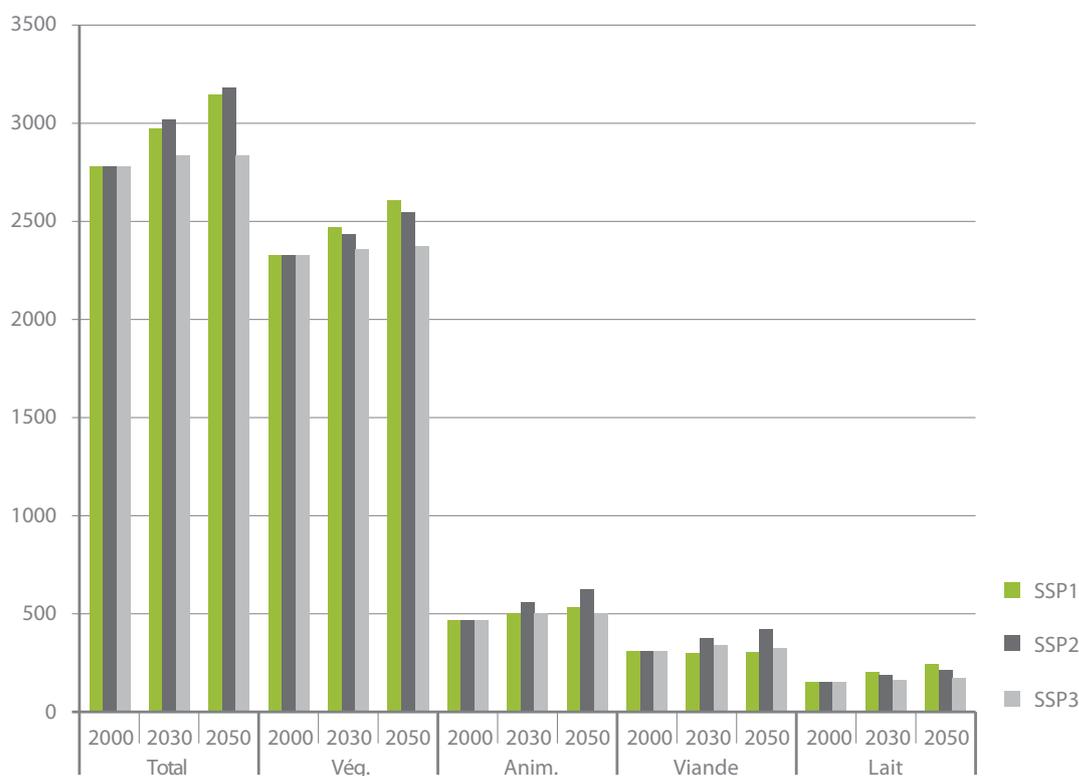
Résultats

L'avenir de l'élevage africain dans les scénarios de la SSP à l'horizon 2050

Consommation

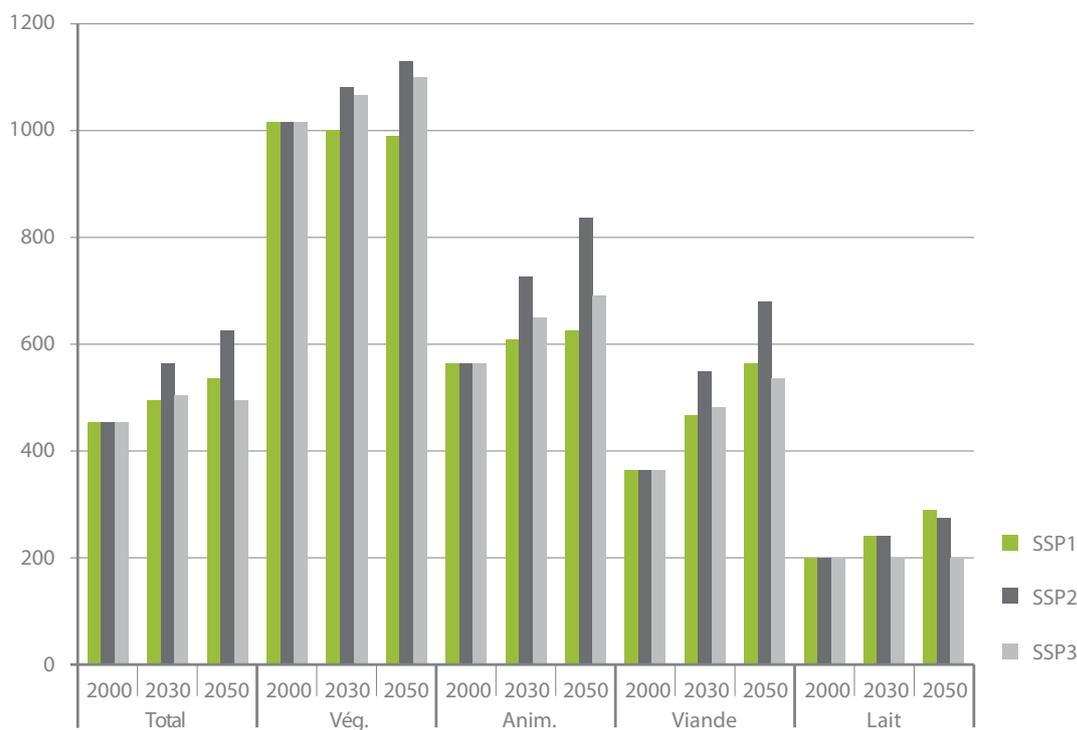
La consommation mondiale de calories par habitant augmenterait le plus sous la SSP2, où elle serait de 14 pour cent supérieure en 2050 par rapport à 2000. En raison de la croissance plus faible du PIB et de la lenteur des changements techniques conduisant à des coûts de production plus élevés, la consommation de calories par habitant augmenterait seulement de 3 pour cent sous la SSP3. La consommation totale de calories par habitant dans la SSP1 atteindrait, à l'échelle mondiale, des niveaux similaires à ceux prévus sous la SSP2, mais tant la structure régionale que la structure des produits présenteraient des différences significatives (Figure 12). En ce qui concerne la structure des produits, la consommation de produits agricoles augmenterait de 10 pour cent et la consommation de produits d'élevage de 37 pour cent sous la SSP2, alors qu'elle serait de 12 pour cent et 19 pour cent sous la SSP1. La stagnation relative de la consommation de produits d'origine animale par habitant cache une baisse de 2 pour cent de la consommation de viande et une augmentation de 61 pour cent de la consommation de lait.

Figure 12 - Consommation alimentaire mondiale par habitant (kcal / hab. / jour)



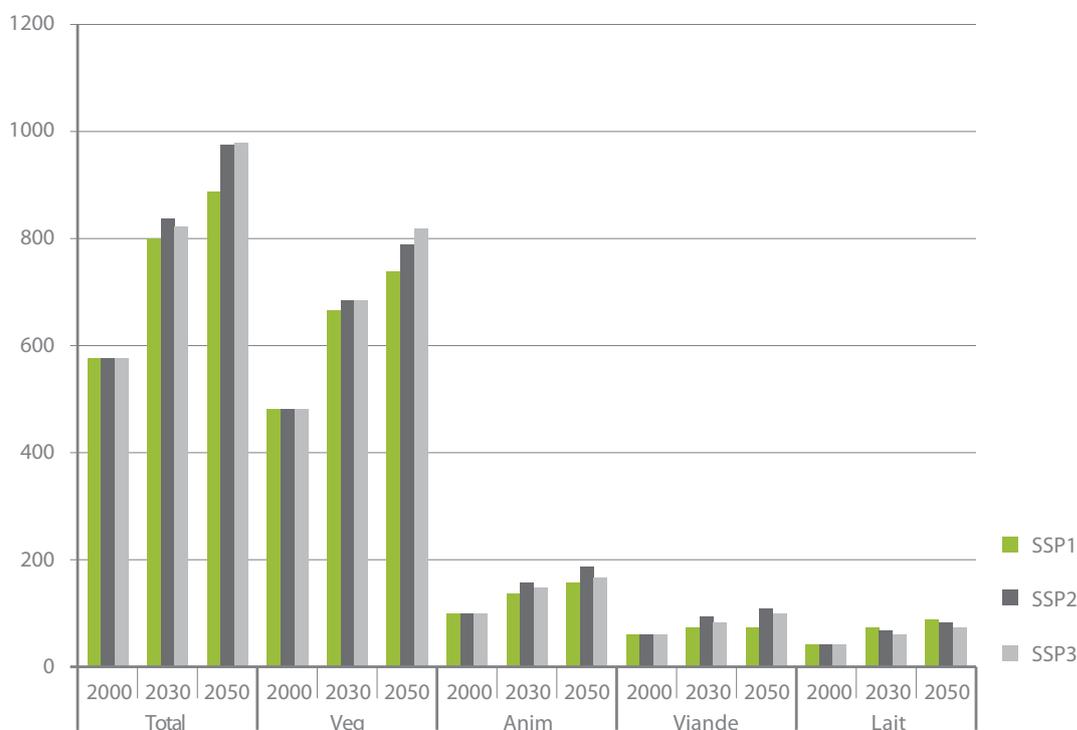
Les différences régionales dans la consommation par habitant de produits d'origine animale sont frappantes en 2000 qui est l'année de référence. Comme indiqué, la consommation mondiale par habitant était d'environ 450 kcal/hab./jour, variant d'environ 200 kcal/hab./jour en Afrique et au Moyen-Orient (AFM), de 1000 kcal/hab./jour en Europe. En outre, en Amérique latine (LAM), la consommation de produits d'élevage était supérieure à la moyenne. En 2050, le niveau de consommation le plus élevé serait atteint sous la SSP2. Sous la SSP3, la faible croissance économique et le progrès technologique insuffisant conduiraient à une augmentation relativement faible (par rapport à la SSP2) en Europe, en Amérique latine et en Asie et entraîneraient une quasi-stagnation en Afrique et au Moyen-Orient. Sous la SSP1, des régimes alimentaires plus durables et une meilleure gestion des déchets ménagers conduiraient à une diminution de la consommation des produits de l'élevage d'origine européenne (-2 pour cent), et à une augmentation de 43 pour cent en Afrique et au Moyen-Orient en raison de la forte croissance économique et des progrès technologiques rapides.

Figure 13 - Consommation de produits d'élevage par habitant (kcal / hab. / jour)



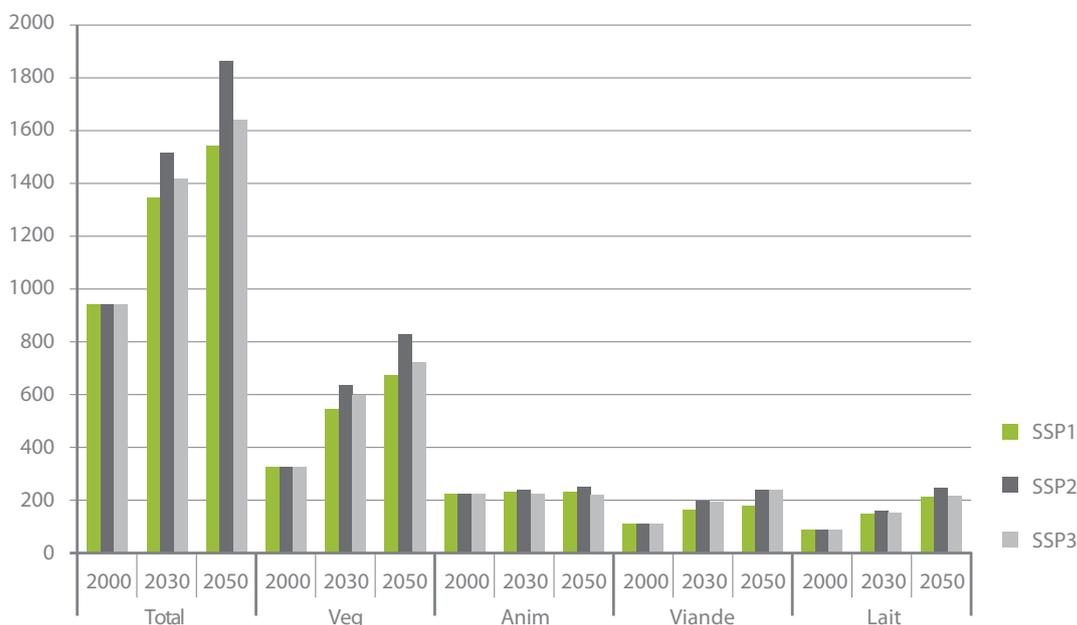
Cette évolution de la consommation alimentaire par habitant se traduirait globalement par une augmentation de 73 pour cent de la consommation totale de calories sous la SSP2 d'ici 2050, correspondant à un 66 pour cent d'augmentation de la consommation de produits agricoles et 106 pour cent d'augmentation de la consommation de produits d'origine animale (Figure 13).

Figure 14 - Consommation alimentaire mondiale - total (petacalories)



En 2000, environ 30 pour cent de la consommation mondiale des produits de l'élevage a eu lieu en Asie (Figure 13). L'Amérique latine a consommé environ un tiers et l'Afrique et le Moyen-Orient environ un cinquième des calories de produits d'élevage consommés en Asie. En 2050, sous la SSP2, l'Asie continuera à dominer la croissance de la consommation, suivie par l'Afrique et le Moyen-Orient et l'Amérique latine. En revanche, l'Europe maintient à peu près le même niveau de consommation de produits d'origine animale. La part de la consommation totale de l'Europe tomberait donc à 10-12 pour cent.

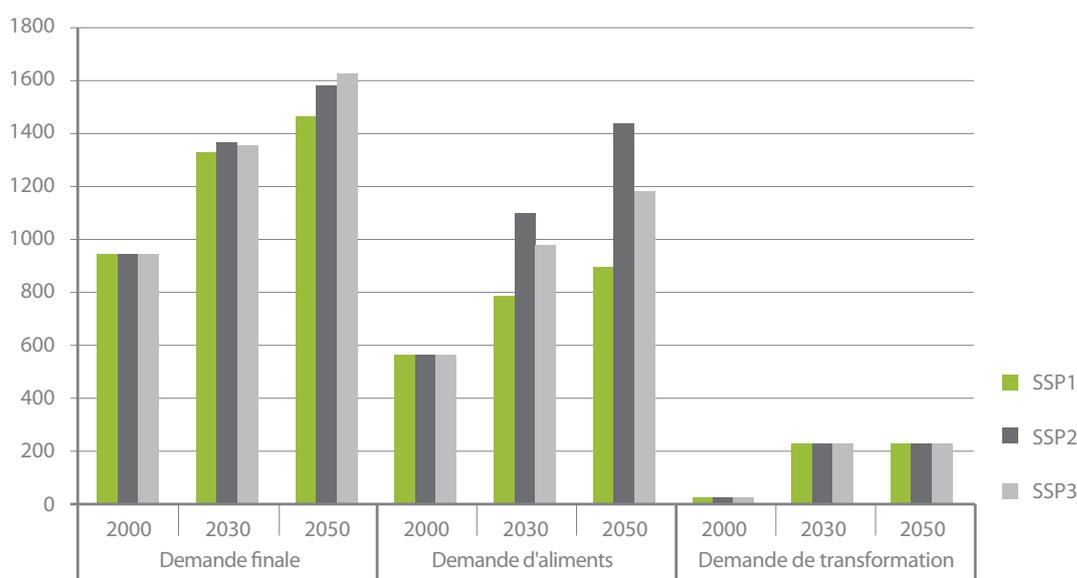
Figure 15 - Consommation de produits d'élevage - total (petacalories)



La demande de produits d'élevage dans le GLOBIOM n'est que pour la consommation humaine. Pour les produits végétaux, le modèle GLOBIOM inclut les aliments pour animaux d'élevage et la « demande de transformation », cette dernière étant attribuée aux biocarburants.

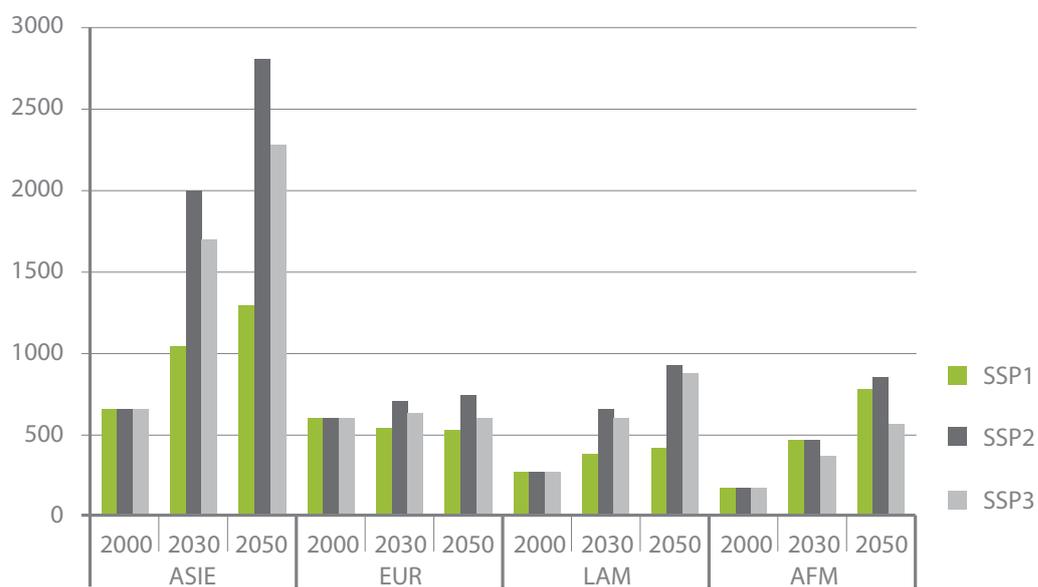
Dans la demande totale des produits agricoles, les aliments pour animaux d'élevage sont le deuxième poste le plus important après les aliments de consommation humaine. Elle culminerait à 44 pour cent de la demande totale sous la SSP2. La demande de transformation / la demande de produits agricoles pour les biocarburants de première génération atteindrait en 2050, son plus haut niveau sous la SSP1, soit 9 pour cent de toute la production agricole en termes de calories.

Figure 16 - Demande mondiale de produits agricoles en équivalent de produits primaires (petacalories)



La répartition de la demande de cultures fourragères dans les régions suit la courbe de la production animale en 2000. En 2050, la demande des cultures fourragères serait la plus élevée en Asie dans tous les scénarios. Elle est également la plus élevée sous la SSP2 pour toutes les régions. Sous la SSP1 et la SSP3, elle stagne en Europe. Mis à part le cas de l'Asie, sous la SSP3, la demande d'aliments pour animaux d'élevage est la plus élevée en Amérique latine ; sous la SSP1, elle est la plus élevée en Afrique et au Moyen-Orient.

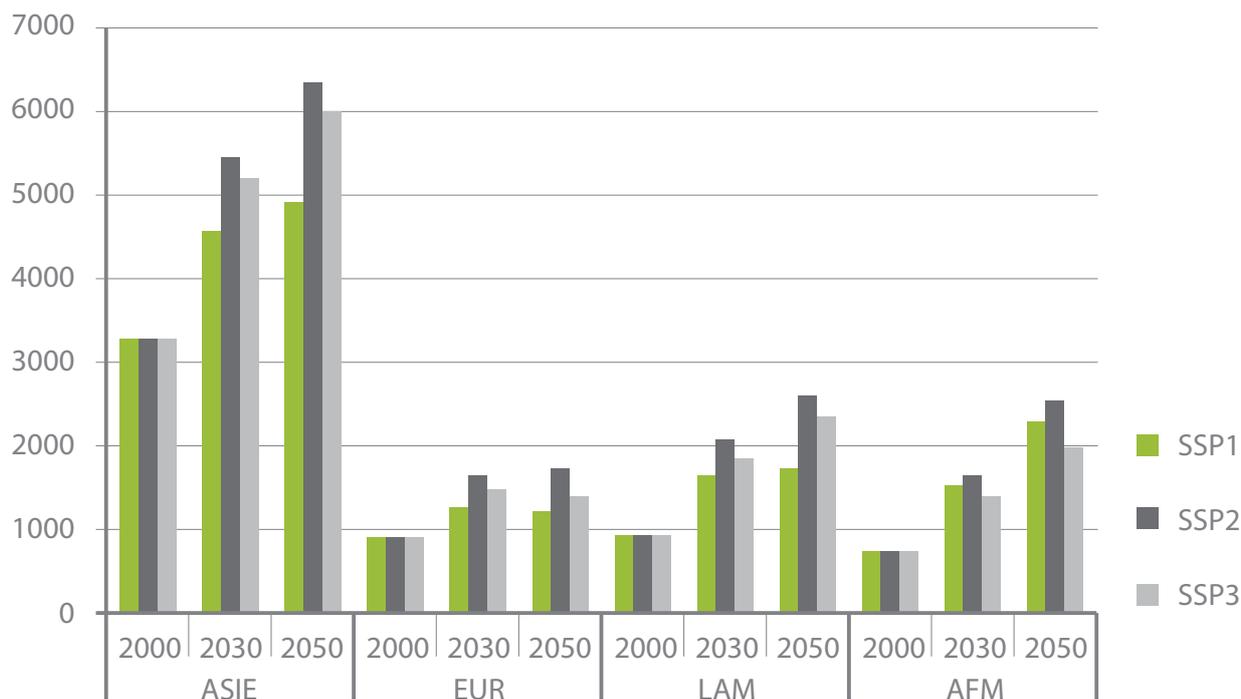
Figure 17 - Demande des cultures fourragères par région (petacalories)



Production

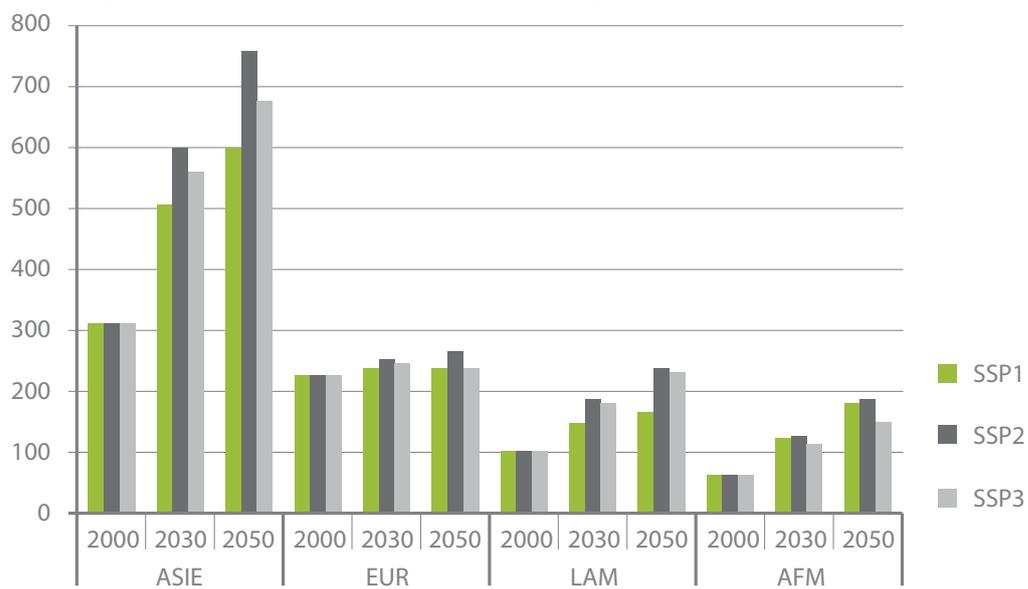
À l'échelle mondiale, la production agricole devrait augmenter entre 2000 et 2050 de 109 pour cent sous la SSP2. L'augmentation serait similaire sous la SSP3, +95 pour cent, et ce ne sera que sous la SSP1 que l'augmentation serait sensiblement plus faible, +66 pour cent. Différentes régions devraient contribuer différemment à cette croissance (Figure 18). Alors qu'en Europe, la production agricole devrait augmenter de 63 pour cent sous la SSP2, elle devrait doubler en Asie, s'augmenter de près de 150 pour cent en Amérique latine, et de 250 pour cent en Afrique et au Moyen-Orient. Sous la SSP3, l'offre devrait se développer de façon similaire en Europe, en Asie et en Amérique latine, mais l'absence de changement technologique réduirait considérablement la croissance de l'offre en Afrique et au Moyen-Orient, à plus de +180 pour cent.

Figure 18 - Offre de calories végétales par région (petacalories)



La production animale devrait presque doubler dans la SSP2, croissant de 92 pour cent à l'échelle mondiale d'ici à 2050. Les changements relatifs dans production dans toutes les régions sont semblables à ceux de la production agricole, à l'exception de l'Europe, où la production animale est supposée être à peu près constante.

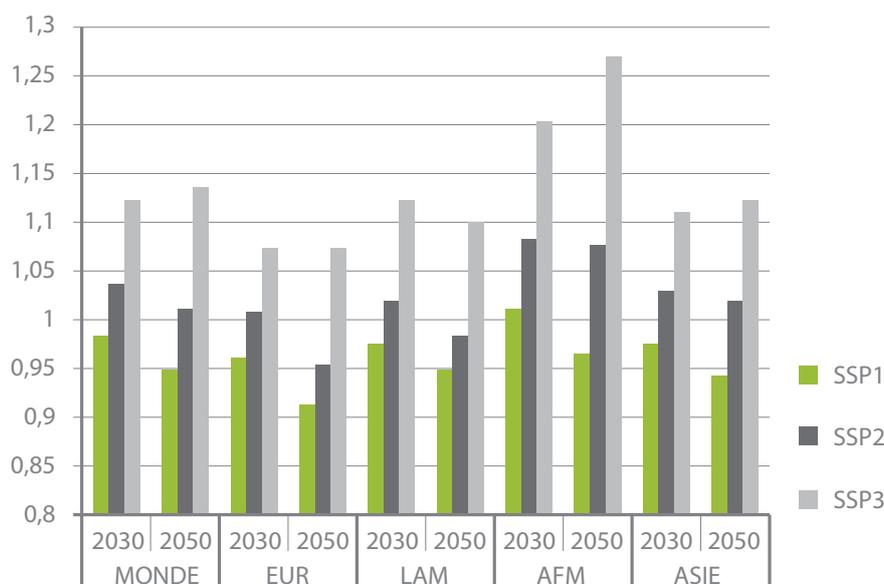
Figure 19 - Offre de calories animales par région (petacalories)



Prix

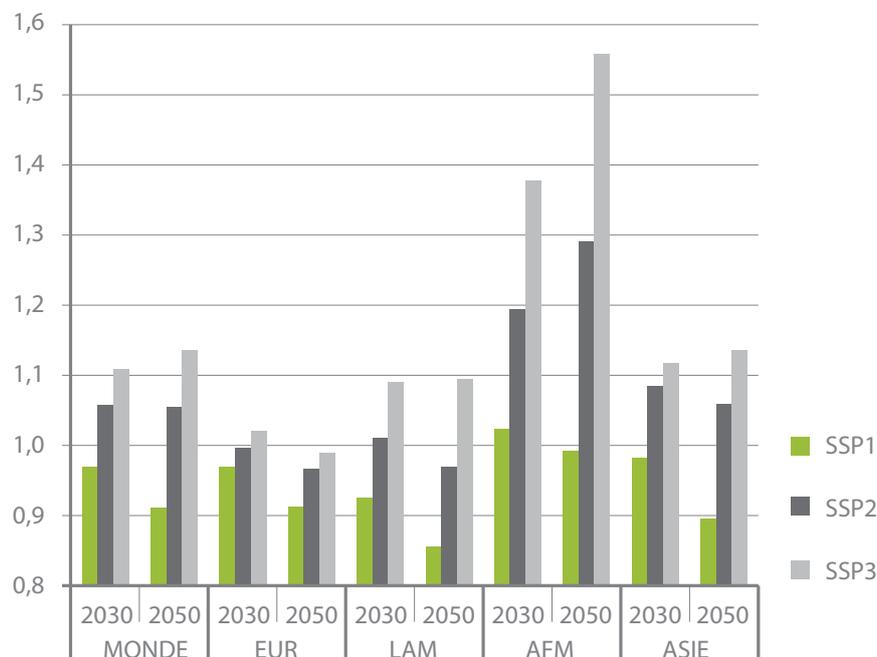
Les projections de prix de produits agricoles de base par le modèle GLOBIOM sont relativement stables. A l'échelle mondiale sous la SSP2, l'indice des prix des produits agricoles devrait rester entre 1,01 et 1,04 par rapport au niveau de l'année 2000, étant donné qu'ils sont légèrement plus faibles en Europe et en Amérique latine, et plus élevés en Afrique et au Moyen-Orient (Figure 20). L'Asie devrait suivre la tendance générale des prix mondiaux dans tous les scénarios à l'horizon 2050. L'indice des prix des produits d'élevage devrait atteindre environ 1,06 sous la SSP2 d'ici 2030 et 2050, avec à nouveau la plus faible augmentation des prix en Europe, une augmentation légère en Amérique latine et des augmentations substantielles, plus de 50 pour cent, en Afrique et au Moyen-Orient (Figure 21).

Figure 20 - Comparaison de l'indice de prix des produits agricoles (2000 = 1)



L'indice de prix des produits agricoles et celui des produits de l'élevage calculé en tenant compte des prix pratiqués en 2000 prennent les valeurs les plus élevées dans la SSP3 et les valeurs les plus faibles sous la SSP1, bien que la production tende à être plus élevée dans la SSP2. Cela montre les différences dans les principaux moteurs de ces scénarios. Sous la SSP3, la croissance démographique relativement forte et les progrès technologiques relativement faibles se traduisent par des prix élevés à la production. Sous la SSP1, une croissance démographique relativement faible, la prise en compte de durabilité dans les régimes occidentaux, et un rythme rapide de progrès technologique se traduisent par la baisse des prix.

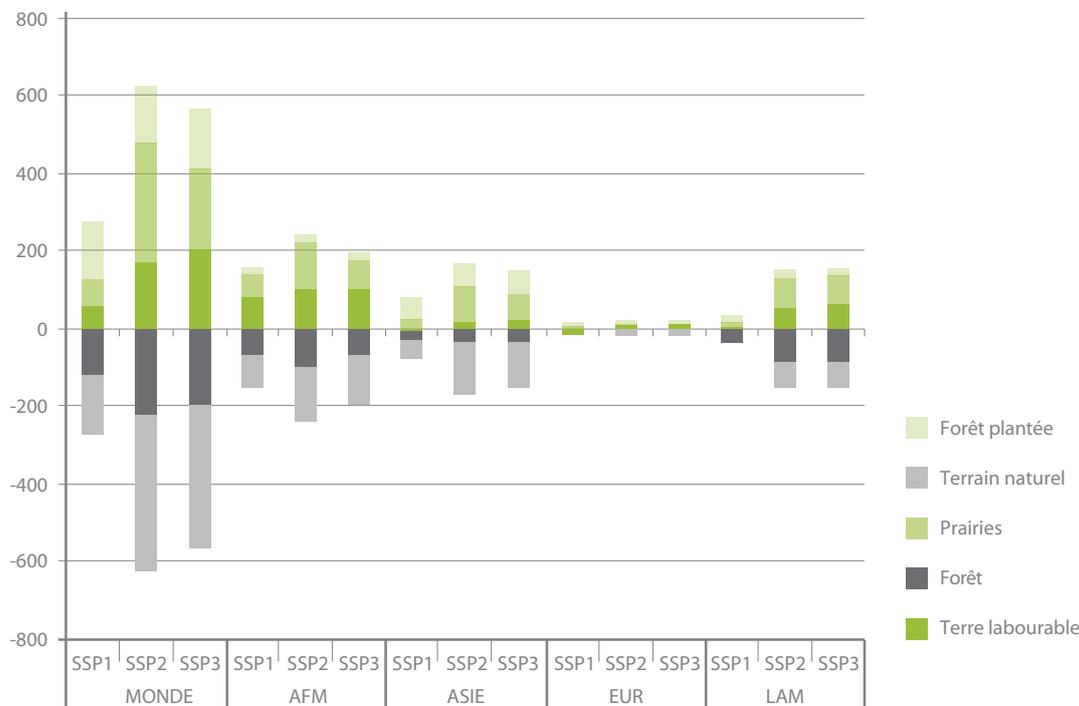
Figure 21 - Comparaison de l'indice de prix des produits d'élevage (2000 = 1)



Affectation des terres

L'augmentation de la production viendra dans une certaine mesure de l'intensification de la production sur les terres agricoles existantes mais nécessitera également l'expansion des activités agricoles à d'autres types d'occupation du sol. Nous estimons que, sous la SSP2, 175 millions d'hectares de terres arables supplémentaires et 300 millions d'hectares de pâturage supplémentaires entreraient seront exploitées d'ici 2050 par rapport à 2000 (Figure 22). Ces chiffres correspondent assez bien aux statistiques d'affectation des terres de FAOSTAT, qui montrent que, entre 1961 et 2009, la superficie des terres arables et des cultures permanentes avait augmenté de 162 millions d'ha, et les prairies et les pâturages permanents avait augmenté de 269 millions d'ha. La demande supplémentaire d'environ 150 millions d'hectares de terres vient dans notre modèle de plantations d'arbres à courte rotation fournissant la matière première pour la bioénergie. L'expansion totale atteindrait donc 625 millions d'hectares, avec 35 pour cent de l'expansion dans les forêts et 65 pour cent de l'expansion dans d'autres espaces naturels. Cela correspond, en chiffres absolus, à un taux moyen de déforestation d'environ 4,4 millions d'hectares par an. Les récents taux de déforestation, tel que rapportés par FRA2010, étaient 8,3 millions, 4,4 millions et 5,6 millions d'hectares par an au cours des périodes 1990-2000, 2000-2005 et 2005-2010, respectivement.

Figure 22 - Changements cumulatifs d'affectation des terres entre 2000-2050 (million d'hectares)



Les changements d'affectation des terres ne sont pas répartis de manière égale entre les régions.

Environ 55 pour cent de l'expansion mondiale des terres cultivées devrait se produire en Afrique et au Moyen-Orient, environ 30 pour cent en Amérique latine, et seulement 4 pour cent en Europe. Pour les pâturages, 43 pour cent de l'expansion devrait se faire en Afrique et au Moyen-Orient, 27 pour cent en Amérique latine, et moins d'un (1) pour cent en Europe. Environ 44 pour cent de la déforestation totale surviendrait en Afrique et au Moyen-Orient, et 37 pour cent en Amérique latine.

La SSP2 est le scénario avec la plus grande demande de terres agricoles supplémentaires en raison de la combinaison d'une demande soutenue et de l'augmentation plutôt modérée des rendements. Sous la SSP3, la plus faible demande de viande causée par une croissance économique plus ralentie et les prix de production plus élevés conduit à l'expansion des pâturages qui est de 30 pour cent plus faible que sous la SSP2, ce qui entraîne une plus faible expansion totale des terres agricoles, avec une expansion légèrement plus élevée des terres cultivées. Sous la SSP1, l'expansion des terres cultivées et des pâturages représentent moins de 30 pour cent de l'expansion nécessaire dans la SSP2, conduisant à la conversion de seulement 44 pour cent des forêts et d'autres terrains naturels.

Gestion des terres cultivées.

L'augmentation du rendement des cultures exogènes est plus forte dans la SSP1 et plus faible dans la SSP3 (IntsEf au Graphique 21). Cependant, ce n'est qu'une seule source de changement de rendement dans le modèle GLOBIOM. L'autre apparaît en agrégats spatiaux plus élevés et est due à la réaffectation de la production à travers des unités de simulation individuelles. Cet effet est négatif sous la SSP1 et la plupart du temps positif sous la SSP3. Une interprétation pourrait être que, puisque le progrès technologique est supposé être faible et la demande totale relativement élevée en raison de la forte population, facteurs qui ensemble conduisent à des prix agricoles élevés, la production agricole vise, d'une part, à utiliser les meilleures ressources disponibles, et, d'autre part, à être concurrentielle dans leur acquisition. Une autre raison possible de ce phénomène pourrait être que les progrès technologiques permettent de développer la production agricole également dans les régions qui partent de très faibles rendements mais les améliorent rapidement. De ce dernier point de vue, l'effet d'agrégation positif suggère que, avec une faible croissance du rendement des cultures, la production sera forte dans les régions les plus productives. La somme de ces deux effets conduit un rendement global la plus élevé sous la SSP2 et non sous la SSP1, comme on pouvait s'y attendre. L'augmentation globale du rendement des cultures entre 2000 et 2050 atteint environ 70 pour cent à l'échelle mondiale sous la SSP2. Elle atteint environ 40 pour cent en Europe, et 90 à 115 pour cent en Amérique latine ainsi qu'en Afrique et au Moyen-Orient.

Figure 23 - Évolution du rendement total des cultures en termes de calories sur la période 2000-2050 décomposé entre les effets d'intensification / exogènes et les effets d'agrégation (%)

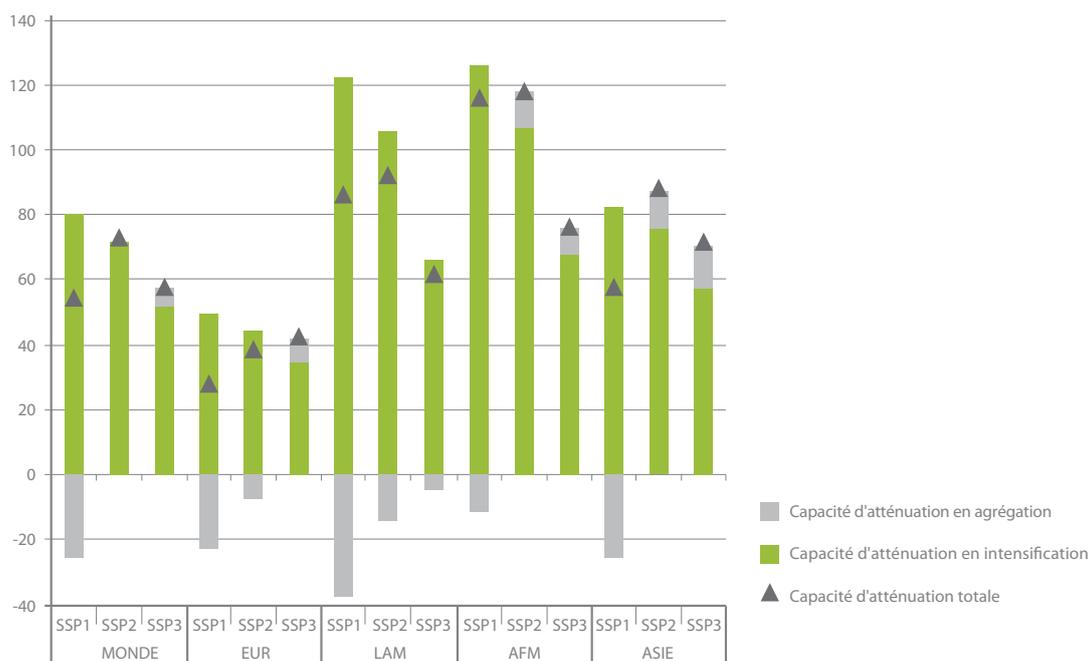
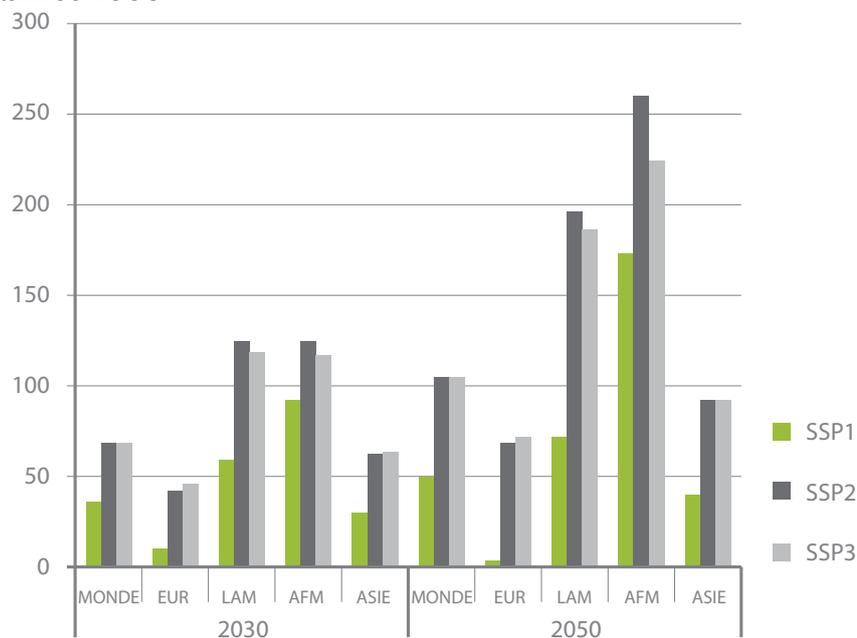
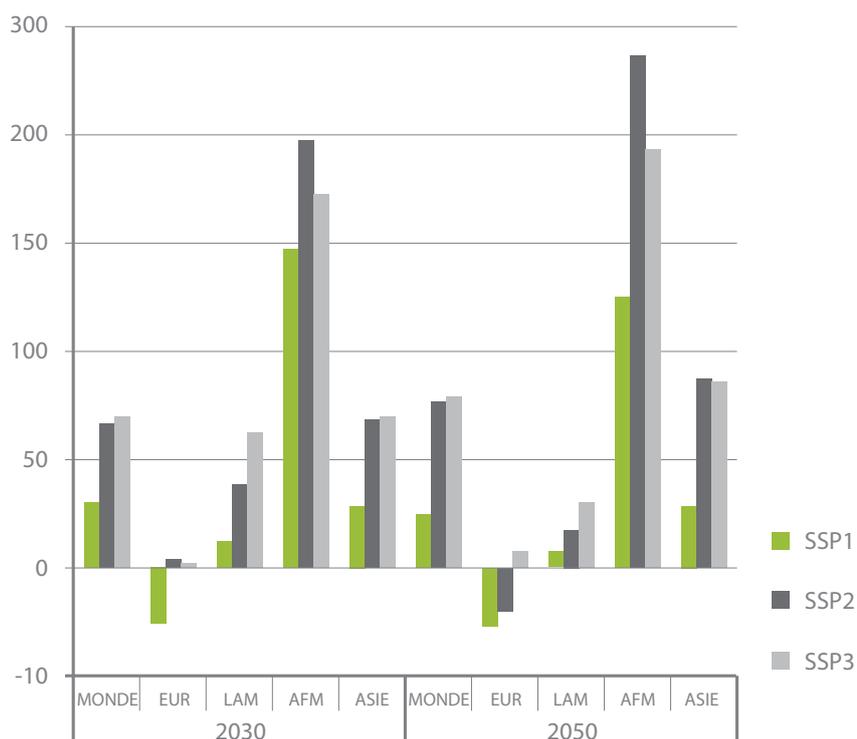


Figure 24 - Consommation d'azote supplémentaire par rapport à l'année 2000



L'augmentation des rendements nécessiterait des intrants supplémentaires. Nous estimons que, globalement, l'utilisation d'engrais azotés devrait doubler d'ici à 2050 sous la SSP2 (Figure 24), et qu'également, 15 pour cent de plus d'eau d'irrigation serait nécessaire, en particulier en Afrique et au Moyen-Orient (Figure 25).

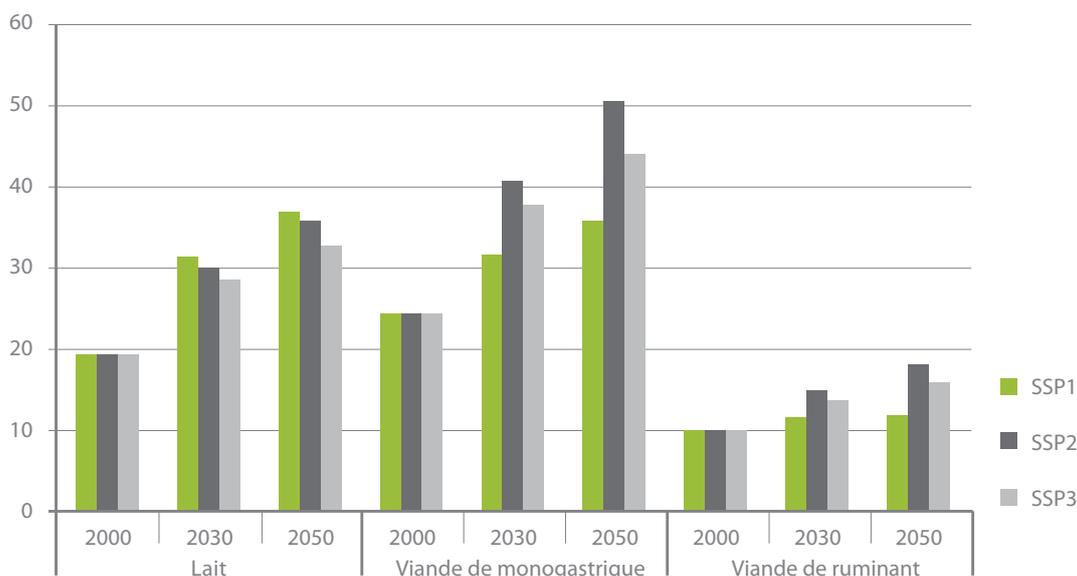
Figure 25 - Consommation supplémentaire d'eau d'irrigation par rapport à l'année 2000 (%)



Production animale

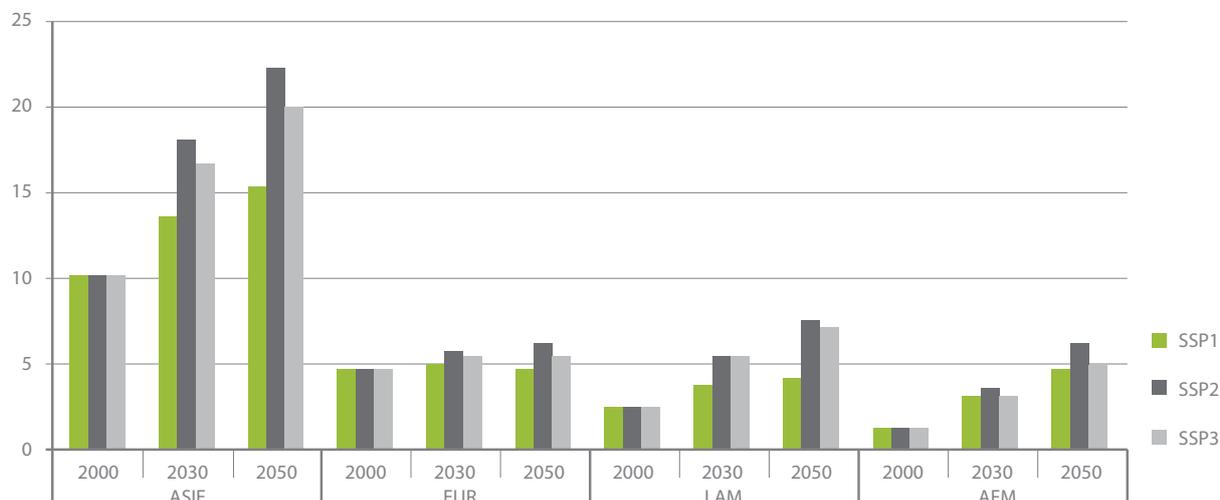
Nous avons vu précédemment que la production animale totale devait augmenter d'environ 92 pour cent (exprimé en calories). Sous la SSP2, la croissance de la production des différents agrégats de produits de base est relativement équitablement répartie : Ainsi, +106 pour cent pour la viande d'animaux monogastriques et les œufs, +88 pour cent pour la viande de ruminants, et +85 pour cent pour le lait. Les résultats du modèle sont un bon reflet de nos hypothèses sur les régimes alimentaires durables dans la SSP1, où la part de la viande de ruminants diminue sensiblement, alors que la production de lait est moins limitée, et, dans l'ensemble, la consommation alimentaire par habitant est limitée. Il en résulte une augmentation de la production de viande de ruminants de 22 pour cent seulement entre 2000 et 2050, avec la hausse de l'offre de produits d'animaux monogastriques de 45 pour cent, environ la moitié de la croissance sous la SSP2, et l'augmentation de la production de lait supérieure aux projections de la SSP2, de plus de +91 pour cent (Figure 26).

Figure 26 - Production animale mondiale par produit (en millions de tonnes de protéines)



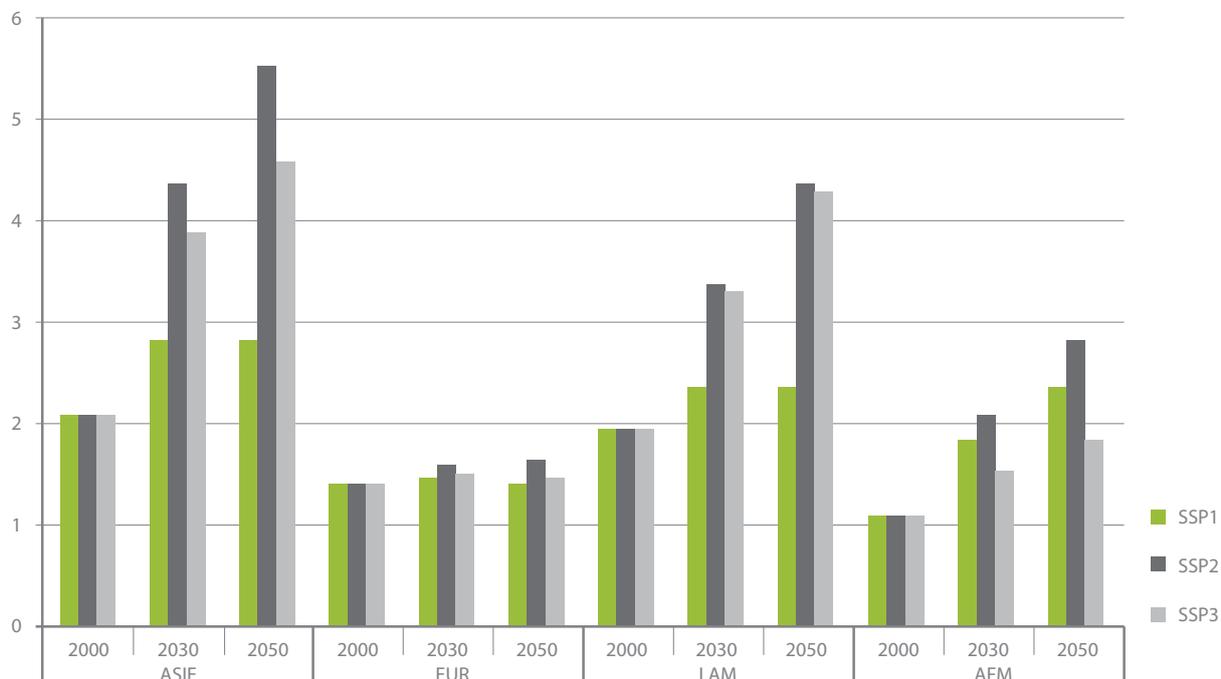
La production de produits d'animaux monogastriques est susceptible de croître entre 40 pour cent (SSP1) et 125 pour cent (SSP2) en Asie d'après le scénario. En Amérique latine, la production de produits d'animaux monogastriques devrait augmenter de 170 pour cent, et il est prévu qu'elle augmente de près de six fois en Afrique et au Moyen-Orient (Figure 27). Elle devrait toujours croître en Europe sous la SSP2, de +33 pour cent d'ici 2050. Cependant, cette croissance ressemble à une stagnation par rapport à l'évolution prévue dans les autres régions.

Figure 27 - Production mondiale de produits d'animaux monogastriques par région (en millions de tonnes de protéines)



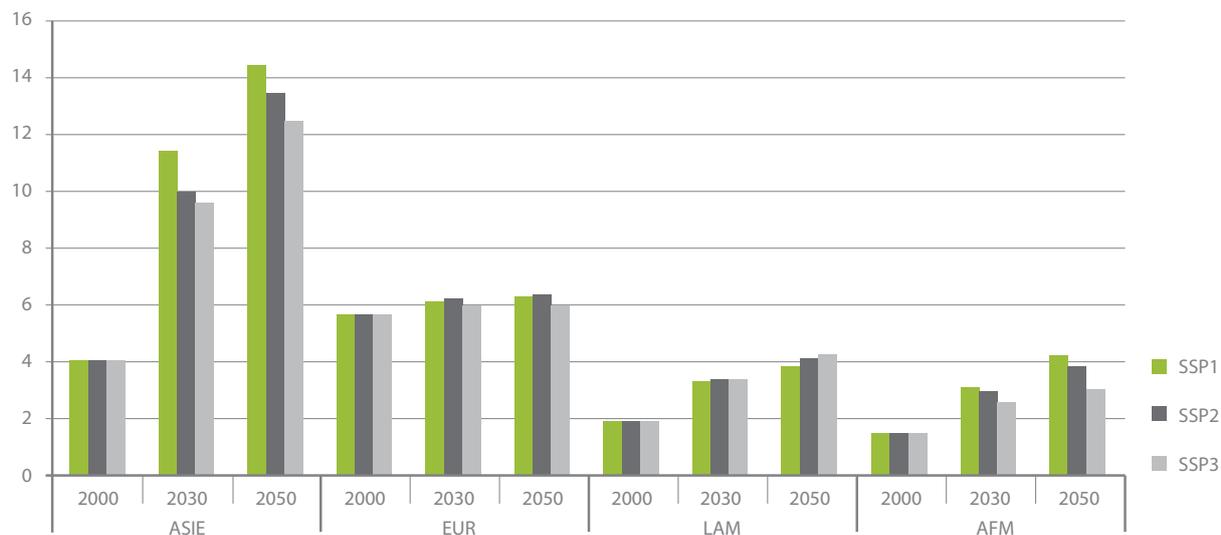
La production de viande de ruminants en Europe ne devrait augmenter que de 15 pour cent d'ici 2050 sous la SSP2 (Figure 28). La production de viande de ruminants en Amérique latine et en Afrique et au Moyen-Orient devrait continuer à croître de 125 pour cent et 160 pour cent, respectivement, mais les différents scénarios auraient des effets très différents dans ces deux régions. Sous la SSP3, la faible croissance économique et technologique en Afrique et au Moyen-Orient conduirait à une croissance de 70 pour cent seulement, tandis que la production serait similaire à celle de la SSP2 en Amérique latine. D'autre part, sous la SSP1, la demande mondiale plus faible enfoncerait la production en Amérique latine (+21 pour cent seulement), mais la demande soutenue en Afrique et au Moyen-Orient, avec l'amélioration de leur compétitivité, conduirait encore à une croissance de 112 pour cent par rapport à 2000.

Figure 28 - Production mondiale de viande de ruminants par région (million de tonnes de protéines)



Contrairement à la production de viande de ruminants, la production de lait n'est pas affectée négativement dans la SSP1. Elle est presque aussi élevée que sous la SSP2 en Amérique latine, et est même la plus élevée des trois scénarios pour l'Asie et pour l'Afrique et le Moyen-Orient (Figure 29).

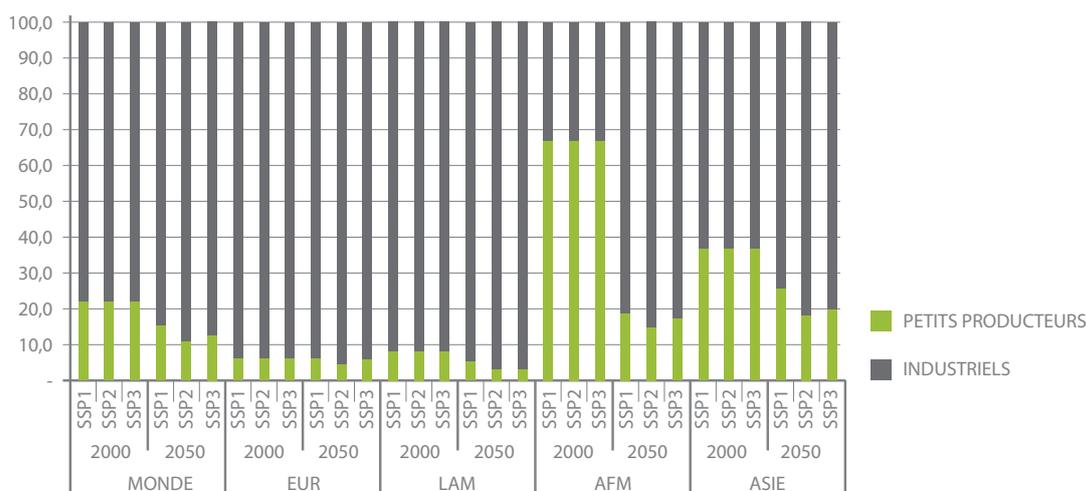
Figure 29 - Production mondiale de lait cru par région (en million de tonnes de protéines)



Production animale par système de production

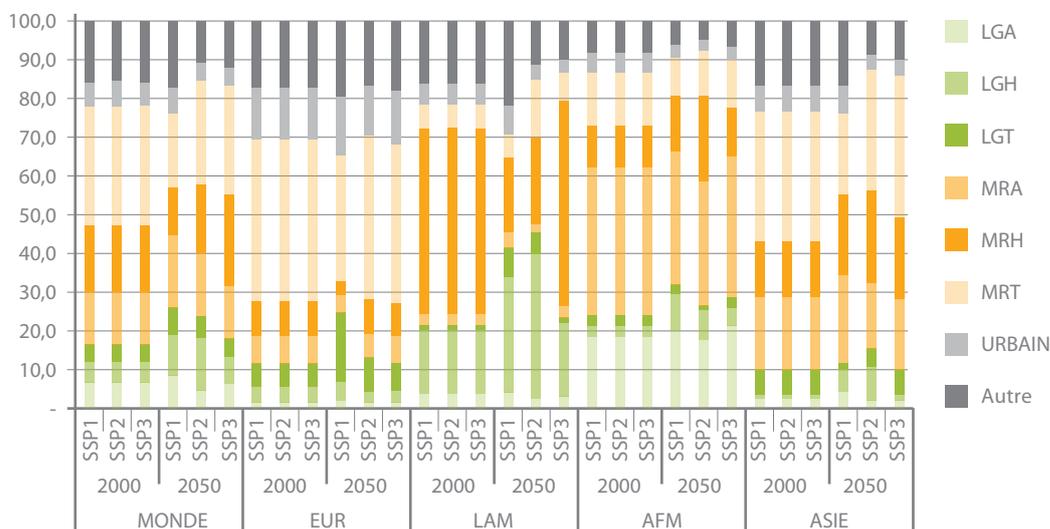
La production animale aura des impacts différents sur les émissions de gaz à effet de serre et d'autres variables environnementales en fonction des systèmes de production et de la productivité des animaux ainsi que de l'utilisation des aliments. En 2000, 88 pour cent de la production mondiale de produits d'animaux monogastriques provenait de systèmes industriels (Figure 30). Bien que ces systèmes fournissaient 94 et 92 pour cent de la production en Europe et en Amérique latine, respectivement, la majorité (67 pour cent) de la production en Afrique et au Moyen-Orient provenait encore de systèmes de petits producteurs (Herrero et coll., 2013). Nous ne nous attendons pas à des augmentations substantielles dans l'industrialisation en Europe et en Amérique latine ; en Afrique et au Moyen-Orient, mais la part des monogastriques devrait augmenter de 33 pour cent à environ 80 pour cent d'ici 2050, quel que soit le scénario choisi.

Figure 30 - Production de produits d'animaux monogastriques par système (en pourcentage du total du système)



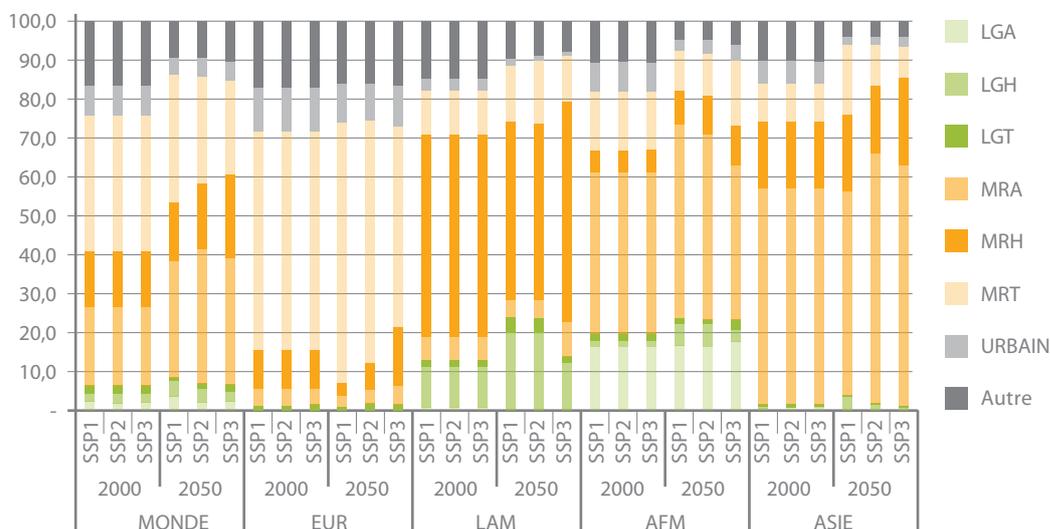
Pour les ruminants, on distingue huit systèmes de production : pâturages - aride (LGA), humide (HGL), tempérés / hautes terres (LGT) ; et des systèmes mixtes culture-élevage - arides (MRA), humides (MRH), tempérés / hautes terres (MRT), urbains et autres. Quelques 31 pour cent de la viande de ruminants en 2000 étaient produits dans des systèmes mixtes tempérés suivis par les systèmes humides mixtes (17 pour cent), les autres (16 pour cent), et les systèmes mixtes arides (14 pour cent) (Figure 31). La majeure partie de la production en Europe provenait des systèmes mixtes tempérés (42 pour cent) ; en Amérique latine, à partir des systèmes humides mixtes (48 pour cent) ; et en Afrique et au Moyen-Orient à partir des systèmes arides mixtes (38 pour cent). Sous la SSP2, le principal changement serait une augmentation de la part de la production provenant des systèmes basés sur les pâturages humides. Sous la SSP3, toujours d'après les hypothèses du scénario, la répartition de la production dans les systèmes resterait similaire à celle observée en 2000.

Figure 31 - Production de viande de ruminants par système (en pourcentage du total du système).



La majeure partie de la production de lait en 2000 venait de systèmes mixtes tempérés (35 pour cent), suivis par les systèmes mixtes arides (20 pour cent), les autres (17 pour cent), et les systèmes humides mixtes (14 pour cent). En Europe et en Amérique latine, jusqu'à 56 pour cent et 52 pour cent de la production totale provenaient des systèmes tempérés et humides mixtes, respectivement. En Afrique et en Asie, les systèmes mixtes arides avaient fourni 42 pour cent et 55 pour cent de la production laitière, respectivement. Globalement, le changement le plus élevé dans la structure de production se rapporte à l'augmentation de la part de la production provenant de systèmes arides mixtes allant de 20 pour cent en 2000 à un maximum de 34 pour cent en 2050. Cela est principalement dû à l'évolution en Afrique et au Moyen-Orient, et en Asie (Figure 32).

Figure 32 - Production de lait cru par système (%)

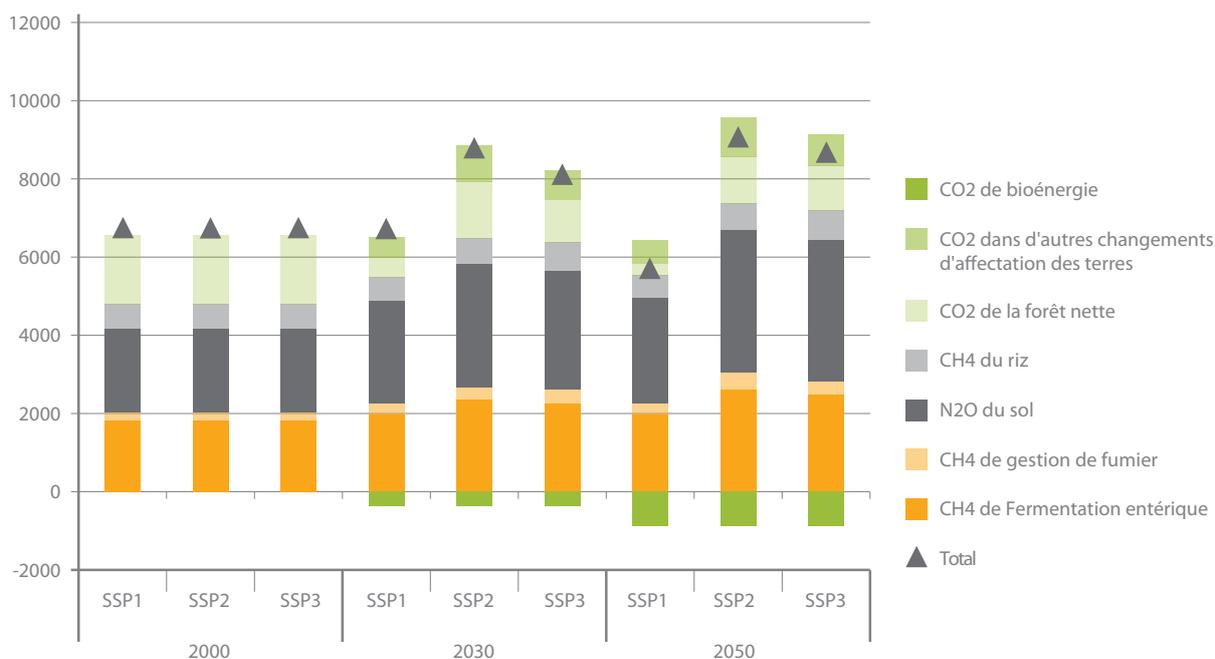


Émissions de gaz à effet de serre

Les trois plus importantes sources d'émissions de gaz à effet de serre dans les secteurs de l'agriculture et de l'affectation des terres sont le N₂O du sol, le CH₄ provenant de la fermentation entérique et le CO₂ provenant de la déforestation.⁶ En termes de répartition régionale, trois régions étaient responsables de 57 pour cent des émissions mondiales : L'Amérique latine était responsable de 32 pour cent du total des émissions, l'Afrique et le Moyen-Orient de 24 pour cent, et l'Europe seulement 1 pour cent. L'ensemble des émissions agricoles étaient 542 776, et 818 MtCO₂éq pour l'Europe, l'Afrique et le Moyen-Orient, l'Amérique latine étant approximativement au même niveau, la principale différence provenant des émissions dues au changement d'affectation des terres. Ces émissions étaient négatives en Europe, et avaient presque annulé les émissions provenant de l'agriculture qui étaient alors positives, mais avec 845 MtCO₂éq en Afrique et au Moyen-Orient, et 1312 en Amérique latine, elles avaient plus que doublé les émissions agricoles de ces régions (Figure 33).

La quantité d'émissions futures dépend essentiellement des hypothèses du scénario. Nos projections conduisent à une augmentation de 34 pour cent en 2050 sous la SSP2, et une diminution de 14 pour cent sous la SSP1. Alors que les émissions agricoles augmenteraient de 13 pour cent et les émissions dues au changement d'affectation des terres de 29 pour cent sous la SSP2, elles diminueraient de 14 pour cent et 49 pour cent, respectivement, sous la SSP1.

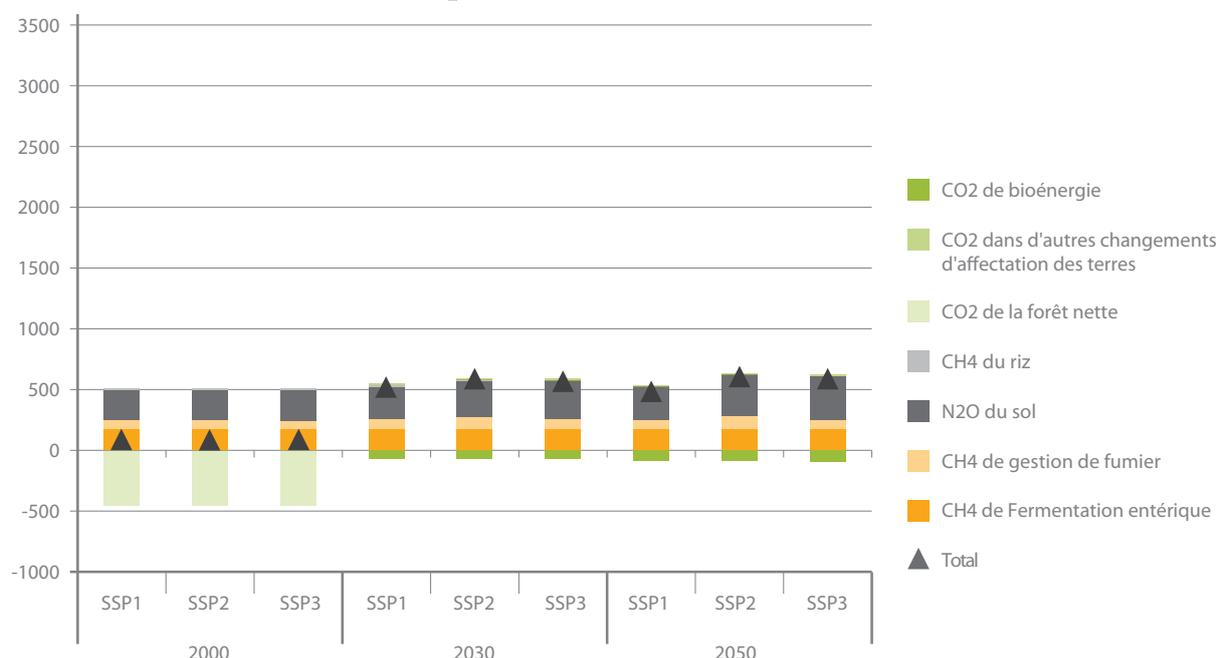
Figure 33 - Émissions mondiales de gaz à effet de serre (millions de tonnes de CO₂éq)



⁶ Ces chiffres sont tirés de FRA2010 puisque les travaux du modèle GLOBIOM ont commencé à partir du point d'équilibre en 2000, et ainsi, les émissions dues au changement d'affectation des terres de la période précédente ne pouvaient pas y être intégrées.

En Europe, la plus grande source d'émissions agricoles est la fermentation entérique, avec 177 MtCO₂éq, suivi des émissions de N₂O du sol, avec 251 MtCO₂éq (Figure 34). Les émissions dues à la fermentation entérique devraient s'accroître, au plus, de 7 pour cent d'ici 2050 sous la SSP2, mais les émissions de N₂O des sols devraient augmenter encore d'environ 40 pour cent sous la SSP2 et la SSP3.⁷

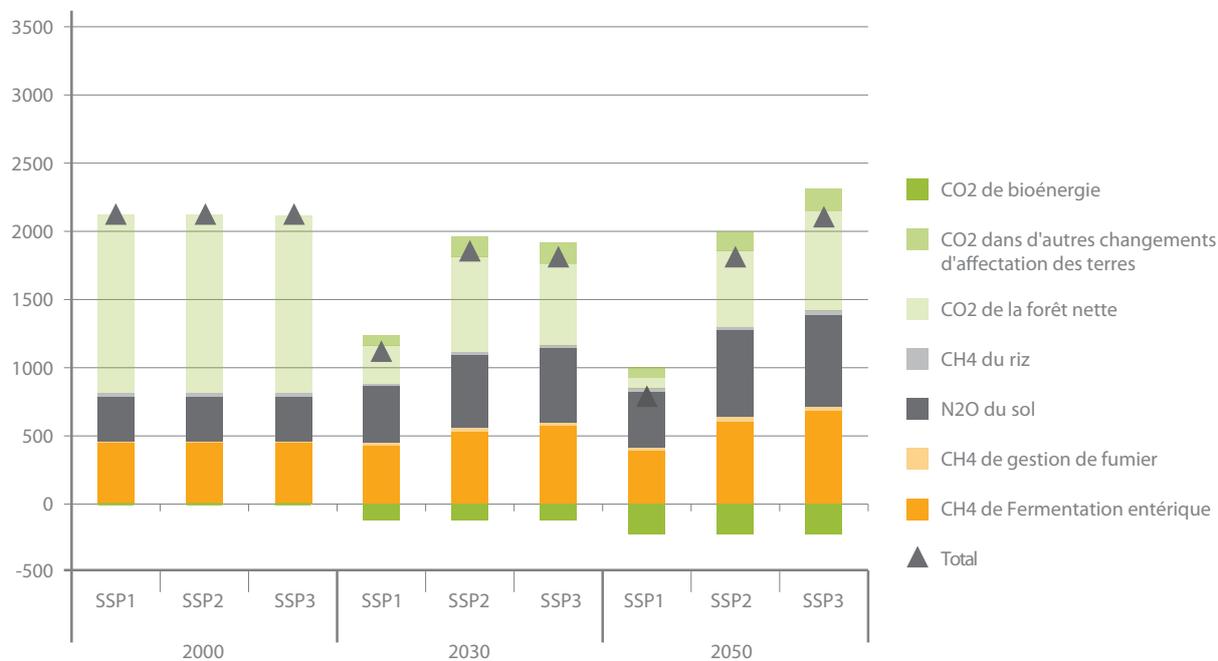
**Figure 34 - Émissions de gaz à effet de serre - Europe
(millions de tonnes d'équivalent CO₂)**



En Amérique latine, 62 pour cent des émissions de 2000 étaient dues au changement d'affectation des terres, suivi par la fermentation entérique et le N₂O des sols. Sous la SSP1, le total des émissions en 2050 pourraient être de 36 pour cent de celles de 2000, et également sous la SSP2 et la SSP3, elles ne dépasseraient pas les niveaux de 2000. Cette évolution positive provient de la réduction des émissions dues au changement d'affectation des terres, -46 pour cent sous la SSP2, et -90 pour cent sous la SSP1. Ainsi, il sera possible d'amortir les augmentations non négligeables des émissions agricoles, par exemple 41 pour cent pour la fermentation entérique et 85 pour cent pour le N₂O du sol sous la SSP2 (Figure 35).

⁷ Cette version du modèle ne tient pas compte du boisement net dans les forêts traditionnelles. Il s'agit d'une limite potentielle de nos résultats pour les régions avec un boisement net important, ce qui est le cas de l'Europe.

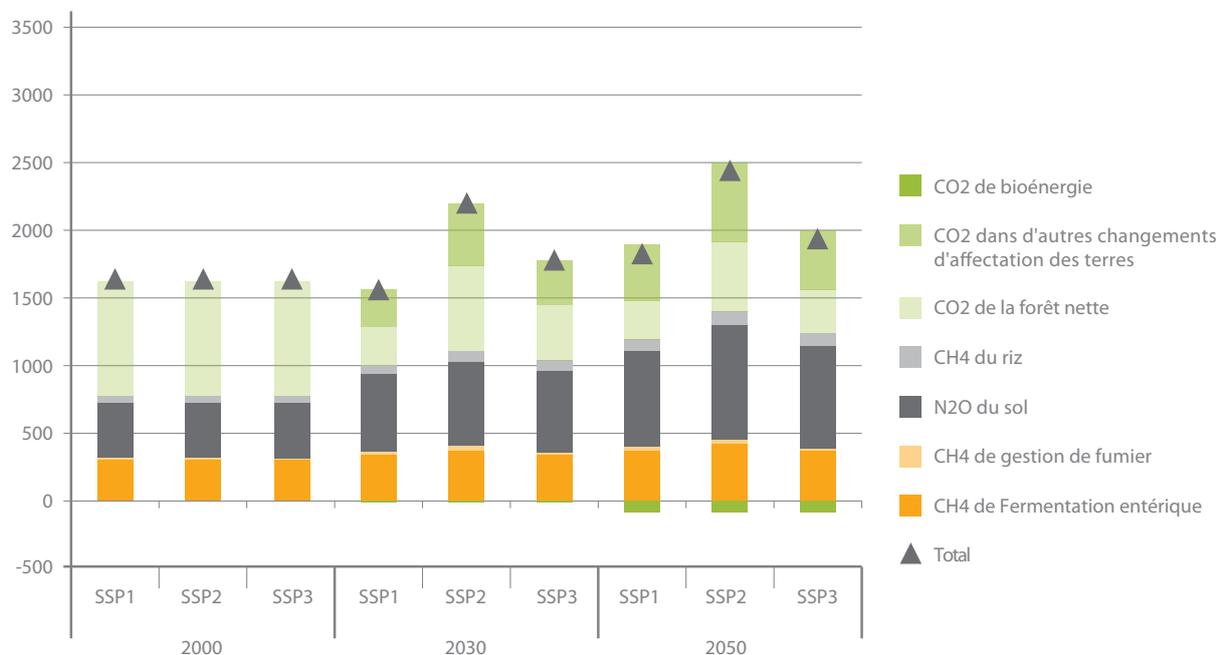
**Figure 35 - Émissions de gaz à effet de serre - Amérique latine
(millions de tonnes d'équivalent CO₂)**



**Figure 36 - Gaz à effet de serre en Asie
(en millions de tonnes d'équivalent CO₂)**



Figure 37 - Émissions de gaz à effet de serre - Afrique et Moyen Orient (AFM) (millions de tonnes d'équivalent CO₂)



La plus forte augmentation potentielle des émissions dues à l'agriculture et des émissions dues au changement d'affectation des terres aurait lieu en Afrique et au Moyen-Orient, +50 pour cent d'ici 2050 sous la SSP2. Dans cette région, environ la moitié des émissions de 2000 provenaient du changement d'affectation des terres et l'autre moitié de l'agriculture. Le N₂O des sols et la fermentation entérique sont les plus importantes sources d'émissions agricoles. Le N₂O devrait plus que doubler d'ici 2050 sous la SSP2, et de même, les émissions provenant de la fermentation entérique devraient augmenter de 42 pour cent. La SSP1 et la SSP3 conduiraient à des émissions plus faibles mais toujours de 12 pour cent et 18 pour cent au-dessus du niveau de 2000 (Figure 37).

L'Afrique sub-saharienne dans les scénarios des SSP

4



© EC/ECHO/Nicolas Le Guen

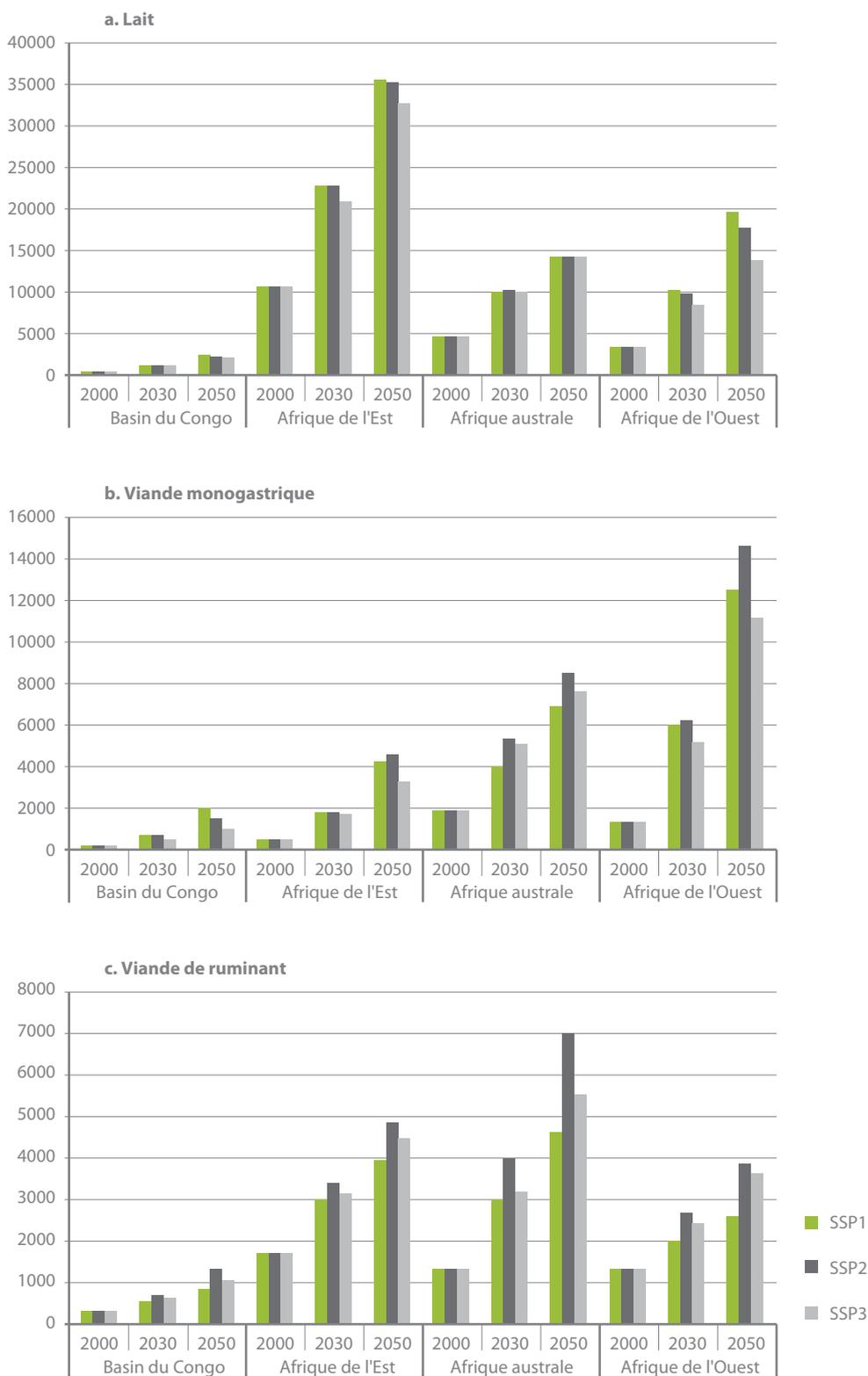
Une analyse sous-régionale

Production, consommation et commerce

La Figure 38 présente la consommation de produits d'origine animale pour les différentes régions de l'Afrique sub-saharienne par scénario SSP, d'ici 2030 et 2050. Les observations suivantes peuvent être faites sur les résultats.

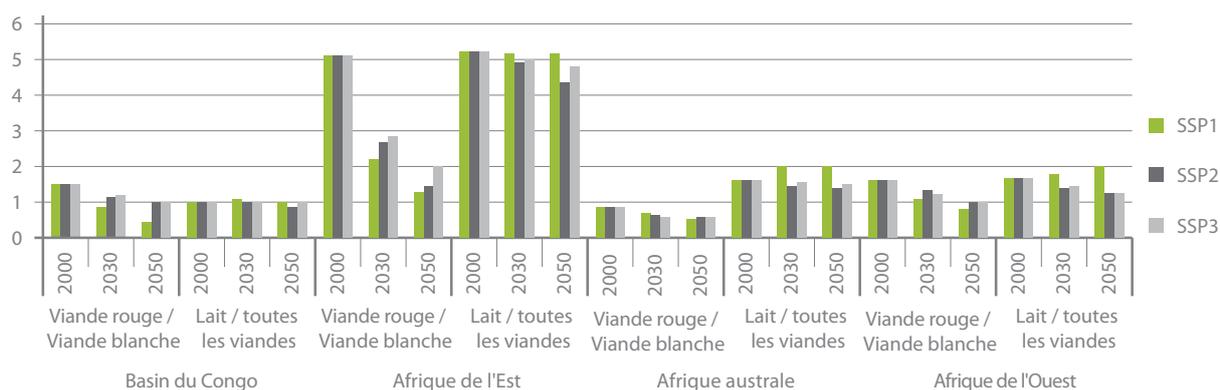
Consommation de lait : la consommation de lait est susceptible de tripler dans la plupart des scénarios dans toutes les régions d'Afrique sub-saharienne, avec l'Afrique de l'Est, traditionnellement le plus grand consommateur de lait, dominant la croissance de la consommation. Sous la SSP1 (changement technologique, PIB élevé, faible croissance démographique), la consommation de lait augmente plus que dans les autres scénarios en raison de sa plus forte efficacité dans l'utilisation des ressources due à la consommation préférentielle de lait contre la viande dans ce scénario (Figure 39). Les effets sont plus marqués en Afrique de l'Ouest, où de plus grandes améliorations dans l'efficacité en matière d'utilisation des ressources dans la production de lait peuvent être atteintes dans ce scénario. Sous la SSP3, les augmentations de la consommation suivent pour la plupart, la croissance démographique, comme les effets de revenu et d'efficacité ne jouent pas un grand rôle dans ce scénario en raison de leur croissance lente.

Figure 38 - Consommation totale de produits d'élevage (en milliers de tonnes) dans les différentes régions de l'Afrique sub-saharienne à l'horizon 2050 selon le scénario SSP.



Consommation des animaux monogastriques : avec le lait, la consommation de viande et des œufs de volaille et de porc présentent les taux les plus élevés de croissance projetée à travers l’Afrique sub-saharienne. D’après les prévisions, en Afrique de l’Ouest, la consommation de produits monogastriques (surtout la volaille) sera multipliée par six ou sept, suivie par l’Afrique australe et de l’Afrique de l’Est (multipliée par quatre). Tous les scénarios montrent une forte croissance, mais en termes généraux, la SSP1 affiche une croissance plus faible que dans le scénario de référence (SSP2) en raison d’une plus faible croissance démographique et d’un léger décalage dans les préférences alimentaires. Ces préférences conduisent à l’augmentation des rapports de consommation du lait et de la viande dans toute l’Afrique sub-saharienne pour la SSP1, par rapport aux autres scénarios (Figure 39).

Figure 39 - Rapports de consommation entre la viande rouge et la viande blanche et entre la consommation de viande et du lait par sous-région d’Afrique sub-saharienne et dans le scénario SSP pour 2030 et 2050.



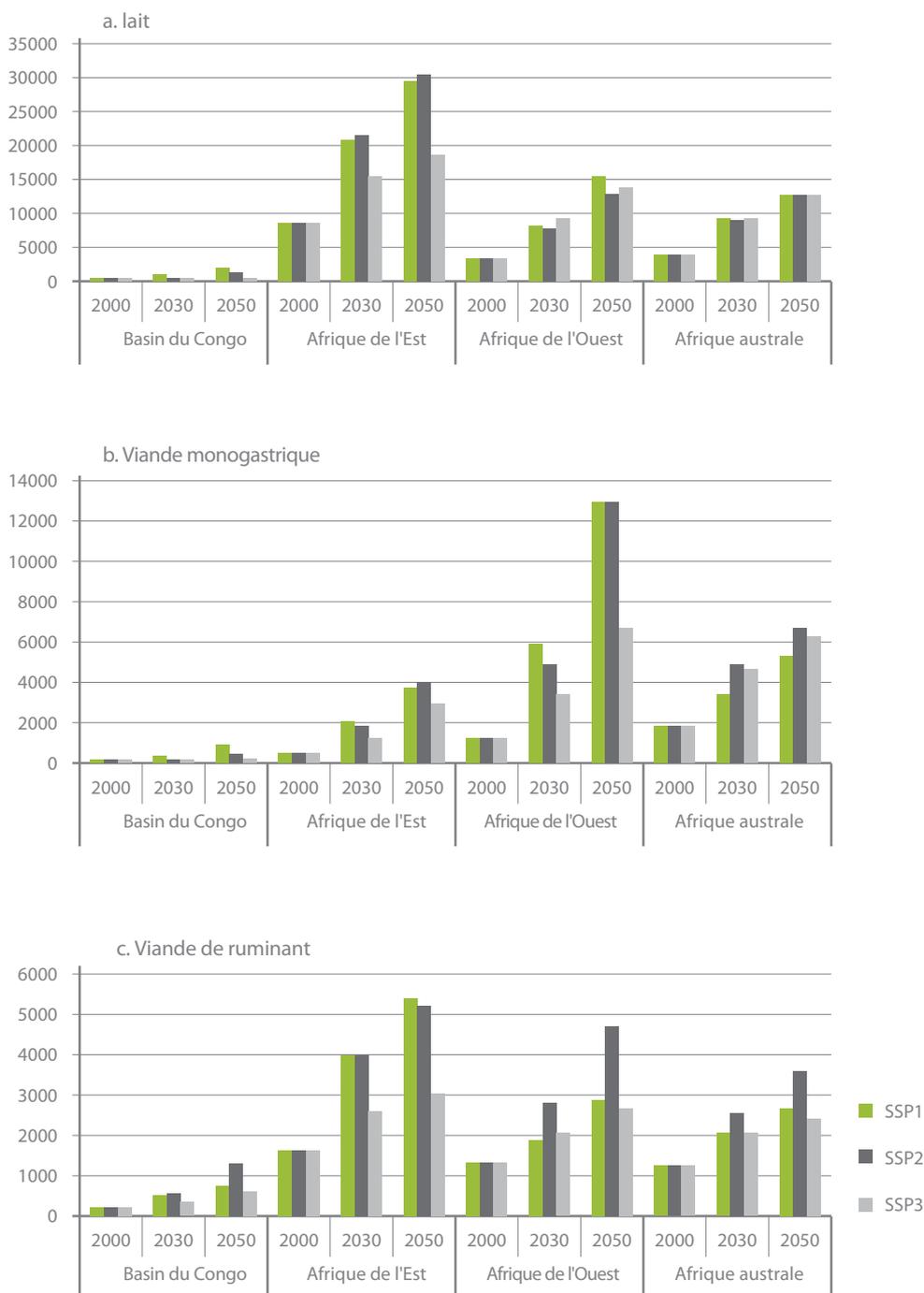
Consommation de viande de ruminants : La consommation de viande de ruminants devrait également s’accroître dans tous les scénarios, mais à des taux inférieurs par rapport au lait et à la viande d’animaux monogastriques. La consommation de viande de ruminants augmente le plus dans la SSP2 en raison de la forte croissance démographique, de la croissance économique soutenue, et l’absence de considérations solides liés à la durabilité des régimes, ainsi que des projections moyennes concernant l’amélioration d’efficacité technique des rendements végétaux et animaux. De toute évidence, sous la SSP1, la viande de ruminants est substituée par l’augmentation de la production de lait et des viandes d’animaux monogastriques. Le ralentissement de la croissance démographique joue également un rôle important dans la réduction de la demande dans ce scénario, tandis que la croissance limitée du PIB par habitant expliquerait une croissance de la demande plus faible de la SSP3 par rapport à la SSP2.

Réponse quant à la production

La production prévue de produits d'élevage dans les différentes régions de l'Afrique sub-saharienne est représentée par le scénario SSP dans la Figure 40. La croissance significative de la production peut être observée à travers les scénarios pour tous les produits d'élevage, avec la SSP1 et la SSP2 indiquant, en termes généraux, les plus fortes hausses de production. L'augmentation de la production dans ces deux scénarios intervient grâce à différents procédés. Dans la SSP1, le degré élevé de changement technologique et la réduction prévue des coûts de production moyens déclenchent une augmentation significative de la production, avec moins d'expansion des terres pour la production d'aliments (terres cultivées et pâturage) (voir la section sur l'affectation des terres). En termes généraux, nous percevons ceci en grande partie comme un effet de l'intensification, alors que dans la SSP2, un changement technologique se produit également, mais à un coût économique et environnemental élevé. Dans ce scénario, l'expansion des terres est nettement plus élevée que dans les autres cas de figure, et c'est la principale cause de la croissance de la production.

Les conditions requises pour effectuer la croissance de la production (fort potentiel de changement technologique dans l'élevage et les rendements agricoles, coûts plus faibles et prix des produits adéquats) sont les plus propices pour le lait en Afrique de l'Est et de l'Ouest, pour les produits d'animaux monogastriques en Afrique de l'Ouest et pour la viande de ruminants en Afrique de l'Est. Dans la SSP3, la baisse de la demande provoquée par un faible taux de croissance du PIB, et les lentes améliorations en matière d'efficacité dans l'utilisation des ressources ainsi que les coûts élevés se traduisent par une faible réponse de la production concernant tous les produits d'origine animale.

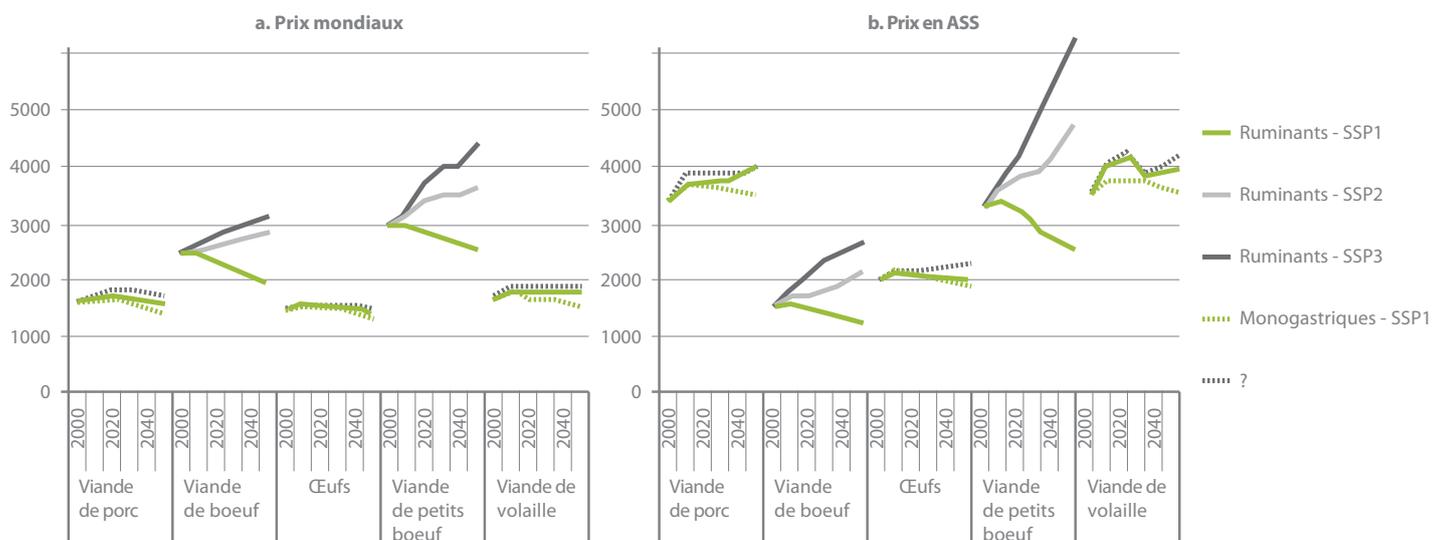
Figure 40 - Production totale (en milliers de tonnes) de produits d'élevage (a. lait, b. viande d'animaux monogastriques, c. viande de ruminants) entre 2030 et 2050 par région et par scénario en Afrique sub-saharienne.



Prix des produits d'élevage dans les scénarios SSP

Les prix de référence et leurs projections pour les produits d'élevage sélectionnés sont affichés par scénario dans la Figure 41. Les prix de référence du porc et de la viande de volaille en Afrique sub-saharienne par rapport aux prix mondiaux sont au moins deux fois plus élevés, ce qui rend ces secteurs peu compétitifs au niveau local, en particulier si l'on tient compte des niveaux de référence en matière de productivité et de production. De tous les prix, seuls les prix de référence des viandes de ruminants et des petits ruminants sont comparables aux prix mondiaux. De manière générale, la SSP1, affiche une tendance à la baisse des prix qui explique en partie l'augmentation de la production de ces produits. Pour les deux autres scénarios, un grand écart existe dans les projections de prix de la viande de ruminants, et cela est en partie le reflet de l'évolution des termes de l'offre et de la demande dans les scénarios (de grandes différences dans l'efficacité en matière d'utilisation des ressources, les hypothèses de changement technologique et les élasticités qui déterminent la consommation et la production), avec la SSP2 et la SSP3 affichant la hausse des prix, en particulier des viandes de ruminants, où la variation des paramètres de productivité est plus grande.

Figure 41 - Prix mondiaux et d'Afrique sub-saharienne pour quelques produits animaux à l'horizon 2050, par scénario SSP.



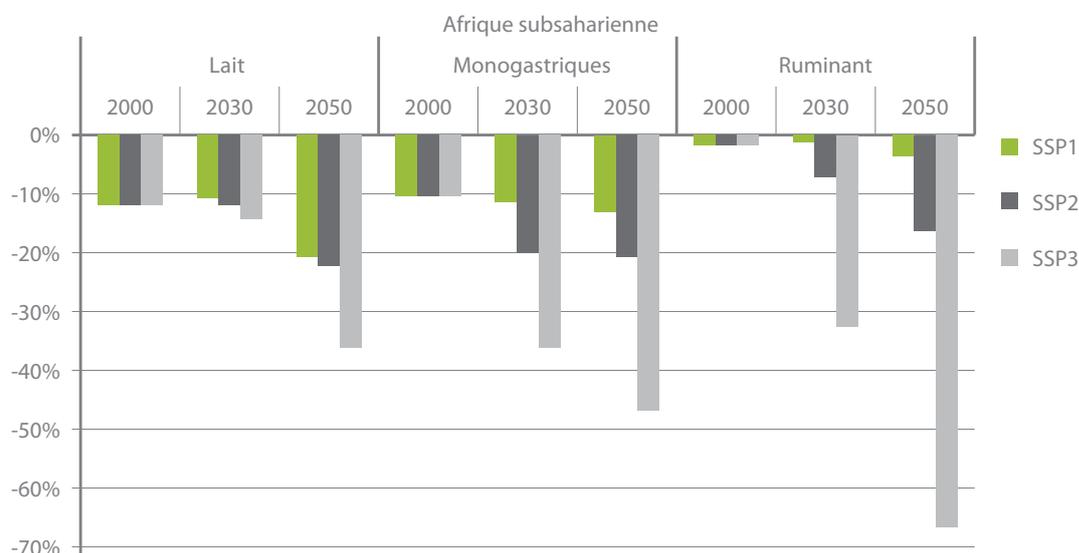
Commerce et compétitivité

La proportion de produits d'élevage commercialisés en pourcentage de la production est représentée à la Figure 42 pour les différents produits et scénarios. Ce n'est que sous la SSP1, avec les plus fortes augmentations de rendements agricoles et de l'élevage, les plus fortes efficacités en matière d'utilisation des ressources et les coûts de production les plus bas, que les conditions de faible déficit commercial en vigueur jusqu'en 2000 pour tous

les produits d'origine animale (environ 10 pour cent de la production nationale) peuvent être maintenues à 2050. La croissance démographique et la croissance économique plus faible dans la SSP2 et la SSP3, combinées à de faibles efficacités dans l'utilisation des ressources et aux changements technologiques, ainsi qu'à des secteurs de l'élevage généralement moins compétitifs, forceraient l'Afrique sub-saharienne vers une dépendance plus poussée sur les importations pour combler la demande. Le maintien du statut quo (SSP2) conduirait à un doublement des importations de lait et de produits monogastriques (volailles surtout) par rapport à la production d'ici 2050. Cela se traduirait, à la fois pour les produits laitiers et les produits d'animaux monogastriques, par une augmentation des importations par rapport à la production de 10 pour cent à 20 pour cent. Même en ce qui concerne la viande de ruminants, où l'Afrique sub-saharienne était presque autosuffisante, les importations augmenteraient à hauteur de 16 pour cent de la production locale. Plus inquiétant est le fait que tout écart négatif de la tendance actuelle en termes d'efficacité de la production, de prix et de la croissance du PIB (SSP3), tel que les impacts potentiels du changement climatique sur la productivité, rendrait le secteur de l'élevage en Afrique sub-saharienne largement non concurrentiel, en particulier pour des produits comme les viandes rouges, avec une efficacité en matière d'utilisation des ressources sensiblement inférieure et des coûts de production élevés.

Ces chiffres, tout en étant extrêmement importants, dissimulent un manque d'homogénéité régionale significatif. Par exemple, pour le lait sous la SSP1, la part des produits commercialisés va diminuer de manière significative dans le bassin du Congo à l'horizon 2050 (de plus de 60 pour cent à moins de 20 pour cent), alors qu'elle serait maintenue en Afrique orientale et australe à des niveaux historiques (environ 10-15 pour cent). En Afrique de l'Ouest, les conditions de production favorables modélisées dans ce scénario (augmentation du rendement des cultures et de l'élevage ainsi que les prix) ne seront pas suffisantes pour freiner l'augmentation du pourcentage de lait commercialisé (de légers excédents en 2000 à plus de 30 pour cent des importations). Sous la SSP3, la réaction de différentes régions est également très différente, l'Afrique de l'Est et centrale étant très sensibles à la baisse de l'évolution technologique et aux facteurs qui tirent la demande (les volumes échangés devraient augmenter de plus de 60 pour cent dans les deux cas), contrairement à l'Afrique de l'Ouest et australe, où ces volumes resteront près des niveaux historiques, principalement en raison d'une contraction de la demande. Pour les viandes de ruminants, le scénario de l'intensification durable (SSP1) pourrait faire de l'Afrique de l'Est, un exportateur potentiel de viande de ruminants d'ici 2050 (20 pour cent des exportations en pourcentage de la production), tandis que dans d'autres régions, comme l'Afrique de l'Ouest, l'amélioration de la productivité modélisée ne sera pas suffisante pour faire face aux besoins d'une population croissante (plus de 40 pour cent des importations de viande rouge d'ici 2050, même dans le meilleur des scénarios, SSP1). Le Bassin du Congo restera probablement un importateur net de poulet et de porc à l'horizon 2050, comme tous les scénarios montrent que les importations sont de 1 ½ à quatre fois supérieures à la production. La situation des autres régions est différente. L'Afrique de l'Est et l'Afrique australe, tout en étant capables de tripler la production d'animaux monogastriques à l'horizon 2050, resteront probablement des importateurs nets de ces produits (10-30 pour cent des importations). L'Afrique de l'Ouest, avec sa vaste augmentation prévue de la production (multipliée par six à sept) pourrait devenir autosuffisante en produits monogastriques d'ici 2050 sous la SSP1, tout en restant au niveau des taux d'importation de l'année 2000 sous la SSP2 et la SSP3 (10-15 pour cent des importations).

Figure 42 - Déficit commercial dans les produits animaux comestibles (lait, viandes monogastriques + œufs et viandes de ruminants) en Afrique sub-saharienne en 2030 et 2050 selon le scénario SSP



Quels systèmes de production peuvent-ils être les moteurs de la croissance de la production en Afrique sub-saharienne ?

La contribution des différents systèmes de production à la production de lait, de bœuf et de petits ruminants dans l'avenir telle que projetée dans les différents scénarios est présentée à la Figure 39.

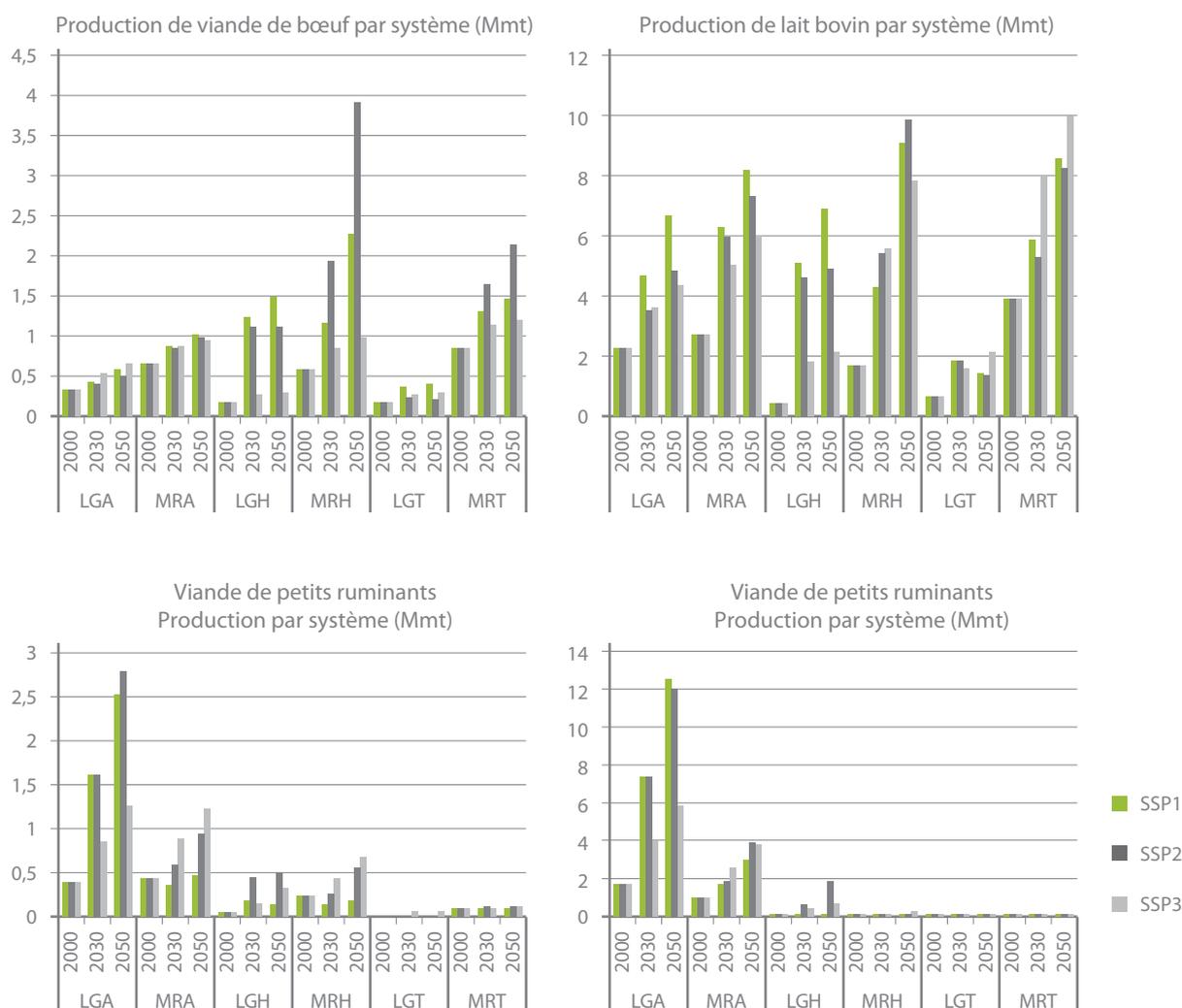
Les petits systèmes de production mixtes culture-élevage sont, et resteront, les principaux producteurs de produits de ruminants jusqu'en 2050, dans tous les scénarios. Sous la SSP1 et la SSP2, cependant, les systèmes pastoraux et les systèmes mixtes culture-élevage dans les zones les plus humides sont susceptibles de multiplier la production de viande et de lait par quatre à huit par rapport à la production de l'année 2000. En effet, dans ces zones, l'augmentation favorable du rendement dans l'élevage et les cultures prévues dans ces systèmes est forte (SSP1) et une expansion significative des pâturages et des terres cultivées est susceptible de se produire pour soutenir une production supplémentaire (impact plus important dans la SSP2, statut quo). Les systèmes pastoraux, agro-pastoraux et les petits systèmes de production mixtes culture-élevage des régions arides pourraient contribuer à de fortes augmentations de la production de lait sous la SSP1. Cela démontre que c'est dans ces systèmes ayant un faible niveau de production de référence que des améliorations significatives de la productivité, de l'efficacité dans l'utilisation des ressources et la réduction d'intensités de GES peuvent être réalisées à faible coût grâce à une meilleure technologie. La présente étude démontre que, si les conditions socio-économiques sont adéquates et la technologie pour réduire les coûts et accroître la productivité est disponible, une expansion modeste pour garantir des sources d'aliments pour animaux, les systèmes

pastoraux dans les régions arides pourraient tripler la production de lait de vache et augmenter la production du lait et de la viande de petits ruminants par un facteur de cinq ou six par rapport aux niveaux de production de 2000. Ces produits utilisent moins de ressources que la production de viande bovine, qui va également se développer, mais seulement légèrement.

Dans le cas des animaux monogastriques, comme on le verra à la Figure 30, la plus grande partie de l'expansion de la production dans tous les scénarios se fera à travers des systèmes de production industriels, ce qui est cohérent avec les conclusions de Bruinsma (2003).

Figure 43 - Contribution des différents systèmes de production des animaux d'élevage ruminants à la croissance de la production prévue en Afrique sub-saharienne à l'horizon 2050 selon le scénario SSP

Différences de systèmes concernant la production

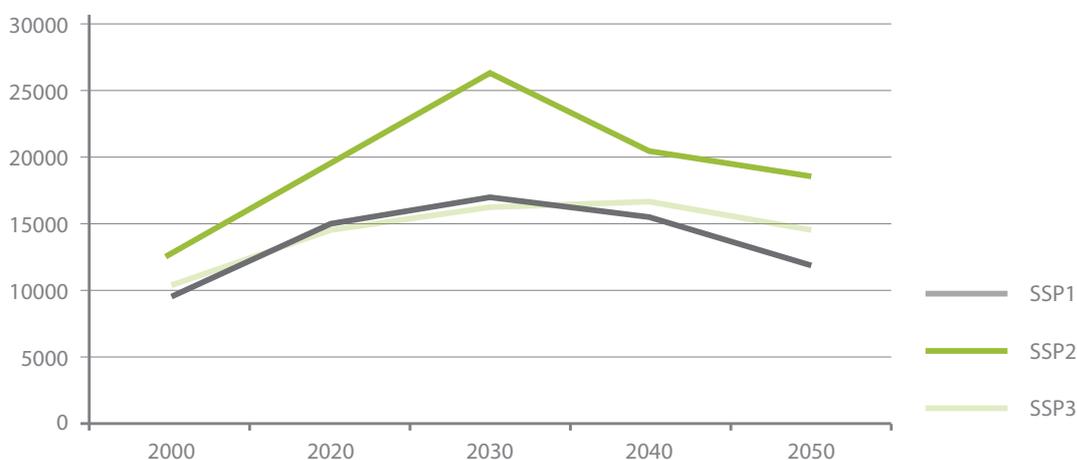


(En millions de tonnes) (LG = système de pâturage, MR = système mixte culture-élevage, A = aride, H = humide, T = hautes terres / tempéré)

Affectation des terres et changement d'affectation

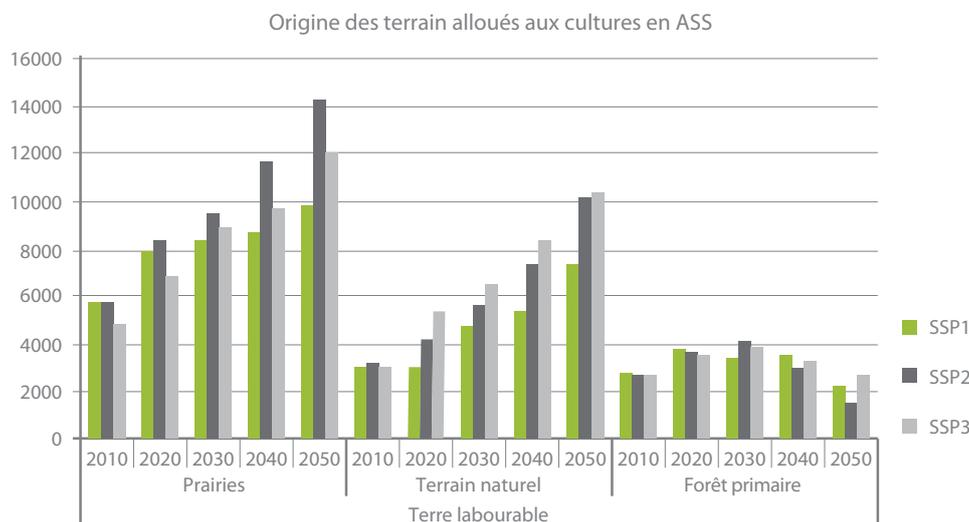
L'expansion des terres cultivées et des pâturages est nécessaire dans tous les scénarios pour augmenter la production de produits d'élevage à l'horizon 2050. Ceci suggère que l'intensification de la production animale seule (SSP1) n'est pas suffisante pour répondre à la demande croissante de produits d'élevage. La Figure 44 présente les projections de changement d'affectation des terres dans les différents scénarios. La SSP2 (maintien du statut quo) a le plus haut niveau de changement d'affectation des terres (LUC) en raison de l'évolution technique intermédiaire qui empêche une intensification à grande échelle de la production, et la forte demande des produits d'origine animale en raison de la forte croissance démographique et de la croissance du PIB intermédiaire. Le changement d'affectation des terres diminue sous la SSP1 (durabilité) en raison du changement technique élevé, des changements de régimes alimentaires concernant les produits d'élevage dont l'efficacité en matière d'utilisation des ressources est élevée, et d'une plus faible croissance démographique, tandis que le changement d'affectation des terres (LUC) diminue également dans la SSP3 principalement en raison des contractions de la demande dues à la faible croissance du PIB et à l'inefficacité de la production qui en limite la croissance.

Figure 44 - Projections de changement d'affectations des terres à l'horizon 2050 par scénario SSP (000 ha)



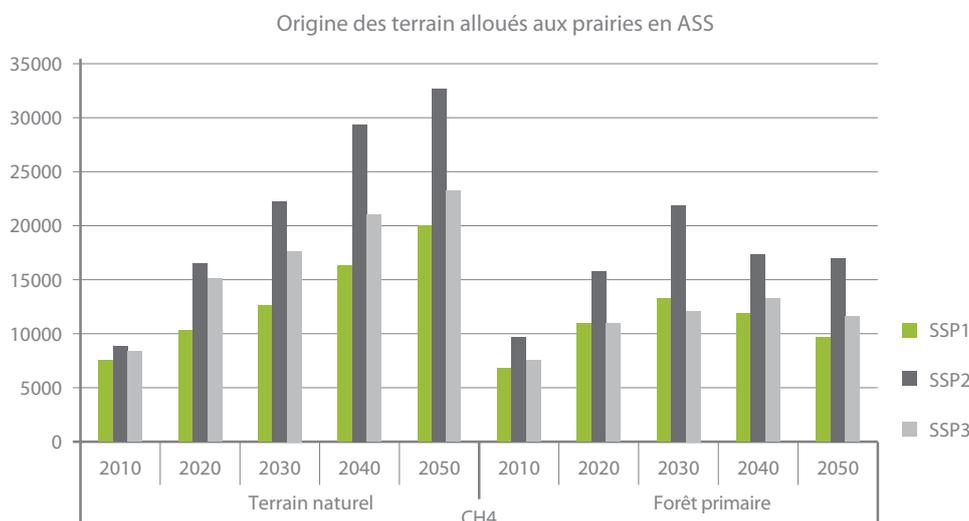
Les sources les plus communes de nouveaux terrains convertis pour l'expansion des terres de production en Afrique sub-saharienne ont jusque-là été, par ordre d'importance, les pâturages dans les zones de précipitations relativement fortes, suivis par les savanes boisées et les forêts primaires (Figure 45). Cette tendance devrait se poursuivre jusqu'en 2050 avec la conversion continue des terres en pâturages et en terrains naturels et une stabilisation du taux de réduction des forêts primaires dans tous les scénarios. Les principales différences entre les scénarios tiennent du fait que dans la SSP1 il y a une réduction de la conversion des pâturages et des terrains naturels en terres agricoles, tandis que la conversion des pâturages est réduite dans la SSP3 au détriment de l'augmentation des changements d'affectation des terres sur les terrains naturels.

Figure 45 - Source de terres cultivées d'ici à 2050 pour différents scénarios SSP. GrsLnd = pâturage, NatLnd = terrain naturel, PriFor = forêts non aménagées.



Pour tous les changements d'affectation des terres en Afrique sub-saharienne, près de 60 pour cent se font dans le but de soutenir l'expansion des pâturages. La Figure 46 présente les sources de terres pour l'expansion des pâturages. Les savanes naturelles boisées clairsemées sont la principale source de terre, suivies par les forêts primaires. Bien que les changements d'affectation des terres en pâturage naturels soient susceptibles de continuer à s'intensifier d'ici à 2050 dans tous les scénarios, la déforestation des forêts primaires devrait se stabiliser. Comme avec les terres cultivées, les taux de changement d'affectation des terres les plus élevés se produisent dans la SSP2 et les plus faibles dans la SSP1 en raison des mêmes facteurs.

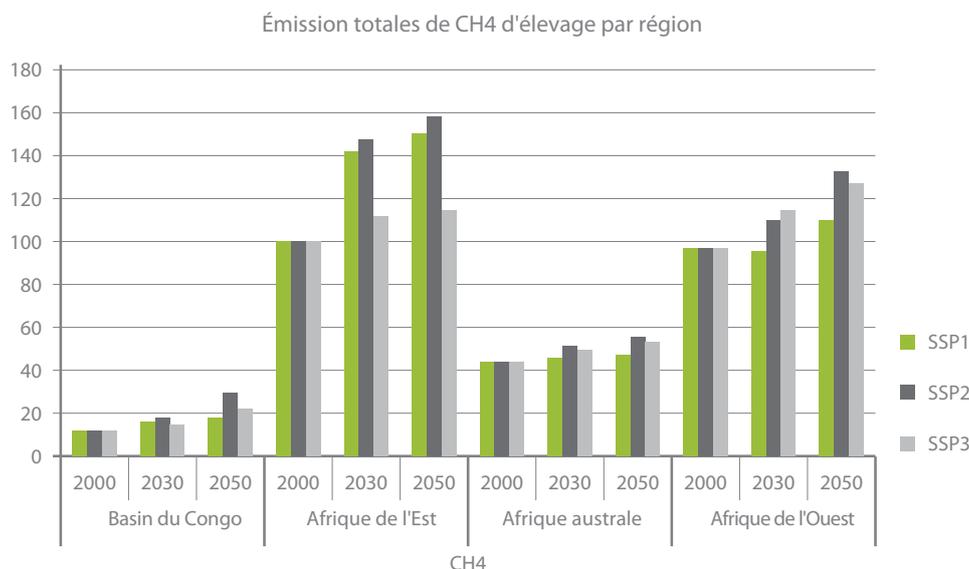
Figure 46 - Sources de terres pour l'expansion des pâturages en 2050 par scénario SSP (000 ha). GrsLnd = pâturage, NatLnd = terrain naturel, PriFor = forêts non aménagées.



Émissions de gaz à effet de serre

Les émissions de méthane des ruminants sont présentées à la Figure 47. Les émissions les plus importantes proviennent des régions avec le plus grand nombre d'animaux, et où le rapport entre l'augmentation du nombre d'animaux à l'augmentation projetée de la production est le plus élevé, dans ce cas, en Afrique de l'Est. La SSP1 et la SSP2, les deux scénarios avec la plus forte production, ont les niveaux d'émission les plus élevés, à la différence que la SSP1 a une plus grande efficacité de production et nécessite donc légèrement moins d'animaux pour atteindre le niveau prévu de la production par rapport à la SSP2.

Figure 47 - Émissions de méthane provenant de la fermentation entérique et de la gestion du fumier par région et scénario à l'horizon 2050 (en millions de tonnes d'équivalent CO₂)

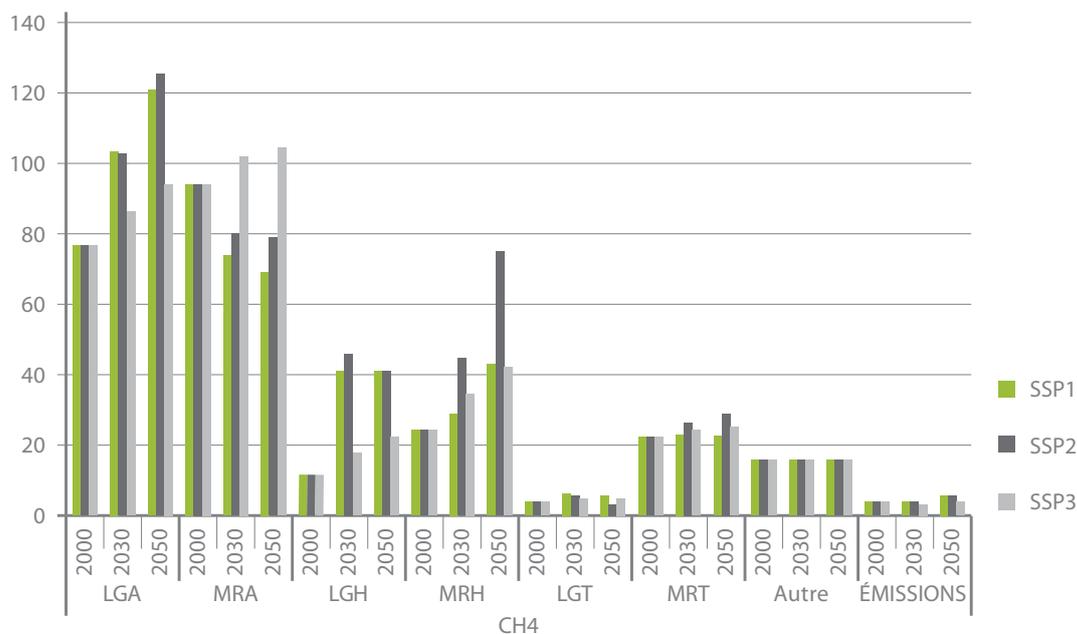


Les émissions les plus élevées proviennent des systèmes de production avec le plus grand nombre d'animaux, dans ce cas, les systèmes pastoraux et les systèmes de petites productions mixtes culture-élevage des régions arides. Ces systèmes, comme expliqué précédemment, contribueront de manière significative à la production de lait et de viande dans les scénarios de la SSP1 et de la SSP2. Ceci est cohérent avec les résultats de Herrero et coll., 2008, 2013 et FAO, 2010, 2013.

Les émissions les plus importantes provenant de l'élevage sont celles de CO₂ dues au changement d'affectation des terres pour l'expansion des terres cultivées ou pour la conversion en pâturage.

Figure 48 - Répartition des émissions de méthane par systèmes de production animale (LPS) et par scénario

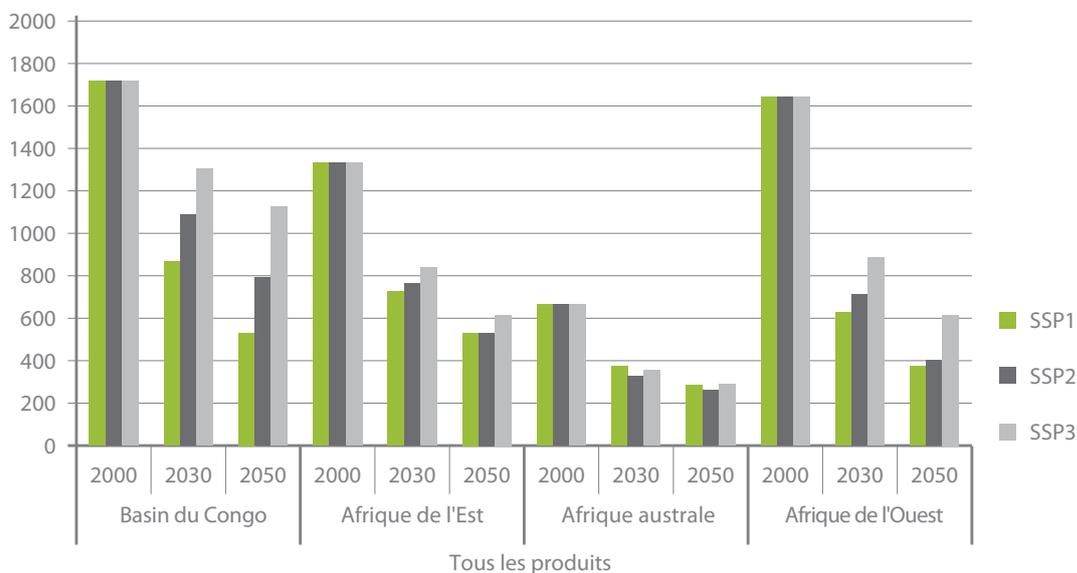
URBAINES DE GES pour la production d'élevage par système de production : CH4



Pendant que la Figure 47 et la Figure 48 affichent une augmentation des émissions à l'horizon 2050, l'efficacité de réduction de GES dans la production animale diminuera de manière significative à l'horizon 2050 (Figure 49). La combinaison de la composition différentielle de la fourniture de produits d'élevage, des effets de l'augmentation des rendements de l'élevage et de leur efficacité en matière d'utilisation des ressources associées, ainsi que les changements dans la consommation de différents produits d'élevage, réduisent globalement la quantité de GES (méthane et N₂O) par kg de protéines animales dans tous les scénarios. Les résultats montrent clairement que nous pourrions doubler, et dans certains cas, tripler les gains d'efficacité en ce qui concerne les GES dans la production animale en Afrique si les critères de durabilité et les changements technologiques ont été entraînés par la croissance économique (SSP1). Les impacts les plus importants sont observés dans les régions avec les plus faibles gains d'efficacité initiale (Bassin du Congo et Afrique de l'Ouest). Les gains seraient également réalisés dans d'autres scénarios, mais pas tout en maintenant le niveau de l'apport en protéines dans les aliments d'origine animale.

Ces résultats sont encourageants, car ils montrent que, avec la combinaison de la gestion de la demande, l'intensification durable des systèmes basés sur la terre et des changements structurels encourageant la mise en place de systèmes monogastriques industriels, il est possible de réaliser des percées en termes d'efficacité environnementale des systèmes d'élevage sans sacrifier la production pastorale et la production des petits producteurs.

Figure 49 - Gains d'efficacité relatifs aux gaz à effet de serre par unité de protéine produite pour tous les produits et les régions d'élevage à l'horizon 2050 selon le scénario SSP (kg de CO₂ / kg de protéine produit)



Effets possibles sur la santé dans les SSP

Il pourrait y avoir des menaces croissantes de maladies touchant les animaux et les personnes dans tous les SSP. Les risques de mutation des agents pathogènes de la faune sauvage vers les animaux domestiques (ou même vers l'homme) sont importants en raison des réservoirs d'agents pathogènes dans la faune africaine. Il y a beaucoup de contact entre les animaux sauvages et domestiques, ainsi que des contacts significatifs entre la faune et l'homme. Puisque le pastoralisme pourrait également bénéficier de certaines pratiques d'intensification durable, ces liens vont devenir plus importants à l'avenir.

Une autre série de maladies pourrait être associée à l'expansion de la production d'animaux monogastriques. Les maladies infectieuses (en particulier si la surveillance vétérinaire et une réglementation appropriée des systèmes industriels ne suivent pas la trajectoire de croissance accélérée dans ce genre de système) pourraient être catastrophiques pour l'avenir de la volaille et des porcs en Afrique sub-saharienne. Les gouvernements doivent assurer la surveillance appropriée, la vaccination et établir des lignes directrices pour la protection contre les maladies dans ces types de systèmes.

En outre, la demande accrue de produits d'élevage devra être satisfaite dans certaines circonstances (SSP2 et SSP3) par l'intensification du commerce des produits d'élevage. Cela crée une autre série de groupes potentiels de maladies d'origine alimentaire si les marchés fonctionnent sans réglementation, sans chaînes de froid et d'autres infrastructures. Il est essentiel qu'avec l'accroissement des échanges commerciaux, la sécurité alimentaire soit améliorée sur les marchés africains.

Comme c'est le cas lors de l'augmentation de la production animale suivant les tendances actuelles, on peut noter un recrudescence de maladies non zoonotiques si les efforts pour mieux contrôler et mettre en œuvre des pratiques améliorées de prise en charge des maladies au niveau des exploitations agropastorales ne sont pas suivis. À cet égard, une intensification de l'investissement et le soutien des services vétérinaires seront essentiels pour assurer une santé animale adéquate en Afrique sub-saharienne à l'avenir. Il sera d'une importance primordiale de soutenir le travail de, l'OMS, la FAO et l'OIE, pour faire progresser les méthodes OneHealth ainsi que pour promouvoir l'utilisation des outils et des normes de l'OIE et de l'OMS pour renforcer les systèmes publics de santé vétérinaires.



© ILRI, Niger, Stevie Mann

Implications politiques et incidences sur la recherche

Tous les scénarios montrent des changements majeurs dans les systèmes d'élevage africains -propriété et gestion, production, consommation, commerce, prix, effets sur l'environnement et la santé. Pour élargir les avantages de la production animale tout en réduisant les coûts environnementaux et sanitaires, il faut améliorer la compétitivité de l'élevage africain sur les marchés internationaux, régionaux et nationaux. L'amélioration de la compétitivité oblige les gouvernements à investir dans la productivité agricole tout en éliminant les obstacles qui empêchent aux producteurs de bénéficier des opportunités du marché, tout en gérant les coûts environnementaux inévitables d'une production intensive.

Les gouvernements sont donc confrontés à des problèmes de politique d'élevage concernant : i) l'évolution du rôle de l'État ; ii) l'accélération des avancées technologiques ; iii) la gestion de la production industrielle ; iv) la protection des intérêts des petits producteurs (et éleveurs), avec une attention particulière aux rôles économiques des femmes propriétaires de bétail ; v) la protection des intérêts des éleveurs ; vi) la gestion des coûts environnementaux ; vii) l'amélioration de la santé animale ; et viii) la promotion de l'intensification dans tous les secteurs ruraux.

Modifier le rôle de l'État

Les rôles de producteur que jouent les États africains dans l'agriculture animale seront très différents dans le cadre des SSP.

Les sociétés commerciales publiques (dans l'agriculture, l'élevage, la transformation et le commerce) auront disparu en grande partie. L'État, dans son rôle de producteur, se concentrera sur la construction et l'entretien des infrastructures publiques (qui seront toujours importantes dans la répartition des routes, la distribution de l'eau et de l'énergie) et laissera la production au secteur privé.

La délégation du rôle de producteur aux agents privés posera de nouveaux défis aux États dans leurs rôles de supervision.

Premièrement, les États devront réglementer les infrastructures privées (qui seront prédominantes dans les télécommunications, la production d'énergie, la production d'eau et les ports) pour éviter les monopoles qui sont coûteux pour les exportateurs et les petits producteurs qui font des transactions avec ces monopoles. Deuxièmement, ils devront arbitrer les litiges fonciers et les conflits de travail et d'autres problèmes liés aux ressources entre les agents privés ayant un statut politique différent afin d'éviter l'accaparement des ressources qui destabilise sur le plan politique. *Le principal rôle de réglementation de l'État dans l'élevage et d'autres secteurs de l'agriculture consistera à limiter les externalités coûteuses découlant de l'agriculture intensive. Ces externalités peuvent se produire dans la sécurité alimentaire, la prévention et le traitement des zoonoses, et dans la gestion des impacts environnementaux de l'agriculture intensive. Pour cela il faudra préserver la qualité de l'eau, éviter les effets nocifs des produits chimiques agricoles sur la santé humaine et animale, gérer l'utilisation généralisée des OGM tout au long de la chaîne alimentaire, et préserver les réserves biologiques contre l'empiétement par les exploitations agricoles et les villes.*

Les États africains devront faire face à de nouveaux défis dans leurs rôles de répartition interne des revenus,

en particulier dans la gestion des écarts absolus de revenus qui se creusent entre les petits producteurs et les grands propriétaires dans l'agriculture animale. Ces inégalités de revenu peuvent être partiellement compensées par le financement des filets de sécurité sociale, la tarification des services publics, et les politiques fiscales et commerciales. *Les capacités financières et de ciblage des gouvernements*

augmenteront avec une croissance économique soutenue, en particulier dans les pays qui se développent plus rapidement, mais les gouvernements doivent renforcer leurs capacités à créer des filets de sécurité sociale et à cibler les dépenses fiscales.

Promouvoir la coopération régionale.

La transformation de la production animale à l'horizon 2050 exigera une plus grande coopération internationale. Cette coopération se fera dans les domaines de l'utilisation de l'eau pour l'hydroélectricité, la lutte contre les inondations et l'irrigation, lesquels peuvent avoir des avantages collatéraux importants pour la production animale ; la collaboration sur la biodiversité transfrontière, qui est nécessaire pour protéger la faune ; le travail conjoint sur les effets internationaux du changement climatique, en particulier pour le contrôle des maladies animales.

Assurer l'accès aux marchés.

L'élevage en Afrique ne peut pas prospérer sans diminution des coûts commerciaux en Afrique et avec le reste du monde. La baisse des coûts commerciaux proviendra des investissements dans l'infrastructure (notamment la réhabilitation et la construction de réseaux ferroviaires) et dans les services privés. Une logistique plus rapide doit être associée à ce nouvel investissement, impliquant un volume d'opérations plus élevé sur chaque site d'infrastructure, ce qui se produira généralement sous la pression des producteurs nationaux qui tirent profit de l'amoindrissement des coûts commerciaux. *Au-delà des investissements dans les infrastructures et de l'amélioration des politiques d'incitation, les États africains doivent faire plus pour améliorer leur accès aux marchés par des accords commerciaux en commençant par le commerce intra-continentale. En raison des problèmes de santé humaine et animale qui sont au premier plan dans le commerce d'animaux d'élevage, il est urgent que les pays africains collaborent sur des problèmes de santé transfrontaliers, en particulier les zoonoses.*

Accélérer les changements techniques

Le développement continu de la technologie agricole à l'échelle mondiale est inévitable et sera bénéfique pour l'Afrique si la recherche mondiale peut être adaptée aux conditions régionales. La situation est différente pour le bétail en raison de la grande complexité de l'agriculture animale et des nombreuses interactions entre l'environnement et la technologie, mais la promesse d'une nouvelle technologie de croissance, de la sécurité alimentaire et de la gestion de l'environnement est encore bien garantie. Il existe plusieurs politiques pour réaliser cette promesse.

Corriger le sous-investissement traditionnel dans la recherche agricole, en particulier dans les technologies de pointe.

Les pays africains ont traditionnellement sous-investi dans le transfert de la recherche et de la technologie agricole. En conséquence, leur taux d'innovation et de croissance de la productivité sont les plus faibles comme le sont également

leurs capacités à utiliser les innovations externes. L'intensification de l'impact de la recherche agricole en Afrique passe par les axes d'intervention suivants :

- Il faut accroître les investissements pour la recherche agricole et le développement des capacités scientifiques africaines à tous les niveaux : national, régional, et international (avec les centres de recherche du monde en se concentrant sur les problèmes africains), sans quoi les agriculteurs africains n'ont aucun espoir de devenir plus compétitifs sur les marchés mondiaux ;
- L'accent peu judicieux sur la recherche adaptative doit être abandonné au profit de la recherche fondamentale sur les problèmes africains ;
- De nouveaux investissements dans le transfert de la recherche et de la technologie agricole doivent mettre un accent particulier sur les petits producteurs et doivent être liés aux conditions de coûts (transport, communications, approvisionnement en eau) dans lesquelles ils opèrent ;
- De nouveaux investissements dans la recherche et la technologie agricole pour les grands producteurs devraient être minimisés à moins qu'il ne s'agisse d'investissement pour l'étude des coûts environnementaux (déchets solides, empreinte sur l'eau, zoonoses, et résistance aux médicaments) parce que les grands producteurs peuvent commander leur propre recherche ou emprunter celles des pays à revenu intermédiaire ; et
- Les obstacles à la technologie importée, en particulier dans l'irrigation, les engrais, les machines et le matériel végétal, doivent être levés.

Mieux utiliser la biologie moderne.

La tendance de la technologie agricole mondiale consistera à utiliser plus de produits de la biotechnologie pour accroître les rendements des cultures, développer de nouveaux produits, et s'adapter aux stress biotiques et abiotiques, notamment ceux causés par le réchauffement climatique. Les agriculteurs africains ont bénéficié de produits de la biotechnologie, tel que résumé dans un livre récent sur l'innovation agricole (Juma, 2011, pp 35-43), tout en souffrant simultanément de politiques nationales et des mesures dans les pays de l'OCDE qui empêchent l'utilisation des OGM. D'importants travaux de recherche sont différés ou complètement ignorés parce qu'ils utilisent des OGM. Ce parti-pris politique (contre la biologie moderne en Afrique) est dommageable car elle rend les agriculteurs africains moins compétitifs par rapport aux producteurs étrangers qui peuvent utiliser les produits de la biologie moderne. Cela peut être particulièrement vrai de l'élevage, où les problèmes sont plus complexes que dans les cultures et où le potentiel d'innovation est d'autant plus grand.

Pour combler le déficit de la biotechnologie dans l'agriculture africaine, il est important pour l'Union africaine de mener une évaluation permanente⁸ de la biosécurité à l'échelle du continent et un examen des questions d'information du public sur les problèmes liés à l'utilisation de la biotechnologie en général. Ceci permettrait : 1) d'identifier les risques en matière de biosécurité et de proposer des mesures pour les gérer ; 2) d'examiner les besoins de capacité en biotechnologie en termes de laboratoires et de personnel scientifique africain ; 3) de conseiller

⁸ Tel que réalisé par Cooke et Downie (2010) pour la Zambie, le Kenya et l'Afrique du Sud et plus généralement dans Juma (2011).

les gouvernements membres sur la réglementation, les outils et les capacités afin qu'ils puissent élaborer des politiques nationales de biosécurité mieux informées ; et 4) de soutenir les scientifiques africains dans l'utilisation de la biotechnologie.

Recherche dans le domaine de la santé.

L'une des priorités de la recherche sur la production implique des interactions entre la santé animale et la santé humaine. Comme la production animale s'intensifie et devient plus concentrée par endroits, les risques de maladies animales (peste porcine, maladies de la volaille, mammite dans l'industrie laitière) vont également s'accroître. Par conséquent, la recherche animale doit se doter de plus de ressources pour faire face à ces problèmes, en plus de son orientation traditionnelle sur les ruminants dans les systèmes extensifs.

Gérer la production industrielle

Quelles sont les conséquences du passage à l'élevage industriel ? La première est la plus grande concentration physique de la production d'animaux monogastriques dans les grandes entreprises et dans les villes. La deuxième est que la production des petits producteurs perd ses parts de marché, et leurs revenus par rapport à ceux des grands propriétaires diminuent, plus rapidement en ce qui concerne l'élevage des animaux monogastriques, mais également chez les ruminants au fur et à mesure que les protéines provenant des ruminants sont remplacés par celles des animaux monogastriques.

Ces évolutions vers la concentration et les avantages pour les grands producteurs d'animaux monogastriques (porcs et volailles) s'intensifieront à mesure que la demande s'augmentera et plus encore si leur production devient moins coûteuse.

Un tel changement structurel a de nombreux effets négatifs, tels que le risque de pollution par les excréments d'animaux qui sont concentrés au même endroit (en l'absence d'un niveau élevé de biosécurité) le risque de maladies (notamment celles qui peuvent être transmises à l'homme ou à d'autres espèces), et le développement de la résistance des microbes aux antibiotiques. Ces effets indésirables peuvent être gérés par la réglementation et des incitations, mais la capacité de gestion de tels cas est actuellement faible en Afrique. La politique doit donc se concentrer sur le développement de telles capacités, notamment l'utilisation d'outils ayant un bon rapport avantages-coûts pour la réglementation économique.

Règlementation.

Les SSP affichent tous, une production animale accrue et plus concentrée en Afrique sub-saharienne. La croissance de la production, et les problèmes spécifiques de la concentration d'animaux dans les systèmes de production industrielle nécessitent une réglementation plus stricte. Les capacités de développement et de réglementation des États africains dans tous les domaines agricoles, en particulier les capacités impliquant les animaux définis comme réservoirs de maladie, doivent être renforcées afin que les produits dérivés d'animaux puissent être utilisés en toute

sécurité. Le renforcement des capacités de réglementation est plus qu'urgent dans les petits pays, qui auront besoin d'aide en matière de biorégulation de leurs grands voisins et des organisations régionales.

Protéger les petits producteurs (et éleveurs)

L'objectif de la politique applicable à la petite agriculture devrait être de protéger sa compétitivité et ses bases d'actifs.

Que peut faire la politique pour promouvoir la compétitivité des petits producteurs ?

La première chose à faire est de ne PAS subventionner les gros producteurs d'ou de produits agricoles, qu'ils soient nationaux ou étrangers. Ces subventions naissent souvent de l'idée que les petites exploitations ne peuvent pas s'améliorer ou se développer dans des secteurs d'exportation plus compétitifs.

La question des grandes exploitations agricoles contre les petites dans les tropiques a été discutée de manière exhaustive, surtout en ce qui concerne la culture des terres arables mais moins discutée par rapport à l'élevage. Il est évident que les coûts de production animale sont fonction de l'échelle de l'entreprise dans la production des animaux monogastriques semble évidente. Les grandes entreprises peuvent produire à moindre coût en raison des économies d'échelle au niveau de la stabulation, des soins vétérinaires, de la commercialisation et de la fourniture des aliments pour animaux d'élevage. Cette corrélation n'est pas claire en ce qui concerne le coût de production des ruminants parce que les systèmes de pâturage des ruminants d'Afrique ont tendance à fonctionner à grande échelle de toute façon et peuvent ainsi exploiter les économies d'échelle dans la prise en charge et les soins vétérinaires.⁹

La production animale et les produits des petites unités de production peuvent être compétitifs.

Cela a été démontré à la fois dans le secteur laitier (opération Flood en Inde, Milk Vita au Bangladesh et production de lait des petits producteurs au Kenya), dans le secteur de la volaille (Bangladesh), et dans le secteur de la viande bovine d'Amérique latine. Les projections SSP montrent que la protection des intérêts des femmes dans leurs rôles en tant que propriétaires et gestionnaires d'animaux d'élevage est un problème de politique spécial.

⁹ Deininger et Byerlee (2011, pp. 38-39) ont constaté que des investissements importants dans les cultures de plantation peuvent créer plus d'emplois que les investissements dans les céréales à grande ou à petite échelle, mais à un coût plus élevé par emploi créé. L'IFPRI (Thurlow et coll., 2008, tableau 8, entre autres) en Zambie avait projeté l'état du rendement, du revenu et du niveau de pauvreté en fonction de la taille des exploitations. Les petites exploitations, notamment celles qui se spécialisent dans les cultures à valeur ajoutée, ont commencé à partir d'une productivité plus faible que celle des grandes exploitations et ont augmenté à un rythme plus lent, de sorte que leur taux de pauvreté est resté plus élevé, et elles ont fini par rester à la traîne des grandes exploitations en termes de revenu relatif au fil du temps. Malgré la chute relative des petites exploitations, et malgré le fait que de nombreux petits agriculteurs sont restés pauvres, l'IFPRI a montré que les petites exploitations peuvent se développer, créer de l'emploi, être compétitives dans les exportations et que le nombre absolu d'exploitations pauvres peut être réduit.

Les femmes propriétaires d'un cheptel sont souvent moins mobiles que les hommes à cause de leur travail ménager. Elles sont donc limitées à la possession et à la gestion du petit élevage, de moutons, de chèvres, de volailles et de porcs. Ainsi, les femmes propriétaires de petits élevages souffrent de discrimination sur le plan des politiques. Si les moutons et les chèvres sont moins bien pris en compte dans les programmes de santé animale, alors les femmes propriétaires de ces animaux perdent de façon disproportionnée par rapport à leurs homologues de sexe masculin détenant les mêmes animaux d'élevage. Si les grandes entreprises de production de porcs et de volaille bénéficient de subventions publiques, alors les femmes propriétaires de petites exploitations d'animaux d'élevage perdent des marchés et donc des revenus à cause des subventions.

Protéger les éleveurs

Les politiques affectant les éleveurs sont confrontées à plusieurs problèmes inhabituels. Dans un premier temps, les éleveurs sont souvent économiquement et politiquement marginalisés et partant moins à mesure de réclamer les droits dont bénéficient les agriculteurs de cultures arables. Deuxièmement, la dépendance des éleveurs sur la mobilité les rend vulnérables aux conflits, qui peuvent bloquer leur accès à l'eau, aux pâturages et aux marchés. Troisièmement, parce que les éleveurs tropicaux travaillent presque exclusivement dans les zones chaudes et sèches, leurs moyens de subsistance sont vulnérables à des températures plus élevées et des événements extrêmes liés au changement climatique. Quatrièmement, les prix de leurs actifs animaux sont souvent corrélés négativement avec les prix de leurs biens de consommation (généralement des céréales) en raison des ventes de détresse des animaux pendant les sécheresses, lorsque les prix des céréales sont élevés.

Droits politiques et économiques.

La première politique en faveur des éleveurs consiste à leur octroyer des droits politiques et économiques -le droit de détenir et de gérer des terres pastorales, de l'eau et des couloirs de pâturage.

Création de services.

Le pastoralisme a besoin de services publics et privés pour se développer et rivaliser avec les grands producteurs. Ces services comprennent les services vétérinaires, de recherche, les services mécaniques, les services financiers, les transports, l'infrastructure locale et l'éducation. Ceux-ci doivent tous être adaptés aux besoins des petits producteurs, qui doivent par ailleurs être en mesure d'accéder à des informations de marché fiables et à jour. Au sein de la communauté locale, ces services sont l'investissement dans l'infrastructure et le développement du marché, notamment l'amélioration des routes et des ponts et la construction des marchés. D'autres services sont la mise en place à la fois des chambres froides et des installations de traitement, telles que les usines et les abattoirs, et la fourniture accrue au niveau local des services agricoles. Ce processus devrait être renforcé par la reconnaissance juridique et politique des organisations d'éleveurs.

Construction de marchés d'aliments pour animaux d'élevage.

Actuellement, moins d'un tiers des céréales en Afrique sub-saharienne atteignent les marchés commerciaux. Dans les SSP, cette part va augmenter. La question qui se pose une fois de plus sur le plan politique porte sur la nécessité pour les gouvernements d'améliorer les incitations à la production de céréales de manière à abaisser les coûts des grains destinés à l'alimentation des animaux d'élevage, en particulier pour de plus petits producteurs qui peuvent ne pas avoir accès aux marchés.

Assurance plus étendue pour les éleveurs.

Les éleveurs peuvent s'auto-assurer contre les maladies des animaux, la rareté des pâturages, et la menace de la violence par la diversification des espèces et des races, par la mobilité, et par des alliances qu'ils mettent en place au sein et entre les groupes tribaux. Il est très peu probable que quelque chose puisse être fait sur le plan politique pour améliorer cette auto-assurance.

Les politiques peuvent toutefois faciliter de nouvelles formes d'assurance. Premièrement, elles peuvent financer des investissements dans les infrastructures publiques, ce qui permet une plus grande mobilité des personnes et des animaux en réponse aux chocs et abaisse les coûts de transaction de manière durable. Deuxièmement, elles peuvent permettre l'émergence de marchés financiers de produits commerciaux d'assurance basés sur un indice. Troisièmement, elles peuvent relier ces produits à la surveillance participative des maladies et à l'information de marché via les réseaux de téléphonie cellulaire.

Gestion des coûts environnementaux

Les coûts environnementaux du développement de l'élevage sont les émissions de GES, l'empreinte sur l'eau de production et de consommation des animaux d'élevage, l'élimination du fumier et les dommages à la productivité des pâturages dus au surpâturage.

Adaptation au changement climatique.

Le changement climatique aura une incidence sur la production d'animaux d'élevage sur plusieurs aspects :

- Il réduira le rendement des cultures, occasionnera la rareté des aliments pour animaux d'élevage et rendra la production animale moins rentable ;
- Il pourrait également réduire la productivité des pâturages, avec le même effet négatif sur la productivité de l'élevage ;
- Il pourrait augmenter le stress de chaleur sur les animaux, en particulier dans l'industrie laitière et de la volaille, ce qui réduirait encore la productivité ;
- Il pourrait augmenter la densité des vecteurs de maladies, notamment les tiques à des altitudes moyennes, entraînant une augmentation de l'incidence des maladies à transmission vectorielle et de la « charge de la tique » ;
- Il y aurait également des risques d'augmentation des maladies humaines et animales liées à une plus grande propagation des vecteurs.

Tous ces facteurs (rendements potentiellement plus faibles, tempêtes plus graves et plus fréquentes, risques de santé plus graves, en plus de la variabilité des prix) nécessitent des adaptations de la politique pour lesquelles de nombreux pays africains ne sont pas préparés (Thornton, 2011).

La principale adaptation à ces impacts projetés sera d'investir dans l'assurance. Un problème particulier de l'adaptation au climat en Afrique est la prédominance des petites exploitations dont la pauvreté et l'isolement du marché les empêchent de s'autoassurer, soit grâce à des investissements physiques soit par des instruments financiers. L'appui à court terme à de petits propriétaires d'animaux par la recherche sera sans importance en raison des faibles taux de gain génétique possible sur les principaux animaux et aliments pour animaux d'élevage.

Les formes appropriées d'assurance publique pour les petits exploitants sont :

- Le renforcement des accords juridiques et de gestion pour les masses d'eau régionales, qui sont particulièrement à risque (les niveaux élevés ou faibles d'eau, le partage des ressources en eau entre les activités agropastorales et la production d'électricité, la gestion de l'irrigation et de la biodiversité sont tous les risques notables) ;
- La conservation de réserves financières plus importantes, ou les contrats à terme, pour contrer les coûts des aliments si les prix intérieurs deviennent plus fluctuants en cas d'élévation de températures et des tempêtes plus violentes ;
- La création de programmes de création d'emplois pour ceux qui ont perdu des revenus ou leur travail, notamment dans les zones pastorales touchées par des événements climatiques extrêmes ;
- L'investissement dans la recherche régionale sur les matières végétales, et des pratiques agricoles qui résistent à des températures plus élevées et aux inondations plus profondes, ce qui pourrait permettre la diversification des moyens de subsistance des pasteurs qui se spécialisent alors dans la production d'animaux d'élevage.

Promouvoir les paiements pour les services environnementaux.

Intégration possible des biens environnementaux non commerciaux (GES et autres) aux marchés, comme les marchés d'échange de carbone et de fumier.

Protéger la santé animale

Il y aura deux grands axes de recherche et développement en matière de santé animale. Le premier concerne une des principales maladies traditionnelles des animaux ruminants, principalement les bovins laitiers et les bovins de viande, chez lesquels le secteur public fournit la plupart des services. Ces maladies (la péri pneumonie bovine contagieuse (CBPP), la trypanosomiase, la peste des petits ruminants (PPR), la fièvre de la Côte Est (ECF)) en plus des charges d'ectoparasites et endoparasites continueront d'être les causes sanitaires principales de la faible productivité et de la faible compétitivité. La recherche sur ces problèmes continuera d'être largement publique et internationale, avec certaines contributions

d'entreprises pharmaceutiques privées. Il y aura de plus en plus de fournisseurs privés de services vétérinaires qui travailleront avec les éleveurs commerciaux, en particulier dans les pays à revenu intermédiaire.

Le deuxième axe de développement de la santé animale sera celui imposé par l'intensification de la production de ruminants et par la demande croissante de volaille et de porc. L'intensification de la production de ruminants augmentera la demande pour la recherche vétérinaire et les services vétérinaires parce que la valeur des animaux d'élevage augmentera. Une fois le secteur de l'élevage devenu plus commercial, de nouveaux problèmes de santé liés à la spécialisation des races, l'alimentation intensive, la stabulation des animaux, et les règles de sécurité alimentaire verront le jour, et plus encore si les produits animaux sont exportés. La croissance rapide de la production de volaille, et l'engraissement commercial accru de moutons et de chèvres, poseront également de nouveaux problèmes de santé animale, compte tenu des risques de zoonoses et d'importantes flambées de maladies animales dans de petites zones.

Détention d'animaux d'élevage influence les services de santé humaine.

La répartition des populations humaines affecte la disponibilité des services de santé en Afrique (Linard et coll., 2012). Le fait de détenir des animaux peut avoir des effets positifs ou négatifs sur la santé humaine et est lié à l'impact de la population sur les services de santé humaine. Les animaux d'élevage peuvent agir comme un tampon, par exemple, entre la mouche tsé-tsé porteuse de trypanosomiase et les moustiques et personnes porteurs de malaria ; dans de tels cas, les animaux d'élevage agissent comme hôtes alternatifs, protégeant efficacement l'homme. Dans d'autres cas, les animaux d'élevage sont des hôtes amplificateurs, par exemple, où les porcs hébergent et multiplient l'encéphalite japonaise et ainsi augmentent le risque pour l'homme. Les grandes bandes de volailles commerciales, si elles sont élevées à proximité des populations humaines denses, peuvent abriter des gripes aviaires se transmettant directement, d'ailleurs avec le risque de transmission aux oiseaux migrateurs.

La politique doit reconnaître les rôles potentiellement contradictoires de l'élevage dans la santé humaine. Les zones tampons devraient être créées dans les zones densément peuplées où l'élevage intensif est pratiqué ; ces zones peuvent être encore plus nécessaires lorsque la densité des populations humaines et animales est forte à proximité des zones irriguées qui peuvent attirer des oiseaux sauvages.

Promouvoir une agriculture intensive

L'agriculture intensive (celle qui utilise davantage d'intrants achetés et réalise des rendements plus élevés par animal ou par unité de terre) accompagnera inéluctablement la production d'animaux d'élevage en raison du lien entre l'utilisation d'aliments pour animaux d'élevage et les secteurs agricole et de l'élevage. Les politiques visant à favoriser l'agriculture intensive, et à réduire ses effets négatifs sur l'environnement, sont donc nécessaires.

La première politique consiste à libéraliser le commerce des intrants agricoles (engrais, semences et autres matériels de plantation, pompes et autres équipements d'irrigation, ainsi que les équipements d'énergies renouvelables (éolienne et solaire, notamment). Le libre-échange des intrants et des biens d'investissement réduit les coûts de production tout en favorisant la concurrence entre les industries d'approvisionnement et d'entretien.

Une deuxième catégorie de politiques consiste à dépenser plus pour le transport et la distribution de l'énergie par le secteur public quand la densité des infrastructures est faible. Le transport et la distribution de l'énergie par le secteur public, liés à un système de production d'énergie bien réglementé et mixte public-privé, inciteront les industries agricoles à faire des élévations d'eau, mouler du grain, transformer des aliments, et réfrigérer du lait, pour n'en citer que quelques activités.

Une troisième catégorie de politiques consiste à promouvoir l'irrigation. L'irrigation est importante pour les animaux comme source d'alimentation (cultures fourragères, résidus de récolte et sous-produits) et pour les services concentrés autour des zones du projet. Dans le même temps, la promotion de l'irrigation crée des conflits liés à l'eau entre production végétale et animale, et peut aggraver les maladies humaines et animales et, absorber les dépenses publiques qui pourraient être utilisées directement pour le développement de l'élevage.

La plus grande partie de la contribution de l'irrigation au développement de l'élevage bénéficiera aux ruminants à travers les résidus de récolte et les sous-produits de production. La quantification de cette contribution est difficile à cause des erreurs potentielles dans la projection du rythme de développement de l'irrigation. Il est clair, néanmoins, que l'irrigation en Afrique est à la traîne par rapport aux autres continents et que la promotion de l'irrigation nécessite de nouvelles politiques. Une approche consiste à réduire les coûts de développement de l'irrigation en réduisant les taxes sur le matériel d'irrigation, ce qui permettrait de réduire le coût de gestion de l'eau dans les petits périmètres. Une deuxième approche consiste à étendre l'approvisionnement en énergies modernes, en particulier, l'énergie hors réseau et les énergies renouvelables, de sorte que les coûts variables d'élévation d'eau deviennent bon marché ; cela peut être fait à un coût beaucoup plus faible aujourd'hui en raison de la baisse spectaculaire des coûts de production d'énergie solaire. La troisième approche consiste à promouvoir la concurrence dans les investissements d'irrigation afin d'empêcher les constructeurs de prélever des loyers sur les investissements de contrôle des eaux.

Les politiques visant à gérer les effets négatifs de l'irrigation sur la production animale et sur la santé humaine sont également importantes. Ces politiques permettent, entre autres de : i) garantir les droits des éleveurs à l'eau dans les zones irriguées ; ii) leur assurer l'accès aux pâturages de saison sèche dans les terres converties des pâturages aux terres de cultures irriguées ; iii) défendre les pâturages contre les espèces envahissantes (telles que *Prosopis juliflora*), qui peuvent avoir été stimulées par le défrichement des terres pour l'irrigation ; et iv) prendre en charge les risques de santé humaine (paludisme, la FVR, schistosomiase) et animale (FVR, endoparasites), aggravés par des investissements d'irrigation.



© ILRI, Malawi, Stevie Mann

Références



© ILRI, Éthiopie, Zerihun Sewunet

Abler, D. (2010). Croissance de la demande dans les pays en développement. Documents de travail sur l'alimentation, l'agriculture et la pêche n° 29. OCDE.

Aklilu, H. A., et coll. (2007). Consommation et commercialisation de la volaille traditionnelle en fonction du sexe, des fêtes religieuses et de l'accès aux marchés. *Tropical Animal Health and Production*, vol. 39, No. 3 (avril), pp. 165-177.

Alexandratos, J. N. et J. Brusinma (2012). *Agriculture mondiale : horizon 2030 / 2050, révision 2012*. Rome : FAO.

Alexandratos, N., et coll. (2006). *Agriculture mondiale : horizon 2030 / 2050. Rapport intérimaire*. Rome : FAO.

Ayoade, J. A., H. I. Ibrahim, et H. Y. Ibrahim (2009). Analyse de la participation des femmes dans la production animale en zone Lafia dans l'État de Nasarawa, au Nigeria. *Livestock Research for Rural Development*, vol. 21, No. 12. Disponible à l'adresse <http://www.lrrd.org/lrrd21/12/ayoa21220.htm>.

Baggs, E. M., J. Chebii, et J. Ndufa (2006). Une enquête à court terme sur les émissions de gaz traces après le labour et sans labour des résidus de l'agroforesterie dans l'ouest du Kenya. *Soil and Tillage Research*, vol. 90, Nos. 1-2 (novembre) pp. 69-76.

Bernués, A. et M. Herrero (2008). Intensification agricole et moteurs de l'adoption de la technologie dans les systèmes mixtes de culture-élevage laitiers à Santa Cruz, en Bolivie. *Spanish Journal of Agricultural Research*, vol. 6, n° 2, pp 279-293.

Bouwman, A., et coll. (2005). Exploration des changements dans les systèmes mondiaux de production de ruminants. *Agricultural Systems*, vol. 84, No. 2, pp. 121-153.

Bouwman, A. F., et coll. (2011). Exploration des changements mondiaux dans les cycles de l'azote et de phosphore dans l'agriculture induits par la production animale de 1900 à 2050. *Actes de l'Académie nationale des sciences des États-Unis d'Amérique*. Disponible en ligne à l'adresse <http://www.pnas.org/content/early/2012/05/07/1012878108.full.pdf+html>.

Bravo-Baumann, H. (2000). Genre et élevage : capitalisation des expériences sur les projets d'élevage et le genre. Document de travail. Agence suisse pour le développement et la coopération, Berne.
Disponible en ligne à l'adresse <http://www.fao.org/wairdocs/LEAD/X6106E/x6106e00.HTM>

Bruinsma, J. (2003). *Agriculture mondiale : horizon 2015/2030, perspectives de la FAO*. Londres, Royaume-Uni : Earthscan Publications.

BurnSilver, S. B. (2009). Trajectoires de continuité et de changement : Moyens de subsistance des Maasai à Amboseli, district de Kajiado, au Kenya. Dans *Rester Maasai? Moyens de subsistance, la conservation et le développement humain dans les parcours en Afrique de l'Est : Études sur l'écologie et l'adaptation humaines*, Katherine Homewood, P. Trench, Patti Kristjanson, M. Radeny, eds. Allemagne : Springer Press, pp. 161-207.

Centner, T.J. (2011). Traitement de la pollution de l'eau causée par la concentration des activités d'élevage d'animaux. *Land Use Policy*, vol. 28, n° 4 (octobre), pp 706-711.

Chikowo, R., et coll. (2004). Dynamique de l'azote minérale, lessivage et pertes d'oxyde nitreux dans la culture du maïs à la suite de deux ans de jachères améliorées sur un sol sableux et limoneux au Zimbabwe. *Plant and Soil*, vol. 259, pp 315-330.

Chivenge, P., B. Vanlauwe, J. Six (2011). L'application combinée des sources de nutriments organiques et minéraux influence-t-elle la productivité du maïs ? Une méta-analyse. *Plant and Soil*, vol. 342, Nos. 1-2 (mai), pp. 1-30.

Cuéllar, Amanda D., et Michael E. Webber (2008). Énergie de la vache : avantages de l'énergie et des émissions dues à la conversion du fumier en biogaz. *Environment Research Letters*, vol. 3 (juillet-septembre).

Davis, B., et coll. (2007). Activités génératrices de revenus en milieu rural : Une comparaison entre les pays. Document de travail ESA 07-16, Rome : FAO.

Delgado, C., et coll. (1999). L'élevage à l'horizon 2020 : la prochaine révolution alimentaire. Document de travail no 28 sur l'alimentation, l'agriculture et l'environnement. Washington, DC : IFPRI / FAO / ILRI.

Deshingaker P., et coll. (2008). Élevage et réduction de la pauvreté en Inde : résultats du projet sur les options de subsistance de l'ODI. Document de travail no 8. Ciblage et innovation. Nairobi : Institut international de recherches sur l'élevage.

Projet de développement laitier en Afrique de l'Est (2008). Genre, production laitière et commercialisation : Rapports d'enquêtes de référence : Rapport 6. Nairobi.

Ellis F. et H. A. Freeman (2004). Moyens de subsistance des populations rurales et stratégies de réduction de la pauvreté dans quatre pays africains. *The Journal of Development Studies*, vol. 40, n° 4, pp 1-30.

FAO (2007). *Rapport sur l'état de l'alimentation et de l'agriculture : Payer les agriculteurs pour les services environnementaux*. Rome.

FAO (2009). *Situation de l'alimentation et de l'agriculture. Le point sur l'élevage*. Rome.

FAO (2010). *Émissions de gaz à effet de serre par le secteur laitier. Une évaluation du cycle de vie*. Rome.

FAO (2011). *Pertes et gaspillage alimentaire dans le monde : Ampleur, causes et prévention*. Rome.

FAO (2013). *Émissions de gaz à effet de serre provenant des chaînes d'approvisionnement de ruminants - Une évaluation globale du cycle de vie*. Rome.

Flintan, Fiona (2008). *Responsabilisation des femmes dans les sociétés pastorales*. WISP, FEM, UICN, PNUD.

Geist, H. et E. Lambin (2002). Causes immédiates et moteurs sous-jacents de la déforestation tropicale. *BioScience*, vol. 52, n° 2, pp 143-150.

Gerber P., et coll. (2005). Déterminants géographiques et conséquences environnementales de l'intensification de la production animale en Asie. *Bioresource Technology*, vol. 96, n° 13 (septembre), pp 263-276.

J. Gilbert, Lapor ML., F. Unger, et Grace D. (2010). *Zoonoses les plus importantes dans le monde. Document présenté à la Conférence écosanté, 18-20 août, Londres*.

Gourley, Cameron J. P., et coll. (2010). Efficacité d'utilisation de l'azote : indicateur de performance mesurable pour les exploitations laitières. *Environmental Science and Policy*, vol. 13, pp. 217-228.

Gourley, Cameron JP, Sharon R. Aarons, et J. Mark Powell (2012). Utilisation efficace de l'azote et pratiques de gestion du fumier dans les systèmes de production laitière contrastés. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 147 (janvier), pp 73-81.

Grace, D. (2007). Dépendance des femmes sur bétail dans les villes des pays en développement. Document de travail de l'ILRI. Nairobi : Institut international de recherche sur l'élevage.

Grace, Delia, et coll. (2008). Évaluation participative des risques : une nouvelle approche pour des aliments plus sûrs dans les communautés vulnérables d'Afrique. *Development in Practice*, vol. 18, n° 4, pp 611-618.

Graffham, A., R. Zulu, et D. Chibanda (2005). Améliorer la sécurité des aliments vendus dans la rue en Afrique du Sud. Rapport final. Dans *Engendrer la recherche agricole*. Document de travail 00973 de l'IFPRI. Washington, D. C. : Institut international de recherche sur les politiques alimentaires.

Grieg-Gran M., I. Porras, et S. Wunder (2005). Comment les mécanismes de marché pour les services forestiers environnementaux peuvent-ils aider les pauvres ? Premières leçons de l'expérience de l'Amérique latine. *World Development*, vol. 33, No. 9, pp. 1511-1527.

Havlík, P., et coll. (2011). Implications de l'affectation mondiale des terres des objectifs liés aux biocarburants de première et seconde génération. *Energy Policy*, vol. 39, No. 10 (octobre), pp. 5690-5702.

Havlík, P., et coll. (2012). Scénarios préliminaires de l'évolution des marchés des produits agricoles de base, système de production de l'élevage et affectation des terres. Laxenburg, Autriche : ANIMALCHANGE.

Havlík, P., et coll. (2013). Productivité agricole et secteur mondial de l'élevage : Implications pour le changement d'affectation des terres et les émissions de gaz à effet de serre. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 95, n° 2, pp 442-448.

Havlík, P., et coll. (2014). Atténuation du changement climatique par des transitions de système d'élevage. *Actes de l'Académie nationale des sciences des États-Unis d'Amérique*, vol. 111, pp. 3709-3714.

Heffernan Claire, et Federica Misturelli (2008). Prestation de services vétérinaires aux pauvres : recherches préliminaires réalisées au Kenya. Reading : Épidémiologie vétérinaire et Unité de recherche en économie, Département de l'agriculture de l'Université de Reading.

Heinke, J., et coll. (2011). Tendances actuelles de la consommation mondiale de l'eau. *Actes de l'Académie nationale des sciences des États-Unis d'Amérique* (soumis).

Henderson, B., P. Gerber, et C. Opyo (2011). Changement climatique et élevage, défis et options. *Revue CAB : Perspectives dans l'agriculture, la science vétérinaire, la nutrition et les ressources naturelles*, 2011 6, *Revue CAB : Perspectives dans l'agriculture, la science vétérinaire, la nutrition et les ressources naturelles* 2011 6, n° 16, 11 p.

Herrero, M., et coll. (2008). Dynamique des systèmes et distribution spatiale des émissions de méthane des ruminants domestiques d'Afrique à l'horizon 2030. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 126, Nos. 1-2 (juin), pp. 122-137.

Herrero, M., et coll. (2009). Élevage, moyens de subsistance et environnement : comprendre les compromis. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 1, pp 111-120.

Herrero, M., et coll. (2010). Investissements intelligents dans la production alimentaire durable : revisiter les systèmes mixtes culture-élevage. *Science*, vol. 327, no. 5967 (février), pp. 822-825.

Herrero, M., et coll. (2011). Élevage et émissions de gaz à effet de serre : options d'atténuation et compromis. Dans *Atténuation des changements climatiques et agriculture*, E. Wollenberg et coll., eds. Londres : Earthscan.

Herrero, M., et coll. (2012). Moteurs du changement dans les systèmes agro-pastoraux et leurs impacts sur les services des agro-écosystèmes et le bien-être à l'horizon 2030. Programme d'élevage à l'échelle du système du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI). Nairobi : Institut international de recherche sur l'élevage.

Herrero, M., et coll. (2013). Utilisation et production de la biomasse, efficacité des aliments pour animaux d'élevage, et émissions de gaz à effet de serre des systèmes mondiaux d'élevage. *Actes de l'Académie nationale des sciences des États-Unis d'Amérique*, vol. 110, pp. 20888-20893.

J. Jaitner, et coll. (2001). Modèle de propriété et pratiques de gestion des petits ruminants en Gambie - implications pour un programme d'élevage. *Small Ruminant Research*, vol. 40, No. 2, pp. 101-108. Jones, K. E., and others (2008). Tendances mondiales en matière de maladies infectieuses humaines émergentes. *Nature*, vol. 451 (février), pp 990-993

Kaitibie, S., et coll. (2008). Trajectoires d'influence et impacts économiques du changement de politique dans le secteur laitier kenyan. Rapport de recherche n° 15 ILRI, Nairobi : ILRI.

Kearney, John (2010). Tendances et moteurs de la consommation alimentaire. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 365, n° 1554, pp 2793-2807.

Knight, R. L., et coll. (2000). Les marais artificiels pour la gestion des eaux usées d'animaux d'élevage. *Ecological Engineering*, vol. 15, pp 41-55.

Kristjanson P., et coll. (2005). Processus dynamique de la pauvreté et rôle de l'élevage au Pérou. Document de travail FAO/Initiative de politique d'élevage en faveur des pauvres.

Landell-Mills, Natasha, et Ina T. Porras (2002). Panacée ou or des fous ? Un examen global des marchés de services environnementaux forestiers et de leur impact sur les pauvres. Londres : Institut international pour l'environnement et le développement.

León-Velarde, C. U., et R. Quiroz (2004). Développement des systèmes de production animale dans la région andine : Implications pour les petits producteurs. Dans *Production animale et science animale à travers le monde : Une revue sur les changements et la recherche dans les systèmes d'élevage*, A. Rosati, A., Tewolde, C. Mosconi, éd.. Wageningen, Pays-Bas : Wageningen Academic Publishers.

Linard, Catherine, et coll. (2012). Répartition de la population, modes d'habitats, et accessibilité à travers l'Afrique en 2010. *PLoS One*, vol. 7, n° 2.

Liu, J., et coll. (2010). Une évaluation à haute résolution de flux d'azote dans les terres cultivées. *Actes de l'Académie nationale des sciences des États-Unis d'Amérique*, vol. 107, pp. 835-840.

McCarl, B. A. et T. H. Spreen (1980). Programmation mathématique endogène des prix comme un outil d'analyse sectorielle. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 62, pp. 87-102.

McDermott, J. J., et coll. (2010). Soutenir l'intensification des systèmes de petits producteurs sous les tropiques. *Livestock Science*, vol. 130, Nos. 1-3 (mai) pp. 95-109.

J. Anthony McMichael, et coll. (2007). Production agricole et animale, énergie, changement climatique et santé. *The Lancet*, vol. 370, No. 9594, pp. 1253-1263

J. McPeak, et C. Doss (2006). Les décisions de production des ménages sont-elles coopératives ? Données sur la migration et la vente de lait au nord du Kenya. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 88, n° 3, pp 525-541.

Mosnier, A., et coll. (2012). Les effets nets globaux des mandats en matière de de biocarburants alternatifs américains, la supplantation des combustibles fossiles, le changement indirect d'affectation des terres, et rôle de la croissance de la productivité agricoles. Rapport n° 12-01 du Nicholas Institut.

Muhammad, Andrew, et coll. (2011). Preuve internationale sur les modes de consommation alimentaire : Une mise à jour utilisant les données du programme de comparaison internationale 2005. Bulletin technique USDA-ERS No. (TB-1929).

Naylor, R., et coll. (2005). Perte des liens entre l'élevage et la terre. *Science*, vol. 310, No. 5754 (décembre), pp. 1621-1622.

Niamir-Fuller, M. (1994). Femmes gérantes de cheptels dans le tiers monde : se concentrer sur les questions techniques liées aux rôles du genre dans la production animale. Document de travail n° 18. Rome : Fonds international de développement agricole.

Njuki, J., et coll. (2004). Travail de l'homme contre celui de la femme dans un système d'agroforesterie dans les hauts plateaux du centre du Kenya : Corriger les idées fausses. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, vol. 3, Nos. 1-2, pp. 154-170.

Njuki, J. M. (2001). Rôles du genre dans l'agroforesterie : Une analyse socio-économique des districts d'Embu et de Kirinyaga au Kenya. Thèse de doctorat, Université agricole de Sokoine, Tanzanie.

Nkedianye, D., et coll. (2009). Évaluer le rendement de la terre et l'évolution des stratégies de moyens d'existence dans Kitengela. Dans *Rester Maasai? Les moyens de subsistance, la conservation et le développement humain dans les parcours d'Afrique de l'Est : Études sur l'écologie et l'adaptation humaine*, Katherine Homewood, P. Trench, Patti Kristjanson, M. Radeny, eds. Allemagne : Springer Press, pp. 115-139.

Nori, M. (2008). Activités laitières dans les zones arides : Réseaux de genre, marchés pastoraux et sécurité alimentaire en Somalie apatride. Thèse, Université de Wageningen, Wageningen, NL. Disponible à l'adresse <http://library.wur.nl/WebQuery/wda/lang/1929205>.

O'Mara, F. P. (2011). L'importance de l'élevage comme source des émissions mondiales des 21 gaz à effet de serre aujourd'hui et dans un proche avenir. *Sciences et technologie relatives aux aliments pour animaux*, vol. 166-167, (juin), pp 7-15.

Omoro, A., et coll. (2001). *La création d'emplois à travers la commercialisation et la transformation des produits laitiers à petite échelle : expériences du Kenya, Bangladesh et Ghana*. Rome : ILRI.

O'Neill, B., et coll. (2012). Atelier sur la nature et l'utilisation de nouvelles trajectoires socio-économique pour la recherche climatique. Rapport de réunion. Boulder, CO : Centre national de recherche atmosphérique 2-4 2-4 novembre 2011.

Oboler, Regina Smith (1996). À qui appartiennent les vaches, de toute façon ? Idéologie et comportement dans la « propriété » et la garde des bovins Nandi, *Human Ecology*, vol. 24, n° 2, pp 255-272.

Oenema, O., D. Oudendag, et G. L. Velthof (2007). Pertes de nutriments provenant de la gestion du fumier dans l'Union européenne. *Livestock Science*, vol. 112, No. 3, pp. 261-272.

Pagiola, Stefano, Agustin Arcenas, et Gunars Platais (2005). Les paiements pour les services environnementaux peuvent-ils aider à réduire la pauvreté ? Une exploration des questions et des éléments de preuve à ce jour en Amérique latine, *World Development*, vol. 33, n° 2 (février), pp 237-253.

Pagiola, Stefano, Rios Ana R., et Agustin Arcenas (2008). Les pauvres peuvent-ils participer à des paiements pour les services environnementaux ? Leçons tirées du projet sylvopastoral au Nicaragua. *Environment and Development Economics*, vol. 13, n° 3, pp 299-325.

Westhoek, Henk, et coll. (2011). Casse-tête des protéines : Consommation et production de viande, produits laitiers et poisson dans l'Union européenne. Bilthoven, Pays-Bas : Agence de l'environnement des Pays-Bas.

Peden, D., et coll. (2007). Élevage et eau pour le développement humain. Dans *L'eau pour l'alimentation, l'eau pour la vie : Évaluation complète de la gestion de l'eau dans l'agriculture*, D. Molden, et coll., eds. Oxford : Oxford University Press.

Perry, Brian, et Delia Grace (2009). Impacts des maladies animales et de leur surveillance sur les processus de croissance et de développement en faveur des pauvres. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 364, n° 1530, pp 2643-2655.

Petersen, S. O., et coll. (2007). Recyclage des effluents d'élevage dans une perspective globale d'exploitation. *Livestock Science*, vol. 112, No. 3 (décembre), pp. 180-191.

Popp, A., H. Lotze-Campen, et B. Bodirsky (2010). Consommation alimentaire, changements de régime et effet de serre autres que le CO₂ associés à la production agricole. *Global Environmental Change*, vol. 20, n° 3, pp 451-462.

Randolph, T. F., et coll. (2007). Rôle de l'élevage dans la nutrition et la santé humaines pour la réduction de la pauvreté dans les pays en développement. *Journal of Animal Science*, vol. 85, pp 2788-2800.

Rangnekar, S. (1998). Les femmes dans la production animale des pays en développement. Document présenté à la Conférence internationale sur le développement durable de la production animale. Hisar, Inde, novembre.

Reid Robin S., et coll. (2004). Est-il possible d'atténuer les émissions de gaz à effet de serre dans les écosystèmes pastoraux des tropiques ? *Environment, Development and Sustainability*, vol. 6, Nos. 1-2, pp. 91-109.

Robinson, T., et coll. (2011). *Systèmes de production animale mondiale*. Rome : FAO et Institut international de recherche sur les animaux d'élevage.

Rockström, J., M. Lannerstad, et M. Falkenmark (2007). Évaluation du défi de l'eau dans une nouvelle révolution verte dans les pays en développement. *Actes de l'Académie nationale des sciences des États-Unis d'Amérique*, vol. 104, pp. 6253-6260.

Rosegrant, M. W., et coll. (2009). Regard sur l'avenir de l'agriculture et AKST. Dans *Agriculture à la croisée des chemins*, Beverly D. McIntyre et coll., eds. Washington, DC : Island Press.

Rubin, Deborah, Seyoum Tezera, Lindsay Caldwell (2010). *Un veau, une maison, une entreprise à soi : Microcrédit, accumulation d'actifs, et autonomisation économique dans les projets GL CRSP en Éthiopie et au Ghana*. Davis, CA : Programme d'appui à la recherche collaborative sur l'élevage mondial.

Rufino, M. C., et coll. (2006). Efficacité du recyclage de l'azote à travers les systèmes de culture et d'élevage africains à faibles ressources : Un examen. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 112, n° 4, pp 261-282.

Rufino, M. C., et coll. (2007). Fumier comme ressource clé dans des petits systèmes de production agricoles : analyse de l'efficacité du recyclage des nutriments à l'échelle de l'exploitation avec le cadre NUANCES. *Livestock Science*, vol. 112, pp. 273-287.

Rufino, M. C., et coll. (2011). Utilisation concurrente des ressources biologiques, interactions au niveau du village entre types d'exploitations agricoles et variabilité du climat dans une zone communale de NE Zimbabwe. *Agricultural Systems*, vol. 104, No. 2, pp. 175-190.

Sanchez, P. A. (2002). Fertilité du sol et faim en Afrique. *Science*, vol. 295, No. 5562 (mars), pp. 2019-2020.

Séré, Carlos, et Henning Steinfeld (1996). *Systèmes mondiaux de production animale : état actuel, enjeux et tendances*. Rome : FAO.

Silvestri, S., et coll. (2011). Évaluation du potentiel de paiements pour services environnementaux dans les systèmes de production agriculture-élevage dans les pays en développement. Rapport de recherche de l'ILRI, Institut international de recherche sur les animaux d'élevage, Nairobi, Kenya.

Smith, P., et coll. (2007). Agriculture. Dans *Changements climatiques 2007 : Atténuation. Contribution du Groupe de travail III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur les changements climatiques*. Édité par Metz B, Davidson OU, 25 Bosch PR, Dave R, Meyer RL. Cambridge University Press.

Smith, P., et coll. (2010). Compétition pour la terre. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 365, No. 1554 (septembre), pp. 2941-2957.

Soussana, J. F., et coll. Scénarios du secteur de l'élevage dans l'UE, régions SICA étudiées et au niveau mondial. Paris : INRA.

Staal, S., et coll. (2009). Investissement stratégique dans le développement de l'élevage comme véhicule des moyens de subsistance des populations rurales. Fondation Bill et Melinda Gates - Rapport de projet de l'ILRI sur la production de connaissances. Nairobi : Institut international de recherche sur l'élevage.

Stehfest, E. et coll. (2009). Avantages climatiques de modifier les habitudes alimentaires. *Climatic Change*, vol. 95, pp. 83-102.

Steinfeld, H., et coll. (2006). *La grande ombre de l'élevage : enjeux environnementaux et options*. Rome : FAO.

Sumberg, J. (2002). Logique de légumineuses fourragères en Afrique. *Food Policy*, vol. 27, pp. 285-300.

Sutton, Mark A., et coll. (2011). Trop d'une bonne chose. *Nature*, vol. 472 (avril), pp. 159-161.

Takayama, Takashi, et George G. Judge (1971). *Prix spatial et temporel et modèles d'allocation*. Amsterdam : North-Holland Publishing Co.

Tarawali, S., et coll. (2011). Trajectoires de développement durable des systèmes mixte culture-élevage : Adopter une approche d'élevage en faveur des pauvres. *Livestock Science*, vol. 139, Nos. 1-2, pp. 11-21.

Teufel, N., K. Kuettner, et C. Gall (1998). Contribution de l'élevage de chèvre au revenu du ménage dans le Pendjab (Pakistan) : une revue. *Small Ruminant Research*, vol. 28, n° 2 (mai), pp 101-107.

Thompson, D. Michael, et coll. (2009). Maasai Mara - Privatisation foncière et déclin de la faune : la conservation peut-elle s'autofinancer ? Dans *Rester Maasai? Les moyens de subsistance, la conservation et développement humain dans les parcours d'Afrique de l'Est : Études sur l'écologie et l'adaptation humaines*, Katherine Homewood, P. Trench, Patti Kristjanson, M. Radeny, eds. Allemagne : Springer Press, pp. 77-114.

Thornton, P. K. (2010). Production d'animaux d'élevage : tendances récentes, perspectives d'avenir. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 365, No. 1554 (Septembre), pp. 2853-2867

Thornton, P. K., et M. Herrero (2010). Liens entre croissance rapide de la production animale, le changement climatique, et les impacts sur les ressources en eau, l'affectation des terres et la déforestation. Document de référence pour le Rapport sur le développement mondial 2010. Document de travail de recherche de politique n° 5178. Washington, D. C. : Banque mondiale.

Thornton, P. K., et coll. (2002). Cartographie de la pauvreté et de l'élevage dans les pays en développement. Nairobi : Institut international de recherches sur l'élevage.

Turpie J. K., C. Marais C., et J. N. Blignaut (2008). Fonctionnement du programme pour l'eau : Évolution des mécanismes de paiements pour les services environnementaux visant à la fois la prestation des services contre la pauvreté et pour l'écosystème en Afrique du Sud. *Ecological Economics*, Vol. 65, pp. 788-798.

Département américain de l'agriculture (2010). Guide diététique des américains. Disponible en ligne à l'adresse <http://www.cnpp.usda.gov>.

Agence américaine pour la protection de l'environnement (2006). Émissions mondiales de gaz à effet de serre anthropiques non-CO₂ : 1990-2020. EPA 430-R-06-003. Washington, D. C.

Valdivia, C. (2001). Genre, actifs d'élevage, gestion des ressources, et sécurité alimentaire : leçons du SR-CRSP. *Agriculture and Human Values*, vol. 18, No. 1, pp. 27-39.

Vanlauwe, B. et K. E. Giller (2006). Mythes populaires autour de la gestion de la fertilité des sols en Afrique sub-saharienne. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 116, Nos. 1-2, pp. 34-46.

Williams, J. R. (1995). Le modèle EPIC. Dans *Modèles informatiques de bassin versant d'hydrologie*, VP Singh, éd. Ranch de hautes terres, Colorado : Publications Ressources en eau.

Wirsenius, S. C. Azar, et G. Berndes (2010). Quelle quantité de terres est-elle nécessaire pour la production alimentaire mondiale dans les scénarios de changements de régime alimentaires et d'augmentation de la productivité de l'élevage en 2030 ? *Agricultural Systems*, vol. 103, No. 9, pp. 621-638.

Wunder, S. (2005). Paiement pour des services environnementaux : quelques rouages. Papier CIFOR hors série n° 42.

Yisehak, K. Kechero (2008). Responsabilité de genre dans les petits systèmes de production mixtes culture-élevage de la zone du Jimma, Sud Ouest Éthiopie. *Livestock Research for Rural Development*, vol. 20. Disponible à l'adresse <http://www.lrrd.org/lrrd20/1/yise20011.htm>.

Les risques liés à une augmentation non contrôlée de la production dans l'élevage obligent les décideurs nationaux à poser un certain nombre de questions. Quel genre de politiques d'élevage peuvent elles contribuer à l'expansion de la production de l'élevage en Afrique de manière à ce que les sociétés en tirent des avantages équitables ? Quelle est la meilleure façon de veiller à ce qu'elles contribuent également à la bonne santé des personnes ? Quelles sont les options pour s'assurer que les pratiques d'élevage sont durables du point de vue social, environnemental, économique et climatique ?

Ces questions ont incité à une **enquête de trajectoires possibles pour l'élevage en Afrique à l'horizon 2050** visant à fournir des recommandations de politiques pour la réalisation du potentiel de l'élevage en tant que moteur de croissance économique, de sécurité alimentaire et de bien-être de l'environnement en Afrique subsaharienne.

Les principales recommandations de l'étude sur l'avenir de l'élevage présentées dans ce rapport sont les suivantes :

- *Les politiques qui encouragent des modes de consommation alimentaire sains, l'intensification durable de tous les systèmes de production animale et la promotion sélective de la production de l'élevage d'animaux monogastriques, pourraient entraîner une augmentation de l'efficacité environnementale des systèmes d'élevage en Afrique sub-saharienne. Cela peut être fait de manière à protéger la production dans les communautés pastorales, ainsi que celle des petits exploitants agricoles.*
- *L'intensification durable de la production d'élevage entraînera des avantages significatifs pour la sécurité alimentaire, les revenus, le commerce, la compétitivité des petits exploitants et les services écosystémiques. Ces avantages doivent être appréciés à leur juste valeur : à l'heure actuelle les agriculteurs sont confrontés à des défis quand ils essaient d'augmenter leurs investissements dans la production de l'élevage en particulier dans un contexte où la contribution du secteur au développement durable et à la croissance économique n'est pas appréciée.*
- *Les investissements nécessaires sont la fourniture accrue de services vétérinaires, des intrants, l'appui institutionnel, la transformation et les marchés. Ce sont tous des éléments essentiels si les systèmes de production animale actuels doivent évoluer en opérations commerciales viables.*

