

Gestion durable des parcours et pâturages

Document de travail

Conférence en ligne, 2-30 septembre 2013

INTRODUCTION

Les parcours et pâturages sont des écosystèmes polyvalents qui engendrent une grande diversité de biens et de services utiles à l'humanité. L'utilisation des pâturages comme source principale de nourriture pour les animaux d'élevage permet, en limitant le recours aux aliments concentrés, de réduire l'utilisation inefficace des terres arables et d'accroître la nourriture, à base de céréales et de légumineuses, directement utilisable pour la consommation humaine. Les parcours et pâturages offrent aussi une gamme de services écosystémiques de régulation et d'entretien de l'environnement dans lequel nous vivons, dont ils constituent le fondement : la régulation climatique, le stockage de l'eau, le cycle des nutriments, la pollinisation et la biodiversité.

Néanmoins, on méconnaît ou sous-estime trop souvent l'importance de ces surfaces herbeuses pour l'environnement et la sécurité alimentaire. Dans les scénarios de modélisation de l'évolution démographique et du système alimentaire pour 2050, les projections de la production alimentaire reposent presque exclusivement sur les cultures vivrières intensives et font une part croissante aux produits d'animaux élevés sur la base de cultures fourragères intensives (voir Alexandratos et Bruinsma, 2012, et Steinfeld et coll., 2006), mais font bien peu de cas des parcours et des pâturages permanents. Ce fait est d'autant plus surprenant que les herbages et les pâturages permanents couvrent une superficie de 3,5 milliards d'hectares à l'échelle de la planète, soit plus du double des surfaces cultivées totales.

Afin de faire mieux comprendre comment les parcours et pâturages peuvent contribuer à la sécurité alimentaire et à la demande de viabilité, ce document présente des scénarios de modélisation d'un système alimentaire dans lequel la production animale est fondée sur l'exploitation herbagère¹. Les prévisions classiques pour 2050 sont comparées à différents scénarios reposant sur un passage hypothétique de l'utilisation d'aliments concentrés pour l'élevage à un système alimentaire faisant une part croissante à la production d'animaux nourris à l'herbe. Cet exercice de modélisation tente de répondre à quatre questions pressantes concernant la viabilité d'un système herbager et d'évaluer les conséquences possibles d'un tel changement pour l'environnement, la population et l'économie.

Q1. Est-il possible de produire suffisamment de calories et de protéines pour assurer la sécurité alimentaire dans un système alimentaire mondial fondé sur l'élevage herbager ?

Pour que la sécurité alimentaire soit assurée, la production et la disponibilité d'aliments énergétiques et protéiques doivent être suffisantes. Grâce à une utilisation plus efficace des terres affectées aux cultures vivrières, on peut supposer que l'élevage herbager entraînera

¹ Différents scénarios pour un « système à base herbagère » sont envisagés dans ce modèle. A une extrémité de la gamme, la production destinée aux ruminants est à 100 % d'origine herbagère, et les animaux monogastriques sont nourris uniquement avec des sous-produits de la production alimentaire (scénario « 0Conc»). À l'autre extrémité de la gamme, le scénario « 100Conc », qui sert de témoin, est une extrapolation jusqu'en 2050 de l'utilisation actuelle d'aliments concentrés.

une augmentation de la disponibilité d'aliments énergétiques. La disponibilité protéique, en revanche, peut poser des problèmes dans la mesure où les aliments d'origine animale riches en protéines seront remplacés par des aliments végétaux. Pour que les apports de protéines soient suffisants, il faudra augmenter la consommation de poissons et adapter la production de légumineuses.

Q2. Quels changements seront nécessaires dans l'alimentation humaine pour que la production d'animaux nourris à l'herbe et de végétaux riches en protéines répondent aux besoins de protéines évalués à l'échelle mondiale ? La réduction des aliments concentrés entraînera une diminution des aliments d'origine animale. Elle affectera plus particulièrement la production de porcs, de volailles et d'œufs, car les animaux monogastriques ne sont pas herbivores. Dans l'alimentation humaine, les sources de protéines animales devront être remplacées par une consommation accrue de légumineuses ou de poissons. Les modifications de l'alimentation seront aussi dictées par des impératifs nutritionnels et sanitaires.

Q3. Quelles répercussions aurait le passage à un élevage herbager sur les rations alimentaires des animaux, la composition des espèces et des races animales et sur la productivité de l'élevage ? Une vaste gamme de sous-produits alimentaires (comme le son, le petit lait) peut être substituée aux aliments concentrés pour nourrir les animaux monogastriques. Néanmoins, la composition nutritive de ces sous-produits est moins avantageuse que celle, très étudiée, des aliments concentrés. Il en résultera probablement une réduction de la productivité pouvant entraîner des changements dans les élevages au profit des espèces et des races qui s'adaptent le mieux à des changements de composition de la nourriture.

Q4. Quels sont les effets environnementaux d'un système d'élevage herbager ? L'intensification de la production animale et l'utilisation accrue d'aliments concentrés est généralement considérée comme la seule stratégie viable pour répondre à la demande de production alimentaire à l'horizon 2050 tout en réduisant les impacts environnementaux (Steinfeld et coll. 2006). Les scénarios classiques prévoient un accroissement de 35 % de la population mondiale et des changements dans l'alimentation humaine (Alexandratos et Bruinsma 2012, par exemple), qui se traduiront par une demande accrue de produits animaux et accentueront la pression sur les ressources naturelles et l'environnement (Pelletier et Tyedmers, 2010, et Thornton, 2010). L'élevage herbager est l'autre solution qui est préconisée comme stratégie moins intensive et d'impact écologique moindre (Foley et coll., 2011, et Garnett, 2011). Cependant, l'efficacité de la production alimentaire mondiale sur cette base n'a pas encore été évaluée, au moyen d'une série d'indicateurs, en termes d'environnement et d'utilisation des ressources naturelles, ni en ce qui concerne la disponibilité alimentaire.

Nous présentons ci-après les méthodes et les hypothèses sur lesquelles sont fondés les modèles, puis les résultats préliminaires. Nous recensons les principales questions qui se posent, les lacunes en matière de données et les autres difficultés qui se présentent dans le contexte plus vaste de la gestion durable des parcours et pâturages.

MÉTHODES

Le modèle de durabilité et d'élevage biologique

Le modèle de durabilité et d'élevage biologique (SOL-m)² a été utilisé pour construire les scénarios de la production animale herbagère. Il comporte un bilan des masses et des nutriments fondé sur des données détaillées de la base FAOSTAT complétées, au besoin, par des ensembles de données. Le modèle, programmé à l'aide du système général de modélisation algébrique GAMS, peut être optimisé pour tenir compte de la disponibilité alimentaire et/ou d'indicateurs environnementaux ou économiques. Certaines parties de la préparation des données pour le modèle sont gérées par le logiciel statistique R.

Le modèle SOL-m couvre 230 pays, 185 activités concernant les cultures primaires et les pâturages et 14 activités d'élevage. Les principales activités d'élevage (bovins, porcs, poulets) sont différenciées selon la structure des troupeaux estimée par pays. Les productions sont différenciées en produits (230 produits principaux) et sous-produits (700 sous-produits), ce qui permet d'intégrer les effets des sous-produits (son, tourteaux, lactosérum, par exemple).

Le modèle a été calibré pour reproduire les projections de la FAO à l'horizon 2050 concernant les quantités disponibles de calories et de protéines, le nombre d'animaux et l'utilisation des terres (Alexandratos et Bruinsma, 2012). Nous avons repris les variations des parts de l'élevage et des productions végétales, la croissance démographique et celle des rendements figurant dans les prévisions de la FAO. La figure 4 donne une vue d'ensemble de la structure du modèle SOL-m.

Pour chaque activité d'élevage et de production végétale, les intrants, productions et pertes^{3, 4} ont été définis par pays. Le bilan fourrager, le bilan de fumure et le bilan alimentaire ont été calculés pour chaque pays, ainsi que les impacts écologiques et les flux tels que matière fraîche, matière sèche, azote et phosphore, énergie assimilable et énergie brute, protéines brutes, demande énergétique cumulée et pouvoir de réchauffement planétaire. Le tableau 1 donne une vue d'ensemble des indicateurs environnementaux utilisés dans le modèle SOL-m.

² Le modèle SOL-m a été conçu par FiBL pour la FAO. Pour plus de précisions, voir FAO 2012.

³ Les intrants pour les activités de production végétale comprennent les engrais minéraux et organiques, le fumier et les résidus de culture, la fixation de l'azote, les semences, les herbicides, les fongicides, les insecticides, les bâtiments, les machines agricoles et les opérations telles que labour, semences, épandage d'engrais, aspersion de pesticides, récolte, transport, irrigation, submersion et drainage. Les productions sont le produit des récoltes et leurs résidus. Les pertes sont comptabilisées en NH₃, NO₃ et N₂O en raison de l'utilisation d'engrais.

⁴ Les intrants pour l'élevage comprennent les bâtiments, l'herbe, les cultures fourragères, les aliments concentrés, les clôtures, le carburant agricole, l'électricité et l'activité de traite. Les productions sont différenciées par type de produit (lait, viande, oeufs et peaux) et le fumier. Les pertes comprennent les pertes en NH₃, NO₃, N₂O et CH₄ dues à la gestion du fumier et à la fermentation entérique.

Figure 1 : Vue d'ensemble de la structure du modèle SOL-m

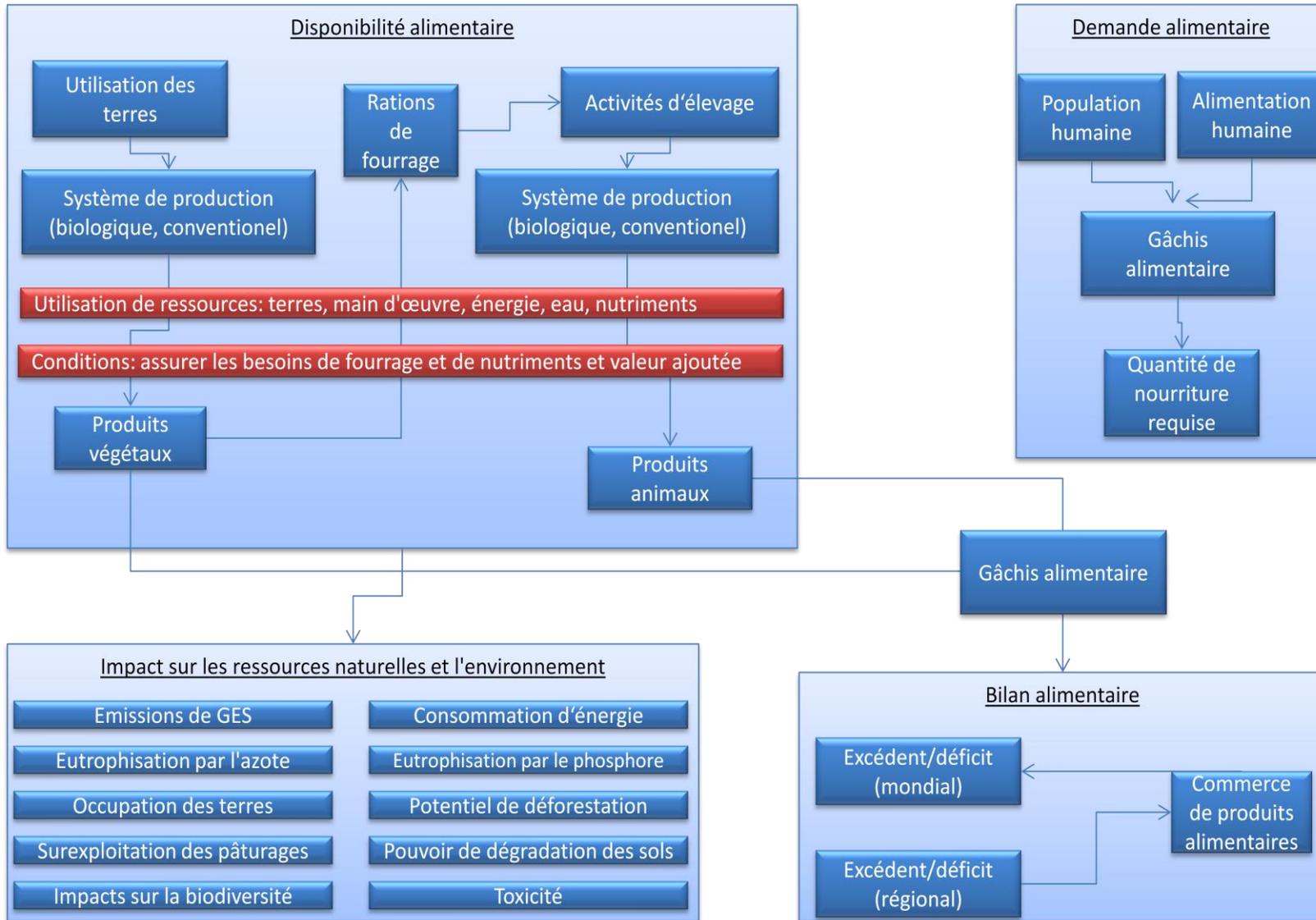


Tableau 1: Vue d'ensemble des indicateurs écologiques utilisés dans le modèle SOL-m

Impact écologique	Indicateur	Description
Utilisation des sols	Terres arables, cultures permanentes et pâturages	Données sur l'utilisation des sols tirées de FAOSTAT. Indicateur lié aux facteurs menaçant la forêt (voir plus loin)
Dégradation des sols	Facteur spécifique à chaque culture et mesurant la sensibilité de la culture à l'érosion	La sensibilité à l'érosion a été modélisée en fonction de différents types de cultures. L'indicateur retenu est la durée de la croissance végétale. Données issues d'études existantes et de consultations d'experts.
Utilisation de sources d'énergie fossiles	Consommation cumulée d'énergie 1,05-1,08	Données issues de l'ACV (Ecoinvent, Schader 2009, et autres sources)
Pouvoir de réchauffement planétaire	PRP 100a du GIEC	Méthodologie et inventaire fondés sur les méthodes de niveau 1 et 2 des Lignes directrices (2006) du GIEC. Autres données issues de l'ACV.
Eutrophisation par l'azote	Excédents et pertes azotés	Apports (quantités d'engrais...), produits (récoltes, résidus, teneur en nutriments...) et pertes (NH ₃ , N ₂ O et NO ₃) calculés par type d'utilisation des sols et par pays.
Eutrophisation par le phosphore	Excédent de P ₂ O ₅	L'excédent de P ₂ O ₅ sert d'indicateur des pertes de phosphore, par exemple en cas de destruction des sols. Les apports (quantités d'engrais) et les produits (récoltes, résidus, teneur en nutriments...) sont calculés par culture et par pays. Seuls les pays présentant un excédent de phosphore sont comptés.
Toxicité	Quantité moyenne par hectare et toxicité des pesticides utilisés	Le calcul des facteurs de toxicité est basé sur une expertise des applications de pesticides à différentes cultures. Trois facteurs sont pris en compte: a) intensité des applications; b) législation du pays en matière de pesticides; et c) accès économique et matériel des agriculteurs aux pesticides.
Menaces pour la forêt	Supplément de terres agricoles nécessaires par an	Lié à l'utilisation des terres. Hypothèse de base: si la production agricole augmente, l'extension des terres cultivées accroît la pression sur les forêts et risque d'accroître le déboisement. Pour l'année de référence, on a utilisé l'accroissement de l'utilisation des terres dans les pays où les terres agricoles sont en expansion.
Exploitation des pâturages	Taux de charge des pâturages	Rapport entre la quantité d'herbe nécessaire pour l'élevage et les pâturages disponibles
Biodiversité	Quatre des cinq principaux facteurs d'appauvrissement de la biodiversité sont inclus (tous sauf les espèces envahissantes; voir le texte pour plus d'information)	D'après le cadre défini dans l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (5 principaux facteurs d'appauvrissement de la diversité biologique) (MEA 2005); la biodiversité est intégrée en tant que fonction des indicateurs suivants: pouvoir de réchauffement planétaire, eutrophisation par l'azote, eutrophisation par le phosphore, toxicité, menaces pour la forêt, exploitation des pâturages

Scénarios de modélisation de la réduction des aliments concentrés pour 2050

Plusieurs scénarios ont été calculés avec différentes parts d'utilisation d'aliments concentrés rapportées à l'utilisation actuelle de référence (100%, 95%, 90%, 85%, 80%, 75%, 70%, 65%, 60%, 55%, 50%, 0%). Dans tous les scénarios, les rations des ruminants contiennent une proportion croissante d'herbe. En parallèle, on a réduit la production d'aliments et de cultures fourragères et l'utilisation des cultures fourragères dans les aliments, de manière à ne conserver comme source d'alimentation des animaux, en dehors de l'herbe, que les sous-produits de l'alimentation humaine⁵. Pour les animaux monogastriques, on a pris comme hypothèse qu'ils sont nourris avec des sous-produits en proportion croissante, atteignant 100% au stade où les ruminants sont, eux, entièrement nourris à l'herbe. Les surfaces libérées de la production d'aliments pour l'élevage sont censées être utilisées pour les cultures vivrières. Pour tenir compte de la qualité nutritive moindre du mélange de sous-produits, nous avons postulé une baisse de rendement de 20% pour les animaux monogastriques nourris entièrement avec des sous-produits.

Tous les scénarios d'utilisation d'aliments concentrés ont aussi été calculés pour les rendements correspondant aux prévisions de la FAO pour 2050 (Alexandratos et Bruinsma, 2012) et aux prévisions de Müller et coll. (2010)⁶ tenant compte des effets du changement climatique et de l'effet fertilisant du CO₂. Enfin, tous les scénarios ont été calculés chaque fois avec une condition: la constance des disponibilités protéiques par habitant, ou la constance des disponibilités énergétiques par habitant. Au total, 48 scénarios ont été calculés. Le présent document ne présente que les scénarios comportant les disponibilités protéiques constantes et les prévisions de rendement de la FAO, les disponibilités protéiques étant un facteur plus limitatif que les disponibilités énergétiques dans le contexte de la réduction des aliments concentrés.

Sources de données et hypothèses

Les données relatives à la production végétale et aux superficies de pâturages proviennent des prévisions de la FAO à l'horizon 2050 (Alexandratos et Bruinsma, 2012) et sont complétées par des données relatives à la valeur nutritive et à la demande d'engrais provenant de diverses autres sources telles que l'Institut suisse de recherche agronomique Agroscope ou l'International Fertilizer Industry Association (IFA). La part des cultures destinée à l'alimentation animale indiquée dans FAOSTAT a été reprise pour le calcul des projections à l'horizon 2050.

Pour chaque scénario, le nombre d'animaux a été déduit de la quantité disponible d'aliments fourragers en tenant compte des rations alimentaires pratiquées dans les différents pays (la part de l'herbe, des concentrés et des cultures fourragères utilisées pour nourrir le bétail). La composition des aliments concentrés et leur valeur nutritive a été établie d'après les aliments et sous-produits que l'on trouve dans chaque pays pour nourrir les animaux et on

⁵ Il s'agit des sous-produits de l'alimentation humaine qui pourraient être utilisés pour la consommation humaine (tels le son de blé ou le lactosérum) mais qui ne le sont pas (la farine de blé est la plupart du temps une farine "blanche", dont le son est rejeté comme sous-produit). Nous avons donc pris comme hypothèse les mêmes schémas alimentaires que ceux qui existent actuellement en matière de transformation des cultures vivrières et de sous-produits.

⁶ Les prévisions d'augmentation des rendements jusqu'en 2050 tenant compte du changement climatique et de l'effet fertilisant du CO₂ sont, en moyenne, de l'ordre d'un tiers de celles de la FAO pour 2050.

l'a supposée identique pour tous les types d'animaux. On a repris, dans les scénarios, le rapport entre offre et demande de produits fourragers figurant dans les projections de la FAO pour 2050⁷ dans un souci de comparabilité des résultats⁸.

Ces hypothèses font que les résultats des différents scénarios sont étroitement corrélés avec le besoin d'aliments fourragers, qui varie lorsque la part des aliments concentrés diminue et que la demande s'équilibre par rapport aux besoins énergétiques du métabolisme⁹.

Pour le poisson et les fruits de mer, les prévisions OCDE-FAO (2012) ont été prolongées d'une façon linéaire jusqu'en 2050. Nous avons aussi postulé une réduction des aliments concentrés utilisés pour l'aquaculture, qui entraîne une réduction de la part du poisson et des fruits de mer dans les scénarios.

Les bilans N et P ont été calculés d'après les quantités d'engrais indiquées dans FERTISTAT et les quantités de résidus de cultures, le produit des récoltes et les teneurs des récoltes en nutriments, la fixation d'azote, la production animale, l'excrétion de fumier et sa teneur en éléments nutritifs. Ces données sont issues de FAOSTAT et d'autres sources de données telles que les lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux des GES.

L'impact écologique a été calculé en multipliant les facteurs d'émissions par les superficies récoltées et le tonnage de produits récoltés, et différencié par pays et par culture ou par activité d'élevage.

La fumure a été calculée sur la base des nutriments apportés par les diverses sources d'engrais appliqués aux cultures en fonction de leurs besoins relatifs de nutriments. L'azote a été calculé pour tous les types d'engrais. L'apport de phosphore a été calculé sur la base des quantités d'engrais organiques, l'engrais phosphoré minéral étant appliqué à différentes cultures en fonction des besoins non couverts.

Les rendements des pâturages et parcours ont été différenciés par pays en utilisant la moyenne des rendements rapportés par Erb et coll. (2009) pour les deux meilleures catégories de pâturages de l'auteur¹⁰. Les superficies en herbe sont tirées de FAOSTAT. Les paramètres mondiaux ont été utilisés pour toutes les autres caractéristiques des pâturages. On a supposé une fixation d'azote dans les pâturages de 20 kg par tonne de matière sèche produite. Les augmentations de rendement ont été considérées comme étant de 0,0008% par an, ce qui correspond à une augmentation modérée jusqu'en 2050. Les effets du changement climatique sur les parcours et pâturages ont été traités de la même manière que pour les cultures en incluant les mêmes réductions moyennes des rendements.

⁷ Dans la base de données FAOSTAT, l'offre et la demande d'aliments pour animaux sont fonction de l'effectif du cheptel, des quantités d'aliments (selon les proportions d'utilisation des quantités totales des cultures), de la valeur nutritive et des besoins des animaux en aliments et éléments nutritifs.

⁸ Ces ratios montrent que l'offre est excédentaire pour l'herbe et insuffisante pour les aliments concentrés. Conserver les mêmes ratios pour déduire le nombre d'animaux de l'offre d'aliments fourragers facilite la comparaison des résultats entre les prévisions de la FAO à 2050 et les autres scénarios.

⁹ Aucune distinction n'a été faite entre les catégories d'animaux, en supposant la même teneur en énergie assimilable par unité de produit.

¹⁰ Ces catégories ont été choisies parce qu'elles coïncident avec les données de FAOSTAT sur les parcours et pâturages.

RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES ET DISCUSSION

Les résultats préliminaires obtenus du modèle herbager pour 2050 s'articulent autour des quatre questions posées dans l'introduction.

Q1. Est-il possible de produire suffisamment de calories et de protéines pour assurer la sécurité alimentaire dans un système alimentaire mondial fondé sur l'élevage herbager ?

Oui, l'élevage herbager permet de fournir suffisamment de calories ; en fait, la disponibilité énergétique moyenne par personne à l'échelle mondiale augmente de plus de 30 % par rapport aux prévisions de la FAO pour 2050 (Alexandratos et Bruinsma 2012). Cette augmentation n'est pas due à la production de cultures fourragères, mais de cultures énergétiques plus efficaces directement utilisables pour la consommation humaine. Si l'on peut produire la totalité des calories à partir des terres arables, les protéines posent problème dans la mesure où une réduction des produits animaux entraîne une diminution disproportionnée des protéines disponibles. Si l'on utilise les mêmes surfaces cultivées que dans les prévisions de la FAO à l'horizon 2050¹¹, les protéines disponibles augmentent de plus de 10%. Fournir la quantité de protéines par habitant et par pays qui figure dans les prévisions officielles nécessite 6 % de terres arables de moins à l'échelle planétaire.

Au niveau des pays, il faut différencier les résultats. Les pays où les produits animaux tiennent une place importante dans l'alimentation humaine ne peuvent fournir la même quantité de protéines qu'en augmentant l'utilisation des terres. Cependant, en assurant une production suffisante de protéines pour l'alimentation humaine seule, alors que celle-ci est excédentaire dans ces pays, les scénarios à base herbagère permettent d'assurer la sécurité alimentaire aussi en ce qui concerne les protéines. Il convient de souligner que les protéines sont le facteur le plus limitatif. En témoigne le fait que, si les conditions sont réunies pour une production stable de calories, dans certains pays cela ne permet pas de produire suffisamment de protéines, alors que lorsque les conditions permettent une production stable de protéines, les apports énergétiques sont toujours suffisants.

Les prévisions de la FAO pour 2050 arrivent à une quantité moyenne d'énergie par habitant et par jour, pour l'ensemble de la planète, de 3 070 calories (Alexandratos et Bruinsma 2012). Cette quantité est actuellement d'environ 2 800 calories. Ces chiffres tiennent compte du gaspillage alimentaire dans la chaîne d'approvisionnement¹². Les besoins calculés dans les projections sont donc relativement élevés par rapport à leur niveau actuel. Il est concevable qu'une part de la production de calories soit affectée à la production d'aliments riches en protéines.

Les projections de la FAO pour 2050 d'Alexandratos et Bruinsma (2012) postulent que les rendements augmenteront au fil du temps pour toutes les cultures dans une proportion pouvant atteindre 75 % pour certaines cultures et de l'ordre de 35 % pour la plupart d'entre elles. Cependant, ces augmentations ne tiennent pas compte des effets du changement climatique sur les rendements des cultures. En fonction des cultures et des hypothèses du modèle, les effets du changement climatique pourraient freiner considérablement les

¹¹ Augmentation modérée de 70 millions d'hectares (Alexandratos et Bruinsma 2012).

¹² Les chiffres de FAOSTAT tiennent déjà compte du gaspillage alimentaire dans la chaîne d'approvisionnement, bien que cela n'apparaisse pas au niveau du consommateur.

rendements, voire, dans certains cas les rendre nuls (Müller et coll. 2010). Selon une famille de modèles incluant les effets très incertains d'une augmentation des niveaux de CO₂ sur les rendements, l'augmentation moyenne des rendements serait de l'ordre de 10 % en 2050, avec une forte marge d'incertitude. Dans les prévisions de rendements incluant les effets du changement climatique, il n'est pas possible d'atteindre la quantité de protéines calculée dans les prévisions de la FAO pour 2050.

Q2. Quels changements seront nécessaires dans l'alimentation humaine pour que la production d'animaux nourris à l'herbe et de végétaux riches en protéines répondent aux besoins de protéines évalués à l'échelle mondiale ?

Le passage à une production animale fondée entièrement (à 100 %) sur le pâturage a d'importantes répercussions sur les quantités disponibles de produits animaux. Le lait et la viande de ruminants diminuent de près de 50 %, et la réduction peut atteindre 90 % dans le cas des animaux monogastriques et des œufs. La réduction globale des produits animaux est compensée par une augmentation de l'apport en protéines végétales (de préférence à partir de légumineuses) et de poissons.

Ces changements auraient un profond retentissement sur les habitudes alimentaires, notamment dans les pays industrialisés, où les produits animaux tiennent une place importante dans l'alimentation. Les pays les plus touchés seraient ceux où les produits animaux consommés proviennent principalement d'animaux monogastriques, puisque la réduction de ces produits est, en proportion, plus importante que dans le cas des ruminants. La figure 1 donne une vue d'ensemble des changements dans les paramètres de la nutrition humaine qu'entraînerait la diminution de l'utilisation d'aliments concentrés dans la production animale.

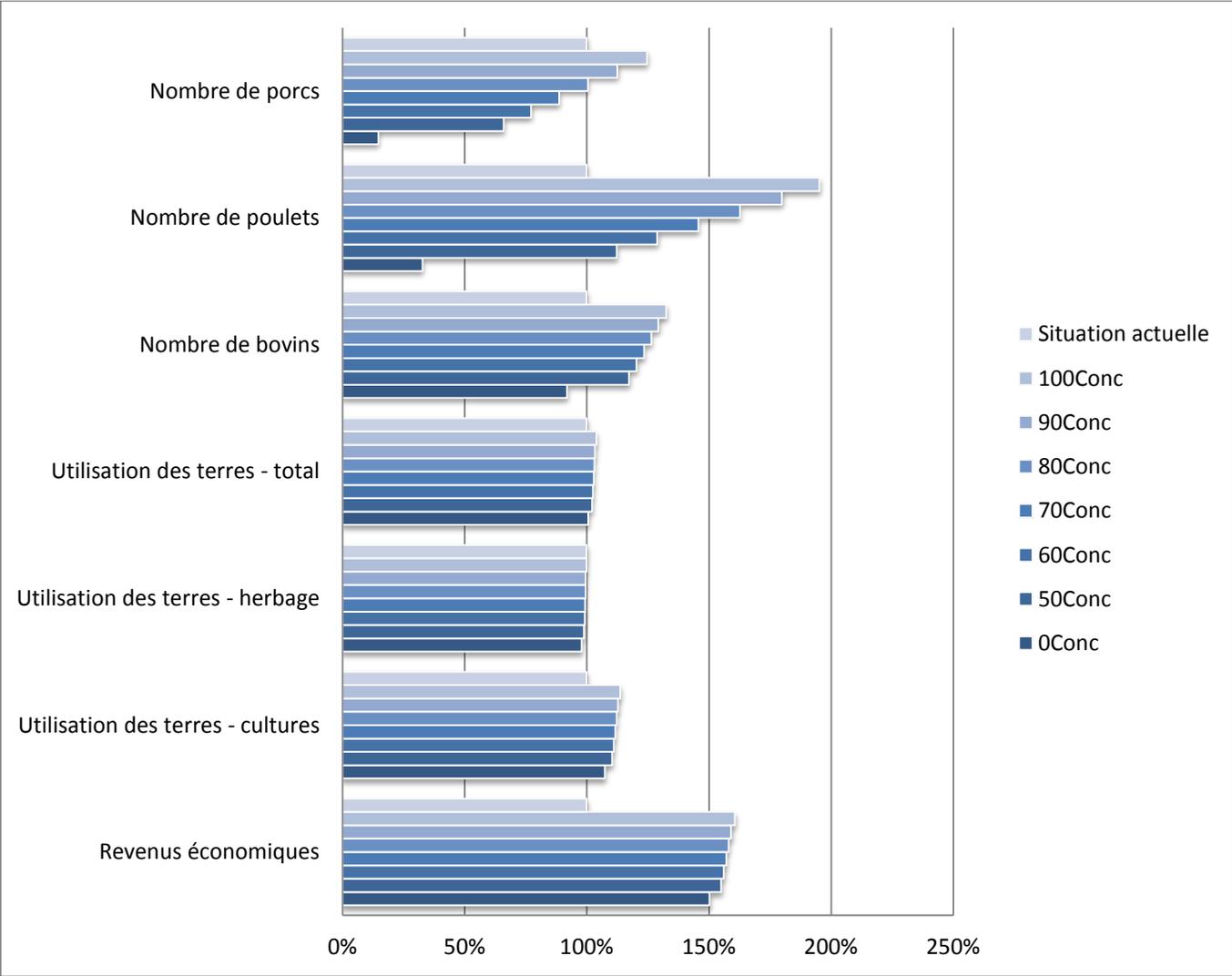
Q3. Quelles répercussions aurait le passage à un élevage herbager sur les rations alimentaires des animaux, sur la composition des espèces et des races animales et sur la productivité de l'élevage ?

Dans le scénario d'une production animale fondée entièrement (à 100%) sur le pâturage, les ruminants sont nourris exclusivement à l'herbe et les animaux monogastriques avec des sous-produits de la production alimentaire humaine. Pour tenir compte de la qualité nutritive moindre des combinaisons de sous-produits, nous avons postulé une baisse de rendement des animaux monogastriques de 20 % lorsque leur alimentation est entièrement composée de sous-produits. De ce fait, la composition des espèces évolue et la part des animaux monogastriques diminue sensiblement. Actuellement, le modèle ne peut rendre compte de changement plus détaillés dans les races animales ou les systèmes de production animale comme l'élevage de races mixtes. En outre, des questions restent en suspens sur la productivité des ruminants nourris exclusivement à l'herbe dans divers pays et celle des animaux monogastriques dont l'alimentation a été modifiée de la façon décrite. La figure 2 donne une vue d'ensemble des changements dans le secteur agricole consécutifs à la réduction de la part des aliments concentrés dans la production animale.

Q4. Quels sont les effets environnementaux d'un système d'élevage herbager ?

Dans le scénario d'une production animale fondée entièrement (à 100%) sur le pâturage, la plupart des impacts environnementaux négatifs sont réduits pour deux raisons principales: d'une part la culture de végétaux destinés à la consommation humaine est plus efficace que la production d'aliments fourragers; d'autre part les apports d'azote provenant du fumier sont réduits (lorsqu'ils sont excédentaires). Cela entraîne une réduction des surfaces consacrées à la culture, et, par là-même, des effets liés à la culture comme l'utilisation de pesticides. Les effets néfastes pour l'environnement d'un excédent de nutriments sont considérablement réduits en raison de la diminution du nombre d'animaux et des quantités de fumier. La surexploitation des pâturages s'accroît lorsque l'on réduit faiblement l'utilisation des aliments concentrés. En revanche, lorsque la réduction est plus forte, la pression diminue sur les pâturages, dans la mesure où la terre arable ainsi libérée peut contribuer à fournir la quantité suffisante de protéines. La figure 3 donne une vue d'ensemble des changements dans les effets environnementaux entraînés par les différents scénarios.

Figure 3: Vue d'ensemble des changements produits dans le secteur agricole par une réduction de l'utilisation d'aliments concentrés pour l'élevage (avec maintien des apports protéiques individuels à un niveau constant)



CONCLUSIONS

Les résultats préliminaires de la modélisation permettent de penser que, globalement, l'élevage herbager est une proposition réellement viable. Il permettrait, à l'échelle mondiale, de fournir des quantités suffisantes de calories et de protéines pour répondre aux besoins estimés dans les projections officielles de la FAO pour 2050. En outre, les scénarios de modélisation indiquent que le passage de l'élevage à base d'aliments concentrés à des animaux nourris à l'herbe réduirait largement les effets néfastes pour l'environnement. Ces résultats viennent étayer l'idée que l'élevage herbager pourrait répondre aux besoins en matière de sécurité alimentaire tout en atténuant l'empreinte écologique de l'élevage, ce qui présenterait des avantages pour les dimensions écologique et humaine de la viabilité.

En raison de la nature des modèles de systèmes alimentaires mondiaux comme SOL-m, ces résultats doivent être considérés comme un tableau général appuyé sur plusieurs hypothèses. Comme les parcours et pâturages sont au coeur de ce modèle, les hypothèses qui les concernent doivent être affinées en comblant certaines lacunes dans les données. Des améliorations sont surtout nécessaires pour les aspects suivants du modèle :

- Comment la composition variétale des pâturages influe-t-elle sur la valeur nutritive du fourrage et la productivité des pâturages ?
- Quelle est la valeur nutritive de différents types de pâturages, dans différentes régions et pour différentes espèces de ruminants ?
- Quels effets aura le changement climatique sur la valeur nutritive des parcours et pâturages, et sur leur productivité ?
- Quelles sont les espèces et races animales les mieux adaptées aux différents types de pâturages ? Quelle est la productivité (viande et produits laitiers) des différentes espèces et races animales ?
- Quelle est la capacité de charge des pâturages? Quelle est actuellement la charge par unité de surface optimale (en termes de production) et viable des différents systèmes de gestion ?
- Quelle part de nutriments les pâturages retiennent-ils du fumier dans les différents systèmes de gestion et espèces animales ?
- Quels sont les besoins en nutriments de divers types de pâturages, notamment en matière de fixation d'azote ?

Actuellement, le modèle SOL permet une analyse approfondie des pâturages et parcours par rapport au système alimentaire. Dans une prochaine étape, il faudrait, pour élargir les scénarios, considérer plus globalement la gestion durable des parcours et pâturages en intégrant dans les modèles leurs multiples fonctions écologiques, en particulier la fourniture de services écosystémiques divers et de valeurs non productives, telles que la santé et le bien-être des animaux. Nous ferions un grand pas en avant en recueillant des données couvrant au moins certains de ces aspects.

RÉFÉRENCES

- Alexandratos, N. and Bruinsma, J., World Agriculture Towards 2030/2050. The 2012 Revision. in Division, A.D.E. (ed.), ESA Working Paper No. 12-03, Rome, FAO, 2012.
- Erb, K.H., Krausmann, F., Lucht, W. and Haberl, H.. Embodied HANPP: Mapping the spatial disconnect between global biomass production and consumption. *Ecological Economics*, 69(2): 328-334, 2009.
- FAO, Durabilité et élevage biologique – Modèle SOL-m, Note de synthèse, FAO, 2012. http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/sustainability_pathways/docs/SOL-m_fr.pdf
- Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., Mueller, N.D., O'Connell, C., Ray, D.K., West, P.C., Balzer, C., Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D. and Zaks, D.P.M., Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478: 337-342, 2011.
- Garnett, T., Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)? *Food Policy*, 36: S23-S32, 2011.
- MEA, 'Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis', Washington DC, Millenium Ecosystem Assessment (MEA), World Resources Institute, 2005.
- Müller, C., Bondeau, A., Popp, A., Waha, K. and Fader, M., Climate change impacts on agricultural yields. *Background note to the World Development Report 2010*, Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), Allemagne, 2010.
- OCDE/FAO, Poissons et fruits de mer. *Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2012*. Publication de l'OCDE, 2012: http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/perspectives-agricoles-de-l-ocde-et-de-la-fao-2012_agr_outlook-2012-fr.
- Pelletier, N. and Tyedmers, P., Forecasting potential global environmental costs of livestock production 2000–2050. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107: 18371-18374, 2010.
- Schader, C., 'Cost-effectiveness of organic farming for achieving environmental policy targets in Switzerland'. Ph.D. thesis. Institute of Biological, Environmental and Rural Sciences, Aberystwyth University, Wales, 2009.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenhaar, T., Castel, V., Rosales, M. et de Haan, C., *L'ombre portée de l'élevage: impacts environnementaux et options pour leur atténuation*, Rome, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2006.
- Thornton, P.K.. Livestock production: recent trends, future prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365 (1554): 2853-2867, 2010.