



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

RECHERCHES EN ECONOMIE ET SOCIOLOGIE RURALES

Comment nourrir le monde en 2050 ? Une revue des réponses issues des études existantes basées sur des scénarios globaux

Contrairement à la prédiction de Malthus, la croissance de la production alimentaire mondiale a été suffisante pour répondre à l'augmentation de la demande alimentaire, engendrée par la croissance démographique et économique, sans augmentation des prix mondiaux agricoles réels sur les 50 dernières années. Cependant, depuis le début des années 2000 face au ralentissement de la croissance de la production agricole et dans un contexte de forte demande alimentaire et énergétique, des inquiétudes se sont manifestées. La volatilité des prix sur les marchés agricoles constatée depuis 2007 suggère que ces marchés se sont tendus et renforce la perception que la période d'offre excédentaire est terminée. Depuis lors, la sécurité alimentaire mondiale est redevenue un enjeu et les travaux s'intéressant à la capacité du système agroalimentaire mondial à nourrir une population grandissante à l'horizon 2050 se multiplient. Nous avons recensé les travaux centrés sur des scénarios globaux et synthétisé leurs réponses à la question : comment nourrir le monde en 2050 ? Ce faisant, nous pointons les convergences et les divergences entre études et identifions les incertitudes et les besoins de recherche. Nous montrons que si les scénarios tendanciels concordent globalement sur les besoins en produits agricoles et alimentaires dans le monde à l'horizon 2050, les divergences de résultats des scénarios alternatifs permettent d'identifier un certain nombre de leviers sur lesquels il est possible d'agir pour nourrir le monde plus ou moins durablement. Les incertitudes et les besoins de recherche les plus manifestes concernent les trajectoires d'évolution des systèmes de culture et d'élevage à l'horizon 2050 ainsi que les performances techniques, économiques et environnementales comparées de systèmes alternatifs.

Quels besoins en biomasse agricole à l'horizon 2050 dans les études existantes¹ ?

En projection tendancielle, les besoins mondiaux de biomasse agricole à des fins alimentaires et énergétiques devraient augmenter de 50 à 70 % entre 2010 et 2050

Une augmentation de 60 % entre 2005/07 et 2050 projetée par la FAO

Parmi les études qui considèrent des scénarios de type projection tendancielle (appelés également scénarios de référence), celle de l'Organisation pour l'agriculture

et l'alimentation (FAO) est la plus connue. Cette étude (Alexandratos et Bruinsma, 2012) estime que les besoins en biomasse agricole à des fins alimentaires et énergétiques devraient augmenter de 60 % entre 2005/07 et 2050, soit un taux de croissance de 1,1 % par an, à comparer à la croissance annuelle moyenne de 2,2 % observée entre 1965 et 2005. Cette augmentation serait le résultat des effets de la croissance démographique, par hypothèse celle de la projection médiane de l'Organisation des Nations unies (ONU), (soit une population mondiale de 9,15 milliards d'habitants en 2050, révision de 2008) et de la croissance économique, par hypothèse celle projetée par la Banque mondiale. La disponibilité alimentaire moyenne dans le monde devrait ainsi augmenter de 2772 kcal/personne/jour en 2005/07 à 3070 kcal/personne/jour en 2050. L'augmentation serait forte dans les pays en développement (de 2619 à 3000 kcal/personne/jour) et très modérée dans les pays développés (3360 à 3490 kcal/personne/jour).

1. Comme indiqué dans l'encadré méthodologique, notre échantillon de travail comporte 25 études, qui sont décrites dans le Mouël et Forslund (2017).

Cette augmentation de la disponibilité alimentaire devrait s'accompagner de changements dans la composition des régimes, en faveur des produits animaux, des huiles végétales et des fruits et légumes et au détriment des produits de base tels que les céréales et les racines et tubercules. Ces changements seraient également plus marqués dans les pays en développement que dans les pays développés. L'accroissement de la consommation de viande dans les pays en développement, qui a été tirée par quelques pays comme la Chine et le Brésil, devrait toutefois ralentir. La consommation de viande dans les pays en développement (42 kg/personne/an en 2050, +50 % comparé à 2005/2007) restera toutefois largement inférieure à celle des pays développés (91 kg/personne/an en 2050, +14 % comparé à 2005/07). Aux besoins alimentaires s'ajoutent les besoins à des fins énergétiques. La FAO ne considère dans son exercice de projection que les biocarburants de première génération, dont la production à 2020 et les besoins correspondants en matières premières agricoles sont empruntés aux perspectives conjointes de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) et de la FAO, puis supposés constants de 2020 à 2050.

Une augmentation variant entre 50 et 69 % dans les autres scénarios de projection tendancielle

Parmi les études proposant des scénarios de référence, il y a un consensus global autour des projections de la FAO. Elles prévoient une disponibilité alimentaire moyenne mondiale d'environ 3000 kcal/personne/jour en 2050 et estiment que la part des produits animaux dans les régimes alimentaires va augmenter, beaucoup plus fortement dans les pays en développement que dans les pays développés. Enfin, toutes s'accordent sur une part des produits animaux dans le régime alimentaire mondial moyen de 22 à 25 % en 2050 et/ou une consommation de viande d'environ 50 kg/personne/an en moyenne mondiale (90 à 100 kg/personne/an pour les pays développés, et 40 kg/personne/an pour les pays en développement, dont environ 20 kg/personne/an en Afrique sub-saharienne).

Une partie des écarts entre études trouve son origine dans les révisions successives de la projection démographique médiane de l'ONU. Toutes les études utilisent cette projection mais à des dates différentes. Or, ses révisions successives fournissent des niveaux de population mondiale et régionale à 2050 différents. Ainsi dans les études les plus récentes, la population mondiale en 2050 varie entre 9,1 et 9,55 milliards², soit un milliard d'habitants en plus que dans les études les plus anciennes comme celle de McIntyre et al. (2009) par exemple. Les hypothèses sur la croissance économique peuvent être significativement différentes d'une étude à l'autre (en particulier entre les études d'avant la crise financière de 2008 et les études postérieures à cette crise), même si toutes les études considèrent que la croissance sera plus forte dans les pays en développement que dans les pays développés. Ceci peut également expliquer une part des écarts entre études.

Enfin, en ce qui concerne les besoins à des fins énergétiques, les scénarios de projection tendancielle existants adoptent généralement, comme la FAO, l'hypothèse d'un développement des biocarburants de première génération jusqu'en 2020, puis une stabilité de leur production ensuite. Dans la plupart des scénarios, il est indiqué une croissance de la production de biocarburants de deuxième génération entre 2020 et 2050. Cependant, en règle générale, les études donnent très peu d'informations quantitatives sur les besoins en biomasse (agricole ou non) à des fins énergétiques.

Dans les scénarios alternatifs, l'augmentation des besoins mondiaux de biomasse agricole entre 2010 et 2050 varie entre 30 % et 90 %

Dans un grand nombre d'études, les résultats du scénario de projection tendancielle servent de référence pour comparer les résultats de scénarios alternatifs, ces derniers se différenciant par des hypothèses d'évolution alternatives sur une, plusieurs ou toutes les variables du système considéré. Il est par conséquent normal que les besoins mondiaux de biomasse agricole projetés à 2050 varient largement d'un scénario à l'autre et d'une étude à l'autre.

Dans notre échantillon d'études, l'accroissement de ces besoins entre 2010 et 2050 varie entre 29 % et 91 %. Le plancher de cette fourchette correspond au scénario « Vegetarian World » de Odegard et van der Voet (2014), qui en dehors d'un régime végétarien a également la particularité de considérer une croissance démographique relativement faible (7,78 milliards d'habitants sur la planète en 2050). Dans ce scénario, la disponibilité alimentaire est limitée à 2752 kcal/personne/jour en moyenne mondiale (à comparer aux 3000 kcal/personne/jour des scénarios de référence précédents, ce niveau incluant toutefois une part plus importante de pertes et gaspillages), et la part de produits animaux dans le régime moyen mondial est plus faible : 9 % contre 22 % à 25 % dans les scénarios de référence précédents. Le plafond de la fourchette correspond à un scénario de Pardey et al. (2014), qui proposent une analyse de sensibilité de leur projection tendancielle à l'hypothèse de croissance démographique mondiale. Dans leur scénario de référence, la poursuite des tendances actuelles est associée à la projection démographique médiane de l'ONU et il en résulte une augmentation de 69 % des besoins en biomasse agricole entre 2010 et 2050. Les scénarios alternatifs intègrent une hypothèse basse et une hypothèse haute de croissance démographique (toujours issues des projections de l'ONU) et aboutissent à une croissance des besoins sur la même période variant de +48 % à +91 %, respectivement.

Ces résultats suggèrent que la part des produits animaux (en particulier la part des viandes) dans les régimes alimentaires et la croissance démographique sont deux facteurs significatifs dans la variation des besoins mondiaux en biomasse agricole à l'horizon 2050. Le premier a été largement identifié dans la littérature comme un levier possible pour limiter la croissance des besoins et ainsi nourrir la planète plus durablement (cf. ci-après). Le second est souvent mentionné comme un facteur d'incertitude, mais n'est pas présenté comme un levier potentiel pour restreindre l'augmentation des besoins et l'impact potentiellement négatif sur l'environnement et les ressources naturelles, probablement pour des raisons éthiques.

Pour l'ensemble des études de notre échantillon, les scénarios qui intègrent une croissance économique plus élevée et une croissance démographique selon les projections médiane et haute de l'ONU, sont ceux qui aboutissent aux besoins mondiaux en biomasse agricole les plus élevés en 2050 (entre +54 % et +91 % entre 2010 et 2050). Une croissance économique plus forte induit en effet, une demande alimentaire plus importante et une modification de cette demande en faveur des produits animaux. Ces scénarios étant également, le plus souvent, ceux dans lesquels la protection des ressources et de l'environnement n'est pas une priorité, ils admettent une part plus importante de pertes et de gaspillages. Au total, ces scénarios sont ceux qui présentent les disponibilités alimentaires par habitant et par jour les plus élevées et une composition des régimes alimentaires laissant la plus large place aux produits animaux. Au contraire, les scénarios à croissance faible et/ou les scénarios portant une transition des systèmes agricoles et alimentaires vers plus de durabilité sont

2. Il est à noter que les dernières perspectives de l'ONU (2017) tablent sur 9,8 milliards d'habitants dans le monde en 2050.

ceux qui présentent les régimes les moins caloriques et laissant peu de place aux produits animaux, ainsi que des pertes et gaspillages réduits. Ce type de scénarios implique des besoins mondiaux de biomasse agricole à 2050 significativement plus faibles (+29 % à +48 % entre 2010 et 2050).

Les études existantes suggèrent par conséquent clairement qu'une partie de la réponse à la question « comment nourrir le monde en 2050 ? » passe par l'évolution des régimes

alimentaires : limiter la croissance de la disponibilité alimentaire, par habitant et par jour, en moyenne au niveau mondial, en mangeant moins dans certaines zones (en particulier dans les pays développés) et/ou en réduisant les pertes et gaspillages à l'aval des chaînes de valeur alimentaires et réduire la consommation mondiale de produits animaux (en particulier de viande) contribuent significativement à limiter la croissance des besoins mondiaux en biomasse agricole à l'horizon 2050.

Encadré méthodologique : Collecte des références, choix et classification des études

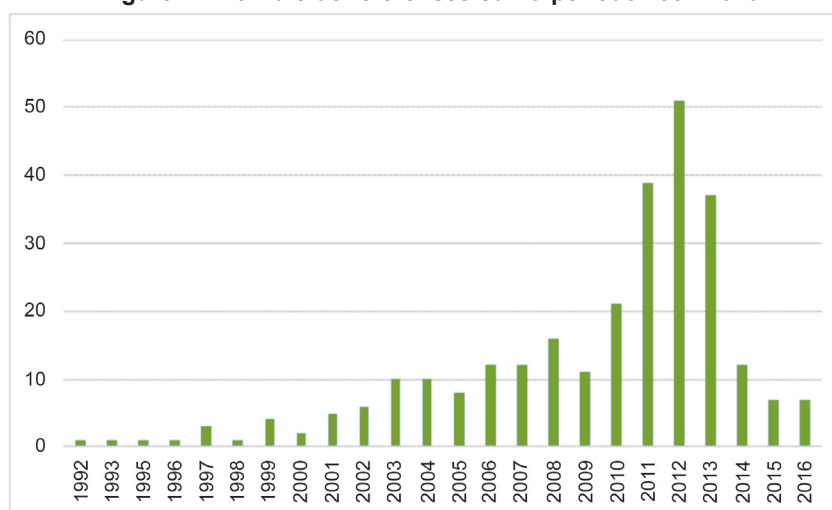
Pour limiter le nombre d'études et faciliter le dépouillement de leurs hypothèses et résultats, nous ne retenons dans notre revue que les études utilisant des modèles (de marchés ou de bilans de biomasse) et fournissant des résultats quantitatifs sur les conséquences de leurs scénarios. En outre, la disponibilité en terre et les changements d'usage des terres nous semblant des éléments clés au regard de la question de la sécurité alimentaire mondiale, nous privilégions les études fournissant des résultats quantitatifs sur ces dimensions.

La collecte des références a été réalisée en interrogeant les principales bases de données de publications scientifiques et de littérature grise ainsi que les sites web de grandes institutions internationales repérées par leurs publications récentes analysant des scénarios globaux en utilisant des modèles. Pour interroger les bases de données, nous avons utilisé les mots clés « Food security » et « Land use » et « Model ». La collecte initiale a été menée en novembre 2012, puis deux mises à jour ont été réalisées en janvier 2014 et en octobre 2016.

La bibliographie initiale comportait 219 références sur la période 1992-2013, dont la moitié sur la période 2010-2012. Les deux mises à jour ont permis de collecter 59 références additionnelles sur la période 2013-2016. Parmi ces 219 références, ont été sélectionnées les études les plus récentes (publiées après 2004), dont l'horizon temporel est au moins 2050, ciblées sur la sécurité alimentaire et intégrant des résultats en termes de changements d'usage des terres. Au terme de cette procédure, 25 études ont été retenues. Elles sont décrites dans Le Mouél et Forslund (2017).

La plupart de ces études reposent sur des scénarios de type « projection » : 7 sont des projections tendanciennes des systèmes agricoles et alimentaires mondiaux à l'horizon 2050 ; 12 proposent une projection tendancielle à comparer avec des projections intégrant des hypothèses alternatives sur une ou plusieurs composantes de ces systèmes. Les 6 autres études reposent sur des ensembles de scénarios alternatifs dont certains intègrent des changements structurels et des ruptures : 4 d'entre elles reposent sur des scénarios exploratoires destinés à l'exploration des futurs possibles des systèmes agricoles et alimentaires mondiaux ; les 2 autres proposent des scénarios normatifs dont l'objet est de promouvoir une vision.

Figure 1 : Nombre de références sur la période 1992-2016



Quelles réponses à la question « comment nourrir le monde en 2050 ? » dans les études existantes ?

Manger moins, manger moins de viande, réduire les pertes et gaspillages

Beaucoup d'études existantes utilisent des modèles économiques de marché pour simuler les effets des scénarios envisagés. Simuler les impacts de changements drastiques des régimes alimentaires est très compliqué avec ce type de modèle. La consommation alimentaire y est en effet endogène et le contenu calorique et la composition des régimes alimentaires résultent de l'évolution des rapports de prix des différents aliments (eux-mêmes endogènes dans les modèles) et des

revenus des ménages (endogènes dans les modèles d'équilibre général, exogènes dans les modèles d'équilibre partiel). La modification des préférences des consommateurs peut également être prise en compte mais, le plus souvent, via un ajustement ad-hoc de certains paramètres. Au total, dans ce type de modèle, c'est souvent via les hypothèses de croissance économique que sont imprimées les évolutions des régimes alimentaires de par le monde : dans un contexte de croissance économique élevée, les populations s'enrichissent, s'urbanisent et changent de style de vie et les régimes alimentaires ont tendance à s'occidentaliser (c'est à dire, à devenir plus riches en énergie et à contenir une part plus importante de produits animaux, en particulier de viandes) ; un contexte de croissance économique plus faible, souvent associé dans les scénarios existants à une volonté

de transition vers plus de durabilité, apparaît donc comme un moyen de limiter cette occidentalisation des régimes et d'aller vers des régimes alimentaires, en moyenne mondiale, moins riches en énergie et en produits animaux, et dont la distribution vers les consommateurs et l'utilisation au sein des ménages provoquent moins de pertes et gaspillages.

Ce type d'ajustement des régimes alimentaires correspond assez bien aux mécanismes de la transition nutritionnelle. L'avenir des régimes alimentaires de par le monde est néanmoins beaucoup plus ouvert que ce mécanisme central de transition nutritionnelle, notamment avec la montée en puissance des préoccupations face à l'expansion des maladies liées à l'alimentation et des coûts de santé associés. Une gamme plus large d'évolutions possibles des régimes alimentaires devrait par conséquent être envisagée pour véritablement explorer les futurs possibles des systèmes agricoles et alimentaires mondiaux.

A cet égard, il est intéressant de noter que dans notre échantillon d'études, celles qui utilisent non pas des modèles économiques de marché mais des modèles de bilans de biomasse (sans prix) tendent à considérer des régimes alimentaires plus largement différenciés dans leurs scénarios alternatifs, probablement parce qu'il est beaucoup plus facile de simuler des changements drastiques de régimes alimentaires dans les modèles de bilans de biomasse (voir par exemple la prospective Agrimonde dans Paillard et al., 2010 ; Erb et al., 2009 ; ou encore Pardey et al., 2014).

Produire moins de biocarburants

Comme mentionné plus haut, les études de notre échantillon donnent très peu d'information sur les utilisations non-alimentaires de la biomasse agricole. Parmi les utilisations non-alimentaires, la plupart des études évoquent la production de biocarburants, mais sans fournir de données chiffrées précises et utilisables à des fins de comparaison. Il n'est donc pas possible, sur la base des seules publications dont nous disposons, d'évaluer la contribution spécifique de la production de biocarburants à l'accroissement des besoins en produits agricoles (première génération) ou en biomasse ou terre agricoles (seconde génération) au niveau mondial et régional en 2050, dans les scénarios des études de notre échantillon.

Il existe néanmoins, dans notre échantillon, certaines études spécialement dédiées à l'évaluation du potentiel mondial de production de biocarburants telles que celles de Cornelissen et al. (2012), Erb et al. (2012) ou Poudel et al. (2012). Dans ces études, un certain nombre d'hypothèses sont posées, qui permettent de calculer les besoins alimentaires mondiaux et la surface de terre agricole requise pour couvrir ces besoins. La surface restante, potentiellement mobilisable pour la production de biocarburants, et un ensemble d'hypothèses alternatives sur le développement des biocarburants et les performances de leurs technologies de production, permettent alors d'évaluer la quantité de biocarburants potentiellement produite au niveau mondial et dans les différentes régions du monde. Ces études soulignent la concurrence entre usages alimentaires et non-alimentaires de la biomasse agricole et suggèrent un risque potentiel de tension entre les objectifs de sécurité alimentaire mondiale d'un côté et d'atténuation du changement climatique de l'autre (les usages non-alimentaires de la biomasse étant une option centrale des mesures d'atténuation).

Accroître les rendements à l'hectare des cultures

L'information sur les rendements des cultures à 2050 dans les différents scénarios, fournie par les études de notre échantillon, est partielle et non harmonisée. La comparaison inter-études

est donc difficile et délicate. En particulier, certaines études considèrent des hypothèses alternatives de changement climatique et tiennent compte de l'impact de ce changement climatique sur les rendements des cultures, tandis que d'autres n'intègrent pas d'hypothèses alternatives sur l'évolution du climat et/ou ne considèrent pas (explicitement en tous cas) l'impact du changement climatique sur les rendements des cultures. On peut néanmoins dégager quelques messages de l'analyse des rendements à 2050 dans les différentes études.

En projection tendancielle, les rendements continueront de croître en moyenne mondiale mais plus lentement que par le passé

Comme indiqué dans la projection tendancielle de la FAO, la croissance observée des rendements des cultures, en moyenne mondiale, s'est progressivement ralentie sur la période 1961-2007. La projection de la tendance actuelle à l'horizon 2050 aboutit par conséquent à un taux de croissance annuelle (environ 0,8 %) qui s'établit à moins de la moitié de celui observé en moyenne sur la période 1961-2007 (1,7 %). Là encore, il semble que la plupart des études proposant des projections tendancielles aient adopté une hypothèse similaire à celle de la FAO puisqu'elles tablent toutes sur un taux de croissance des rendements des cultures, inférieur à 1 % par an, en moyenne mondiale, entre 2010 et 2050. Notons que parmi ces études, les plus optimistes en matière de progression des rendements sont les plus anciennes et/ou celles qui ne tiennent pas compte de l'impact négatif du changement climatique sur ces rendements.

Bien évidemment, les trajectoires des rendements dans les projections tendancielles sont beaucoup plus différenciées entre études lorsqu'on se place au niveau des cultures individuelles et au niveau des pays et groupes de pays.

Une grande incertitude sur les trajectoires des rendements à travers le monde dans les scénarios alternatifs

Dans beaucoup d'études de notre échantillon, la croissance des rendements des cultures est reliée aux hypothèses d'évolution du contexte économique et des préoccupations sociétales. Dans le premier cas, on fait l'hypothèse qu'une croissance économique forte permet de consacrer des budgets plus conséquents à la recherche et au développement, ce qui contribue, si les politiques sont appropriées, à accélérer le rythme de croissance de la productivité agricole. Dans ce cas, les rendements à l'hectare projetés à 2050 sont plus élevés, sous l'hypothèse bien sûr que la trajectoire d'évolution du climat adoptée dans le même scénario et son impact négatif sur les rendements ne viennent pas contrecarrer cette meilleure performance des rendements. Dans le second cas, outre la croissance économique qui rythme la dynamique du progrès technique, on considère que les préoccupations sociétales génèrent des forces de transition vers des systèmes de cultures plus durables. La trajectoire des rendements des cultures devient alors plus sensible aux options technologiques disponibles et aux changements de systèmes de cultures.

L'étude de McIntyre et al. (2009) illustre parfaitement la première situation : les rendements céréaliers en 2050 sont, en moyenne mondiale, supérieurs de 40 % à ceux du scénario de référence dans le scénario de contexte économique favorable et inférieurs de 40 % dans le scénario de contexte économique défavorable. La prospective Agrimonde (Paillard et al., 2010) illustre bien la seconde situation : dans le scénario Agrimonde-GO, inspiré du scénario « Global Orchestration » (Carpenter et al., 2005), les différentes régions du monde adoptent un développement de type conventionnel, accompagné par une croissance forte et de hauts niveaux de productivité. Il en

résulte une croissance soutenue des rendements des cultures (1,14 % par an, en moyenne mondiale, entre 2010 et 2050). Au contraire, dans le scénario Agrimonde 1, les régions du monde aspirent à un type de développement plus durable et on suppose une transition des systèmes de production agricoles vers l'agroécologie. Dans ce cadre, Agrimonde 1 considère que la transition vers des systèmes de cultures agro-écologiques, plus économes en intrants chimiques, conduirait à une croissance nettement ralentie des rendements (0,14 % par an, en moyenne mondiale).

Même en se limitant aux deux études ci-dessus, on voit que les trajectoires des rendements des cultures peuvent être très différenciées et aboutir à des niveaux de rendements en 2050 fortement différents. On retrouve cette grande variété de trajectoires et cette grande incertitude sur les niveaux des rendements des cultures en 2050 quand on élargit l'analyse à l'ensemble des études de notre échantillon. Ceci suggère un besoin de travaux et de connaissances complémentaires dans, au moins deux directions : (i) l'évolution des systèmes de cultures et de leurs performances techniques, économiques et environnementales (apparition de nouveaux systèmes de cultures, comparaison des performances des systèmes émergents et existants, impact du changement climatique et adaptation à celui-ci, etc.), (ii) la représentation du progrès technique dans les modèles économiques (apparition de nouveaux systèmes de cultures, décisions d'adoption des producteurs, impacts sur les trajectoires des rendements des cultures).

Réduire l'incertitude sur l'évolution des rendements des cultures dans les scénarios globaux à 2050 est essentiel car cette évolution des rendements est un facteur clé des trajectoires futures des usages des terres dans ces scénarios.

Etendre les surfaces agricoles

Les besoins en terre à l'issue des différents scénarios dans les études de notre échantillon sont rapportés de manière assez homogène et la comparaison inter-études est moins délicate que pour les variables précédentes.

En projection tendancielle, les surfaces cultivées s'étendront sur la planète : jusqu'à +180 millions d'hectares entre 2010 et 2050, principalement en Afrique sub-saharienne et en Amérique latine

En ce qui concerne les scénarios de référence, on trouve deux types d'approche dans les études de notre échantillon : certaines études imposent que la surface cultivée au niveau mondial soit inchangée entre l'année initiale et 2050 ; d'autres laissent les surfaces cultivées s'ajuster en fonction de l'évolution des besoins et de la productivité des systèmes de production agricoles dans les différentes régions. Dans le premier cas, il est fait implicitement l'hypothèse que la croissance des rendements (des cultures et des produits animaux) sera suffisante pour couvrir les besoins supplémentaires en biomasse agricole. Dans le second cas, les résultats de simulations indiquent que pour couvrir les besoins supplémentaires en biomasse agricole au niveau mondial en 2050, une expansion des terres cultivées sera nécessaire au niveau mondial. En d'autres termes, la croissance des rendements ne sera pas suffisante pour augmenter l'offre mondiale de biomasse agricole au même rythme que la demande mondiale. Cette expansion des surfaces cultivées pourrait s'élever jusqu'à +180 millions d'hectares entre 2010 et 2050 (soit +12 % par rapport à une surface cultivée mondiale actuelle de l'ordre de 1,5 milliards d'hectares). Dans toutes ces études, l'expansion des surfaces cultivées se situe en Afrique sub-saharienne et en Amérique latine, et excède le déclin des surfaces cultivées dans le groupe des pays développés.

Dans les scénarios alternatifs, l'expansion des surfaces cultivées mondiales varie entre 0 et +728 millions d'hectares entre 2010 et 2050

Il est intéressant de noter que, dans notre échantillon, la quasi-totalité des scénarios existants indiquent que la surface cultivée mondiale devra augmenter à l'horizon 2050. Deux scénarios (hypothèse démographique basse de l'étude de Pardey et al., 2014, et le « Shared Socioeconomic Pathway 1 », SSP1, de l'étude de Popp et al., 2017)³ conduisent à une légère baisse de la surface cultivée mondiale d'ici 2050. Dans tous les autres scénarios, cette surface cultivée mondiale augmente, de quelques millions à +728 millions d'hectares, selon les cas. De manière générale, les scénarios impliquant des régimes alimentaires pauvres en énergie et en produits animaux ou des hypothèses optimistes quant à l'évolution des rendements ou un mouvement marqué vers la globalisation des économies, conduisent à des expansions des surfaces cultivées moindres. Au contraire, les scénarios construits sur des régimes alimentaires riches en énergie et en produits animaux ou des hypothèses d'évolution des rendements conservatrices ou un mouvement de fragmentation, voire de crise, des économies mondiales, aboutissent à des expansions des surfaces cultivées plus fortes. Il est intéressant de noter que les scénarios induisant la plus large expansion des surfaces cultivées mondiales sont ceux qui intègrent une hypothèse de transition des systèmes de cultures vers des systèmes plus durables, cette hypothèse s'accompagnant le plus souvent de performances moindres en matière de rendements.

L'expansion des terres cultivées pouvant contribuer à la déforestation et à l'accroissement des émissions de gaz à effet de serre au niveau mondial, on comprend que le chemin vers des systèmes agricoles et alimentaires plus durables est complexe. Nourrir le monde durablement en 2050 nécessitera de changer les régimes alimentaires mais également de développer des systèmes de cultures moins néfastes pour l'environnement et les ressources naturelles, sans perte de performances en matière de rendements agricoles.

Une information limitée sur les hypothèses d'évolution des systèmes d'élevage et sur l'impact des scénarios sur les surfaces en prairies et pâtures permanentes

Comme on a pu le voir plus haut, la consommation de produits animaux, en particulier de viande, est un élément clé de l'évolution des besoins alimentaires mondiaux à l'horizon 2050. On peut donc imaginer aisément que la façon de produire ces animaux, en particulier les ressources nécessaires par tonne produite, sont un facteur essentiel de l'équilibre emplois-ressources de biomasse agricole mondiale. A l'instar de ce qui se passe pour les rendements des cultures, les surfaces de terre agricole nécessaires pour produire les besoins mondiaux en produits animaux dépendent étroitement des hypothèses posées sur l'évolution des systèmes d'élevage et de leurs performances de par le monde (rendement par animal et efficacité de transformation des rations, notamment). Malheureusement, les études de notre échantillon fournissent assez peu d'information sur les hypothèses adoptées dans les différents scénarios quant à l'évolution des systèmes d'élevage et de leurs performances. Et il n'est pas possible de comparer les études entre elles selon cette dimension.

Ce manque d'information sur les systèmes d'élevage et leurs performances en 2050 est à rapprocher du très faible nombre d'études fournissant des résultats sur les impacts des scénarios.

3. Les « Shared Socioeconomic Pathways » (SSP) sont des scénarios de contextes socioéconomiques impliquant des enjeux plus ou moins forts en termes d'adaptation ou d'atténuation du changement climatique. Les 5 SSP ont été développés dans le cadre des travaux du Groupe Intergouvernemental d'Études sur le Climat. L'étude de Popp et al. (2017) vise à évaluer les conséquences des SSP sur l'utilisation des terres à travers le monde.

rios sur les surfaces en prairies et pâtures permanentes au niveau mondial et dans les différentes régions. Deux études seulement rapportent des résultats : la prospective Agrimonde (Paillard et al., 2010) et l'évaluation de l'impact des scénarios SSP sur l'usage des terres (Popp et al., 2017). Dans ces deux études, les scénarios faisant l'hypothèse d'un mouvement de transition vers un développement plus durable, accompagné d'une évolution vers des régimes alimentaires moins riches en énergie et en produits animaux (Agrimonde 1 et SSP1), conduisent à une réduction de la surface mondiale en prairies et pâtures permanentes (-367 et -456 millions d'hectares, respectivement, entre 2010 et 2050, soit -10 % et -13 % respectivement par rapport à une surface actuelle de l'ordre de 3,5 milliards d'hectares). Dans les autres scénarios, la surface mondiale en prairies et pâtures permanentes augmente de 58 millions d'hectares dans Agrimonde-GO et de 222 millions d'hectares dans le SSP4. Le SSP5 fait exception toutefois puisqu'à l'issue de ce scénario la surface mondiale de prairies et pâtures permanentes se réduit de 164 millions d'hectares entre 2010 et 2050. Le SSP5 fait pourtant l'hypothèse d'un développement conventionnel porté par une croissance soutenue et un mouvement général de transition nutritionnelle vers des régimes alimentaires plus riches en énergie et en produits animaux. Les besoins mondiaux en biomasse agricole sont donc élevés dans ce scénario. Mais le progrès technique y est aussi rapide et l'évolution des rendements est favorable. L'information précise n'est pas fournie dans l'étude mais, au vu des résultats de ce scénario en matière d'usage des terres, on peut imaginer que du côté des régimes alimentaires d'une part, il est fait l'hypothèse d'une substitution de la viande de ruminant par de la viande de monogastrique (contribuant à accroître les surfaces cultivées et à réduire les surfaces en prairies et pâtures permanentes) et du côté des systèmes d'élevage d'autre part, les hypothèses posées sur leur évolution et leurs performances à 2050 sont relativement optimistes.

Conclusions

Cette revue de littérature permet d'identifier des besoins de recherche dans au moins trois directions. Tout d'abord une gamme plus large d'évolutions possibles des régimes alimentaires, incluant de véritables ruptures potentielles, devrait être

envisagée pour explorer plus profondément les futurs possibles des systèmes agricoles et alimentaires mondiaux. En second lieu, les performances techniques, économiques et environnementales des différents systèmes de cultures et d'élevage, disponibles et à venir, devraient être évaluées de manière plus approfondie. Troisièmement, les données sur les systèmes d'élevage, en particulier de ruminants, et sur la productivité des prairies et pâtures devraient être complétées et affinées. Enfin, du côté des modèles économiques, la question de la prise en compte du progrès technique et des changements structurels (du côté des régimes alimentaires ou du côté des systèmes de cultures et des systèmes d'élevage par exemple) devrait être retravaillée.

La majorité des travaux de notre échantillon sont des travaux pluridisciplinaires. Cela signifie que si les économistes agricoles souhaitent s'attaquer à des enjeux globaux comme celui de nourrir le monde en 2050 dans un contexte de changement climatique, ils doivent travailler en étroite collaboration avec des scientifiques d'autres disciplines (nutrition et santé humaine, agronomie, zootechnie et systèmes d'élevage, sciences du sol, etc.). Mais ils ont un rôle spécifique à jouer dans ces ensembles pluridisciplinaires, en particulier défendre l'évaluation des coûts et des bénéfices des différentes options ou trajectoires en présence et promouvoir l'évaluation des politiques publiques (qu'elles soient agricoles, environnementales, commerciales, énergétiques, climatiques, etc.). Par ailleurs en ce qui concerne les modèles de marché et d'échanges utilisés par les économistes agricoles, notre revue suggère qu'outre le besoin de clarifier et d'améliorer la représentation de l'émergence et de l'impact du progrès technique, il serait important de renforcer les fondements empiriques de ces modèles, notamment en ce qui concerne les arbitrages des consommateurs et des producteurs face à de nouvelles alternatives alimentaires ou de nouvelles technologies de production d'une part, les déterminants des échanges et de l'usage des terres d'autre part.

Chantal Le Mouél (auteur de correspondance)

INRA, UMR 1302 SMART-LERECO, Agrocampus Ouest,
INRA, F-35011 Rennes, France.

Agneta Forslund

INRA, UAR 519 Département SAE2, F-35011 Rennes, France.

Pour en savoir plus

Alexandratos N. et Bruinsma J. (2012). World Agriculture Towards 2030/2050. The 2012 revision. ESA Working Paper No. 12-03. Rome: FAO of the United Nations.

Carpenter S. R., Pingali P. L., Bennett E. M. et Zurek M. B. (2005). Ecosystems and Human well-being: Findings of the Scenarios Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment. Millennium Ecosystem Assessment Series, vol. 2. Washington, DC: Island Press.

Cornelissen S., Koper M. et Deng Y.Y. (2012). The Role of Bioenergy in a Fully Sustainable Global Energy System. *Biomass and Bioenergy*, 41: 21-33.

Erb K.H., Haberl H., Krausmann F., Lauk C., Plutzer C., Steinberger J.K., Müller C., Bondeau A., Waha K. et Pollack G. (2009). Eating the Planet. Feeding and Fueling the World Sustainably, Fairly and Humanely: A Scoping Study. Commissioned by Compassion in World Farming and Friends of the Earth UK. Institute of Social Ecology and PIK Potsdam, Vienna, Potsdam.

Erb K.H., Haberl H. et Plutzer C. (2012). Dependency of Global Primary Bioenergy Crop Potentials in 2050 on Food Systems, Yields, Biodiversity Conservation and Political Stability. *Energy Policy*, 47: 260-269.

Le Mouél C. et Forslund A. (2017). How to feed the world in 2050? A review of the responses from global scenario studies. *European Review of Agricultural Economics*, 44(4), 541-591.

McIntyre B. D., Herren H. R., Wakhungu J. et Watson R. T. (eds) (2009). Agriculture at a Crossroads: Global Report. In: International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (IAASTD). Washington: Island Press.

Odegard I.Y.R et van der Voet E. (2014). The Future of Food: Scenarios and the Effect on Natural Resource use in Agriculture in 2050. *Ecological Economics*, 97: 51-59.

Paillard S., Treyer S. et Dorin B. (coord.) (2010). Agrimonde: Scenarios and Challenges for Feeding the World in 2050. Edition Quae.

Pardey P. G., Bédou J. M., Hurley T. M., Beatty T. K.M. et Eidman V. R. (2014). A Bounds Analysis of World Food Futures: Global Agriculture Through to 2050. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 58: 571-589

Popp A., Calvin K., Fujimori S., Havlik P., Humpenöder F., Stehfest E., Bodirsky B., Dietrich J.P., Doelmann J.C., Gusti M., Hasegawa T., Kyle P., Obersteiner M., Tabeau A., Takahashi K., Valin H., Waldhoff S., Weindl I., Wise M., Kriegler E., Lotze-Campen H., Fricko O., Riah K. et van Vuuren D.P. (2017). Land-use Futures in the Shared Socio-economic Pathways. *Global Environmental Change*, 42: 331-345.

Poudel B.N., Paudel K.P., Timilsina G. et Zilberman D. (2012). Providing Numbers for a Food Versus Fuel Debate: An Analysis of a Future Biofuel Production Scenario. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 34: 637-668.

Diffusion au format pdf sur le site : <http://www.inra.fr/sae2/publications/iss/index.php>

Dépôt légal : 3^e trimestre 2018 - ISSN : 1778-4379 - Commission Paritaire n° 0108 B 06817

Composition : JOUVE, 1 rue du Docteur-Sauvé, 53100 Mayenne