

# Les terres agricoles, un enjeu pour la sécurité alimentaire de la planète à l'acuité variable selon les régions du monde

101

par Monsieur Hervé Guyomard  
*directeur scientifique Agriculture*

et Monsieur Bertrand Schmitt  
*directeur de la Délégation à l'expertise scientifique collective, à la prospective et aux études (DEPE)*

Institut national de la recherche agronomique (INRA)



## SOMMAIRE DE L'ARTICLE

### Introduction

#### 1. Pourquoi la mise sur agenda de la question foncière et des concurrences entre usages alternatifs des terres ?

- 1.1. Facteurs tendanciels
  - 1.1.1. *Le défi alimentaire*
  - 1.1.2. *Le défi environnemental*
  - 1.1.3. *Le défi énergétique*
- 1.2. Facteurs conjoncturels

#### 2. Utilisation mondiale et régionale des terres : état des lieux et évolution

- 2.1. À l'échelle mondiale
- 2.2. À l'échelle régionale

#### 3. Existe-t-il des terres cultivables non encore cultivées ?

103

#### 4. Évolutions possibles des différents usages des terres à moyen terme

- 4.1. D'une vision optimiste...
- 4.2. ... à des perspectives plus pessimistes

### 5. Conclusion

### Références bibliographiques

## LISTE DES ILLUSTRATIONS

### Tableau 1

Utilisation mondiale des terres en 2011

### Tableau 2

Utilisation des terres selon les différentes régions du monde

### Tableau 3

Terres potentiellement cultivables non encore cultivées selon Fischer et Shah (2010)

### Tableau 4

Décomposition dans le passé et le futur des évolutions annuelles des paramètres de l'équation (2) – Ausubel et al. (2013)

### Tableau 5

Extension des terres cultivées à l'horizon 2050 relativement à 2005 par grandes régions du monde :  
scénario socio-économique « médian » du GIEC (SSP2), avec et sans prise en compte du changement climatique

## INTRODUCTION

Le monde va-t-il manquer de terres ? L'inquiétude n'est pas nouvelle. Il y a plus de deux siècles, le pasteur anglican et économiste classique britannique, Thomas Robert Malthus, notait déjà que « *le pouvoir multiplicateur de la population [est] infiniment plus grand que le pouvoir qu'a la terre de produire la subsistance de l'homme* ». Bien que vivement contestée dans ses fondements (oubli du progrès technique) comme dans ses implications politiques et morales, la science économique sinistre de Malthus a influencé nombre de réflexions pessimistes quant à la capacité de la terre à nourrir une population en croissance. Elle inspire aujourd'hui les partisans de la décroissance économique et, pour les plus extrêmes, de la décroissance démographique.

Qu'en est-il concrètement ? Tel est l'objet de cet article qui :

- commence par exposer pourquoi la question du manque de terres est de nouveau aujourd'hui sur le devant de la scène (*section 1*)
- se poursuit par un état des lieux des usages des terres et de leurs évolutions historiques (*section 2*)
- enchaîne par une estimation des terres cultivables non encore cultivées et de leur potentiel (*section 3*)
- et se termine par une analyse économique des utilisations possibles des terres (*section 4*).
- Enfin, les principaux enseignements de l'analyse sont résumés dans une section conclusive.

## 1. POURQUOI LA MISE SUR AGENDA DE LA QUESTION FONCIÈRE ET DES CONCURRENCES ENTRE USAGES ALTERNATIFS DES TERRES ?

Pourquoi, aujourd'hui, poser la question de l'insuffisance possible de terres agricoles et, plus généralement, de l'incapacité potentielle de la planète Terre à nourrir une population mondiale en croissance ? Plusieurs facteurs expliquent cette mise à l'agenda. Ils répondent à une inquiétude de long terme, exacerbée par des phénomènes conjoncturels qui, pour partie, constituent une traduction à court terme de l'inquiétude de long terme.

### 1.1. Facteurs tendanciels

L'inquiétude de long terme renvoie à trois défis qu'il convient de relever simultanément : un défi alimentaire, un défi environnemental et un défi énergétique.

#### 1.1.1. Le défi alimentaire

Le défi alimentaire, au sens strict, a trait à la capacité de la planète Terre à assurer l'approvisionnement alimentaire quantitatif et qualitatif d'un monde en croissance démographique, de plus en plus riche et de plus en plus urbanisé. Selon les projections démographiques des Nations unies, la planète est aujourd'hui peuplée de 7,2 milliards d'habitants et elle en comptera 9,6 milliards en 2050. L'essentiel de la croissance sera le fait des pays émergents et en développement dont la population augmentera de 5,9 milliards en 2013 à 8,2 milliards en 2050 <sup>1</sup>. Les différenciations régionales de cette croissance démographique se traduiront par une hétérogénéité des problématiques d'approvisionnement alimentaire selon

les régions du monde. La croissance restera forte en Afrique : la population du continent devrait doubler dans les quarante prochaines années, passant de 1 à près de 2 milliards d'habitants <sup>2</sup>. Elle sera plus modérée en Inde et en Amérique du Sud, mais les deux régions devraient néanmoins passer, respectivement, de 1,2 à 1,7 milliard et de 500 à 750 millions d'habitants entre 2010 et 2050. Le ralentissement de la croissance démographique – symptôme ultime des transitions démographiques en cours – sera encore plus marqué en Chine dont la population devrait se stabiliser à environ 1,2 milliard d'habitants en 2050. Quant aux pays développés, ils devraient voir leur population stagner ou même légèrement décroître sur la période.

La population mondiale sera en outre plus riche et plus urbanisée. En 2005, le nombre de personnes vivant dans les villes a dépassé le nombre d'habitants vivant en zones rurales. Mais, en 2050, la population urbaine sera supérieure à la population rurale de plus de 3 milliards d'habitants et ce, dans un contexte d'évolutions contrastées, avec une forte hausse des populations urbaines et une baisse des populations rurales <sup>3</sup>.

Richesse et urbanisation auront pour effet, toutes choses égales par ailleurs, d'accroître les demandes alimentaires totales exprimées en calories de produits végétaux en raison de l'accroissement de l'« *occidentalisation* » des régimes alimentaires. Le processus se compose de deux phases : la première, quantitative, correspond à l'augmentation des contenus caloriques des rations avec croissance proportionnelle des différents nutriments, alors que la seconde se traduit par une modification qualitative du régime alimentaire, avec augmentation des consommations de sucre, de graisses et de produits animaux (produits laitiers,

2. Lutz et Samir, 2010.

3. Heilig, 2012.

1. United Nations, 2013.

produits carnés, œufs) et diminution concomitante des consommations de céréales et de légumes<sup>4</sup>. L'efficacité des animaux à transformer l'énergie solaire en calories étant moindre que celle des végétaux, l'augmentation de la part des produits animaux dans les rations se traduira, mécaniquement, par l'accroissement des besoins en disponibilités alimentaires requises.

En mobilisant un ensemble de dix modèles économiques globaux, des experts<sup>5</sup> montrent ainsi que, dans le scénario de croissance médiane<sup>6</sup> élaboré pour le cinquième rapport du *Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* (GIEC)<sup>7</sup>, la demande alimentaire mondiale augmenterait en moyenne de 74 % d'ici 2050, avec des variations allant de 62 % à 98 % selon les modèles. Cette croissance – plus soutenue que celle (54 %) projetée par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)<sup>8</sup> – est portée par l'augmentation de la population mondiale (9,3 milliards en 2050) et le doublement du revenu moyen par habitant (de 6 700 dollars en 2005 à 16 000 dollars en 2050, ce dernier chiffre étant très supérieur au montant de 11 000 dollars de revenu moyen utilisé par la FAO).

Sous ces hypothèses, les demandes mondiales en blé et en riz augmenteraient de, respectivement, 53 % et 47 %. La croissance de la demande serait, comme attendue, plus accentuée pour les huiles végétales (+ 83 %) et le sucre (+ 75 %). Elle doublerait pour les produits animaux : + 103 % en moyenne pour les trois grandes catégories de produits animaux que sont la viande de ruminants, les produits laitiers et la viande de porcs

et de volailles et les œufs. La variabilité des résultats entre les modèles, et donc l'incertitude qu'elle traduit, est cependant très prononcée en matière de produits animaux du fait des différences entre les hypothèses retenues de substitutabilité entre produits végétaux et produits animaux. De ce point de vue, les deux cas les plus marquants sont, d'une part, la Chine où la croissance des consommations de produits animaux a été très élevée ces dernières années et, d'autre part, l'Inde où le maintien récent d'une alimentation végétale traditionnelle rend difficile la prise en compte des effets de l'« occidentalisation » des régimes alimentaires.

Les mêmes experts ont exploré les conséquences d'un scénario un peu plus complexe, dit de « *Fragmentation* » ou SSP3. Celui-ci combine une croissance démographique plus forte (notamment en Afrique, en Inde et dans le Sud-Est asiatique) et une évolution du revenu par tête plus modérée en moyenne mondiale et surtout moins favorable aux populations de ces trois régions, ainsi qu'en Chine. Dans ce cas, la demande en céréales des pays émergents et en développement se maintient, voire continue à s'accroître, alors que le taux de croissance de leur demande en viande et en autres produits animaux se ralentit, voire diminue. Dans le même temps, la demande alimentaire des pays développés subit une (légère) baisse.

Plusieurs leviers peuvent théoriquement être actionnés pour faire face à cette augmentation des consommations alimentaires sous le triple jeu de la démographie, de la croissance économique et de l'urbanisation. Il est possible de jouer sur les facteurs de demande afin de limiter l'augmentation des consommations requises : il s'agit alors de freiner et même, si possible, d'inverser la tendance à l'« occidentalisation » des régimes alimentaires en évitant la surconsommation

calorique et en limitant autant que possible le développement de la consommation de sucre, de graisses et de produits carnés. Simultanément, il y a également lieu de limiter les pertes et les gaspillages lors de la collecte, de la transformation, de la distribution et de la consommation de produits alimentaires. La FAO évalue en effet ces pertes et gaspillages au tiers des aliments annuellement produits sur la planète à destination de la consommation humaine, soit 1,3 milliard de tonnes de produits alimentaires<sup>9</sup>. De façon mécanique, plus ces deux leviers de demande seront mobilisés, plus les hausses des disponibilités alimentaires requises seront faibles.

Il est plus que vraisemblable que jouer sur les seuls facteurs de demande ne suffira pas. Il faudra également augmenter l'offre de produits agricoles et alimentaires dans un grand nombre de régions du globe. Trois grands leviers, non exclusifs, pourront être actionnés :

- réduire les pertes post-récolte
- augmenter la production de calories par unité de surface en associant plusieurs productions végétales sur une même surface (cultures en association), en augmentant le nombre de cultures mises en place successivement pendant une année sur une même surface et / ou en augmentant les rendements des différentes cultures.

106

4. Guyomard *et al.*, 2012 ; Kearney, 2010.

5. Valin *et al.*, 2014.

6. Scénario dit « *middle of the road* » (Shared Socio-economic Pathway 2 ou SSP2).

7. Kriegler *et al.*, 2012.

8. Alexandratos et Bruinsma, 2012.

9. FAO, 2011. Les pertes et les gaspillages à la collecte et à la transformation se situent du côté de l'offre car ils font intervenir des comportements relevant d'actes de production. C'est plus ambigu au stade de la distribution où jouent des comportements d'offre et de demande. À la consommation, ils impliquent des comportements de consommateurs et se situent exclusivement du côté de la demande. Dans les pays en développement, les pertes à la collecte et à la transformation sont proportionnellement plus élevées qu'aux stades de la distribution et de la consommation. Dans les pays développés, c'est l'inverse.

• accroître les surfaces mise en cultures <sup>10</sup>. Sur les dernières décennies, c'est essentiellement *via* le levier des rendements des cultures pluviales et irriguées qu'il a été possible d'augmenter la production agricole mondiale. L'augmentation de la croissance des surfaces cultivées n'a contribué que pour environ deux dizaines de points de pourcentage à l'accroissement de la production agricole <sup>11</sup>. Mais, aujourd'hui, le contexte est peut-être moins favorable à une croissance de la production agricole et alimentaire basée sur une hausse de la productivité partielle de la terre. Les rendements de plusieurs cultures dans différentes régions du monde – notamment en Europe – ont en effet d'ores et déjà tendance à stagner ou, au minimum, à croître à un rythme plus faible qu'auparavant. Ce phénomène dit de « *stagnation des rendements* » pourrait être amplifié par les effets que le changement climatique pourrait avoir sur les productivités partielles de la terre, l'augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> ayant un impact potentiellement positif sur la croissance végétale, alors que la concentration en O<sub>3</sub> et l'évolution des régimes de précipitation pourraient se traduire par une baisse des rendements. Bien qu'encore difficile à

anticiper et à mesurer avec précision, l'effet global pourrait être négatif avec, néanmoins, des effets non homogènes selon les différentes zones du monde <sup>12</sup>. En s'appuyant sur une hypothèse (forte) d'un forçage radiatif de 8,5 W/m<sup>2</sup> qui conduit à une concentration de CO<sub>2</sub> de 540 ppm en 2050, des experts<sup>13</sup> aboutissent à des chutes spectaculaires des rendements mondiaux à cet horizon : de - 11,5 à - 21,0 % pour le blé, de - 15,7 à - 18,2 % pour le riz et de - 9,9 à - 37,6 % pour le maïs, mais avec de fortes variabilités interrégionales et des différences sensibles selon les modèles climatiques et agronomiques mobilisés. De plus, le défi de la « *stagnation* » des rendements est accentué par la tendance à la dégradation de la qualité des sols qui réduit d'autant la capacité de production, leur restauration étant coûteuse et pas toujours aisée. On évalue ainsi aujourd'hui à environ 12 millions d'hectares les surfaces annuellement dégradées et à 1,5 milliard le nombre de personnes dépendant de sols qui se dégradent <sup>14</sup>.

### 1.1.2. Le défi environnemental

Cette problématique des rendements est rendue encore plus complexe par le fait que leur croissance devra impérativement s'inscrire dans le cadre de pratiques et de systèmes agricoles économes en ressources naturelles et respectueux de l'environnement. Or, la double ambition d'une agriculture compétitive et écologique requiert des investissements dans :

- La recherche générique et systémique
- Les infrastructures en amont des exploitations agricoles : notamment dans l'objectif d'assurer aux agriculteurs des pays du Sud un accès accru à la mécanisation, à l'eau, aux engrais et aux produits de traitement des cultures

• Les infrastructures situées en aval des exploitations agricoles : dans les pays du Sud, des infrastructures de stockage et de transport de façon à réduire les pertes post-récolte et à permettre un accès à des marchés plus larges sur une plus longue période ; dans les pays du Nord, des infrastructures technologiques et écologiques aux échelles des exploitations et des territoires.

Elle nécessite d'adopter une approche holiste, c'est-à-dire fondée sur la gestion intégrée des écosystèmes agricoles et l'emploi de techniques dites de « *conservation des ressources naturelles* ». Dans cette perspective, les pratiques et les systèmes seront nécessairement diversifiés, adaptés aux contraintes et aux ressources environnementales locales et valorisant au mieux les savoirs et savoir-faire des acteurs locaux. Les conséquences de ces nécessaires évolutions sur les rendements et leur croissance sont aujourd'hui difficiles à quantifier.

### 1.1.3. Le défi énergétique

Le défi énergétique est lié à la raréfaction progressive des énergies fossiles. Celle-ci induit la recherche de sources alternatives, notamment l'utilisation de la biomasse pour la production de bio-énergies et de biomatériaux. Mais elle accroît encore les tensions foncières et la concurrence pour l'occupation des sols. Globalement, l'accroissement des demandes de terres à des fins autres que la production de biens alimentaires – qu'il s'agisse de biomasse forestière ou de cultures à finalité énergétique ou bio-industrielle, de couverture forestière ou herbagère des sols à des fins de séquestration de carbone ou du maintien de certaines zones dans une perspective de préservation de la biodiversité – vient peser sur la capacité globale de mobilisation de terres à des fins alimentaires.

10. Nous excluons la possibilité extrême qui consisterait à optimiser les allocations mondiales de terres de façon à maximiser la production de calories végétales à l'échelle de la planète via la spécialisation fonctionnelle des surfaces (production agricole, production forestière, aires protégées, etc.). Ce scénario se heurterait en effet à la souveraineté des États, à l'indépendance des décisions des acteurs privés que sont les agriculteurs ou les forestiers, etc. Sur ce point, cf. les travaux du Postdam Institute (Muller *et al.*, 2006) qui suggèrent qu'il est possible de nourrir 12 milliards de personnes dans les conditions des régimes alimentaires de 1995 avec moins d'un tiers de la surface agricole actuelle : ceci à condition d'optimiser la répartition spatiale des productions à l'échelle de la planète en acceptant, dans le cadre d'un accord mondial agricole et environnemental, la spécialisation des grandes régions du monde selon leurs avantages comparatifs agronomiques (auquel cas, la région considérée serait essentiellement consacrée aux cultures, plus généralement à l'agriculture) ou environnementaux (auquel cas, la région considérée serait essentiellement consacrée à stocker le carbone et à la protection de la biodiversité).

11. 22 % sur 1960 – 2010 selon Smith *et al.*, 2010.

12. Wheeler et von Braun, 2013 ; Jaggard et al., 2010.

13. Müller et Robertson, 2014.

14. Robert et Cheverry, 2009.

## 1.2. Facteurs conjoncturels

L'interrogation quant à « *la capacité de la terre à nourrir la terre* » s'est en particulier manifestée lors des épisodes récents de flambée des prix agricoles, c'est-à-dire en 2007 - 2008 et en 2010 : et ce, bien que les crises alimentaires qu'elles ont engendrées soient d'abord des crises d'accès à la nourriture et non des crises liées à une insuffisance des disponibilités alimentaires à l'échelle de la planète. La faim aujourd'hui est d'abord un problème de pauvreté.

Dans cette perspective, l'inquiétude face aux phénomènes dits d'accaparement des terres peut se lire comme une traduction de la rareté absolue et relative du facteur terre :

- d'où la volonté des gouvernements où les terres seraient rares d'acquérir des terres à l'étranger pour desserrer la contrainte foncière domestique
- d'où aussi la volonté par certains de ces mêmes gouvernements et / ou des entreprises privées d'acquérir des terres dans la perspective d'en tirer des profits (perspective d'une augmentation tendancielle des prix des produits agricoles) et la crainte exprimée par les gouvernements locaux, des organisations non gouvernementales (ONG) ou des institutions internationales que cet accaparement prive les populations locales d'accéder à une nourriture suffisante. Rappelons en effet que les trois-

quarts des pauvres sont des paysans et, très souvent, des paysans sans terre <sup>15</sup>.

## 2. UTILISATION MONDIALE ET RÉGIONALE DES TERRES : ÉTAT DES LIEUX ET ÉVOLUTION

### 2.1. À l'échelle mondiale

D'après la FAO <sup>16</sup>, les terres émergées du monde couvrent une surface très légèrement supérieure à 13 milliards d'hectares (*Tableau 1*). Sur ce total, 4,9 milliards d'hectares (38 %) étaient, en 2011, occupés par l'agriculture et 4,0 milliards d'hectares (31 %) par la forêt. Le solde correspond aux surfaces artificialisées, aux eaux intérieures et à des terres impropres à l'agriculture et à la forêt ou très difficilement mobilisables à cette fin pour des raisons climatiques, topographiques et / ou pédologiques.

Les 4,9 milliards d'hectares occupés par l'agriculture se répartissaient entre les cultures annuelles et permanentes à hauteur de 1,55 milliard d'hectares (12 % des terres émergées de la planète) et les prairies et pâturages permanents à hauteur de 3,36 milliards d'hectares (26 %). Au sein des cultures annuelles et permanentes, les cultures annuelles occupent la

part du lion : 1,40 milliard d'hectares sur un total de 1,55 milliard, soit 90 %.

Entre 1961 et 2011, les surfaces agricoles mondiales ont augmenté de 451 millions d'hectares. Mais cette évolution sur cinquante ans masque le fait qu'elles ont cru durant les quatre premières décennies pour atteindre un maximum d'environ 4,935 milliards d'hectares dans les années 1998 - 2001. Puis, elles ont diminué de 10 millions d'hectares entre 2001 et 2002 et de 17 millions d'hectares entre 2002 et 2003, année à partir de laquelle elles oscillent autour de 4,9 millions d'hectares, avec des variations annuelles à la baisse ou à la hausse comprises entre 10 et 20 millions d'hectares.

Les surfaces forestières ne sont disponibles dans la base de données de la FAO (Faostat) qu'à compter de l'année 1990. Depuis cette date, elles ont continuellement et régulièrement diminué, passant de 4,168 milliards d'hectares en 1990 à 4,027 milliards d'hectares en 2011.

Sur les dix dernières années, les variations annuelles à la baisse des surfaces agricoles ne coïncident pas avec des variations en sens contraire des surfaces forestières : autrement dit, il n'y a pas eu, du moins à l'échelle mondiale, remplacement automatique des surfaces forestières par des surfaces agricoles, même s'il y a bien eu déforestation à l'échelle planétaire.

15. Guillou et Matheron, 2011.

16. Source : base de données FAOSTAT (<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/tol/home/E>) au 15 juillet 2014.

TABLEAU 1  
Utilisation mondiale des terres en 2011  
(en milliards d'hectares)

		Pourcentage
<b>Surfaces émergées totales</b>	<b>13,003</b>	<b>100 %</b>
dont - Surfaces agricoles	4,911	37,8 %
<i>dont - Cultures annuelles et permanentes</i>	1,553	11,9 %
<i>dont - Prairies et pâturages permanents</i>	3,358	25,8 %
dont - Forêts	4,027	31,0 %
dont - Terres impropres à l'agriculture et à la forêt et / ou plus difficilement mobilisables à cette fin, eaux intérieures, terres artificialisées	4,076	31,3 %

Source : base de données Faostat au 15 juillet 2014



Au sein des surfaces agricoles, les terres allouées aux cultures annuelles et permanentes augmentent régulièrement depuis le début des années deux mille (à l'exception des années 2006 et 2007), alors que les surfaces consacrées aux prairies et pâturages permanents évoluent en sens contraire : c'est le phénomène dit de « *retournement des prairies* ». Cette évolution à la baisse des surfaces consacrées aux prairies et pâturages permanents depuis le début des années 2000 contraste avec l'évolution à la hausse de ces mêmes surfaces sur les quatre décennies précédentes, soit la période 1961 – 2001.

Notons enfin que les surfaces équipées pour l'irrigation étaient égales à 318 millions d'hectares en 2011, une superficie certes modeste au regard des surfaces agricoles totales (4,91 milliards d'hectares) et même des terres cultivées (1,55 milliard d'hectares), mais en augmentation continue depuis le début des années soixante. Les terres équipées pour l'irrigation ont été multipliées par deux en cinquante ans et ce doublement explique une part importante de l'augmentation des rendements moyens des cultures sur le dernier demi-siècle.

En résumé, il apparaît que les utilisations des terres émergées se répartissent en trois grands tiers entre les usages agricoles, les forêts et les autres usages ni agricoles, ni forestiers. Les surfaces consacrées à la forêt diminuent régulièrement depuis le début des années quatre-vingt-dix (de quelques millions d'hectares chaque année), mais les surfaces ainsi « *libérées* » ne bénéficient pas nécessairement à l'agriculture dans la mesure où les terres agricoles ne montrent pas de tendance nette à la hausse sur les quinze dernières années. Au sein de ce dernier ensemble, les prairies et pâturages permanents ont tendance à diminuer et les cultures annuelles et permanentes à augmenter.

Cette image basée sur les données de la FAO est globalement cohérente avec celle issue d'autres sources statistiques se situant à la même échelle du monde. Mais cela ne signifie pas, comme nous le verrons, qu'il n'existe pas d'écarts liés notamment à l'hétérogénéité des sources de données et des méthodes d'estimation. De plus, il convient de noter que la base de données de la FAO nécessite, comme toute information statistique, une utilisation prudente dans le cadre des définitions qui sous-tendent les objets d'étude<sup>17</sup>. Ainsi, la catégorie dénommée « *prairies et pâturages permanents* » ne correspond pas à un usage du sol au sens strict, mais à une couverture de ce dernier : des terres recouvertes de façon permanente (c'est-à-dire durant au moins cinq ans) de plantes fourragères herbacées cultivées ou à l'état naturel peuvent ne pas être utilisées à des fins de pâture. *A contrario*, des surfaces peuvent être pâturées tout en étant considérées comme des surfaces forestières dès lors qu'elles respectent les critères permettant ce classement (« *superficie de plus de 0,5 hectare portant des arbres de plus de cinq mètres de haut avec un couvert forestier supérieur à 10 %, ou des arbres capables d'atteindre ces critères in situ* »).

### 2.2. À l'échelle régionale

Cette photographie à l'échelle globale masque des situations contrastées selon les régions du globe (*Tableau 2*).

Les zones du monde les plus densément peuplées sont également celles où l'usage agricole des sols est dominant et déjà très intensif : c'est-à-dire où la productivité partielle de la terre est déjà très élevée. Il en est ainsi de l'Asie du Sud (zone incluant l'Inde) qui, avec une densité de 267 habitants au kilomètre carré, mobilise près de 50 % de sa superficie à des fins agricoles et 36 % affectés aux seules

cultures. L'Europe du Sud et l'Europe de l'Ouest présentent des caractéristiques voisines, avec une densité de peuplement sensiblement plus faible (respectivement 118 et 176 habitants / km<sup>2</sup>) et des usages des sols à des fins agricoles de même ampleur, mais un peu moins cultivés (respectivement 30 et 33 %) <sup>18</sup>.

Bien qu'également assez densément peuplées (135 et 136 habitants / km<sup>2</sup>), l'Asie de l'Est et l'Asie du Sud-Est sont dans des positions un peu différentes. L'Asie de l'Est, vaste territoire incluant la Chine, est à près de 57 % mobilisée à des fins agricoles, mais la place des surfaces cultivées y est faible (11 % de la superficie totale) et celle des pâtures et des prairies permanentes prédominante. Par contraste, 20 % des terres du Sud-Est asiatique sont cultivées et comme ces cultures sont peu complétées par des surfaces en pâtures et en prairies, la surface agricole y est au total moins prégnante que dans les autres zones du monde densément et assez peuplées.

Au total, la pression démographique et la pression agricole qui en découle marquent donc très fortement les usages des sols dans les régions denses en Asie et Europe, laissant ici peu de possibilités pour une extension des surfaces agricoles et notamment des surfaces cultivées.

La situation est très différente en Afrique, sur les deux parties du continent américain et en Europe de l'Est. Ces très vastes territoires sont à la fois peu densément peuplés et peu cultivés. Ainsi, seuls 8,4 % des 2 milliards d'hectares que compte l'Amérique centrale et du Sud et 8 % des près de 3 milliards d'hectares de l'Afrique sont cultivés. Ceci n'empêche pas qu'une large frange de ces territoires soit dédiée à l'agriculture (respectivement à hau-

18. Au sens des statistiques de la FAO, l'Europe de l'Ouest comprend l'Autriche, la Belgique, les Pays-Bas, le Luxembourg, la France, l'Allemagne et la Suisse. L'Europe du Sud inclut l'Espagne, le Portugal, l'Italie, la Grèce et Malte, ainsi que l'Albanie, la Croatie, la Macédoine, le Monténégro, la Bosnie-Herzégovine et la Serbie.

17. Roudart, 2010a, 2010b.

teur de 36 et 39 %). Autrement dit, les pâtures et les prairies permanentes, soit un mode peu intensif, dominent les usages agricoles des sols dans ces régions. L'Europe de l'Est et l'Amérique du Nord se distinguent par un faible usage agricole de leurs sols (respectivement 17 et 25 % de leur superficie) et une faible part de leur surface en cultures (dans les deux cas, environ 11 %). En Europe de l'Est, les terres agricoles ont eu tendance à se réduire sur les dernières décennies et elles sont peu intensément mobilisées. Aux États-Unis et au Canada, les surfaces agricoles et cultivées ont eu tendance à

s'accroître légèrement et leur productivité partielle est déjà élevée.

En combinant les usages actuels des sols et les potentiels de croissance des populations par grandes régions du monde, il ressort que les régions d'Asie, où la population devrait continuer de croître, ne semblent pas disposer de possibilités d'extension de leurs surfaces agricoles et / ou cultivées sous le double jeu d'une démographie et d'un usage agricole des sols déjà élevés. À l'inverse, l'Afrique, dont la population va s'accroître considérablement, pourrait disposer, au regard de ses densités actuelles de population et de ses usages des sols, d'une marge de

manœuvre plus conséquente à condition que les terres qui ne sont aujourd'hui pas cultivées puissent l'être demain. Il en va de même en Amérique du Sud où la croissance démographique devrait en outre être nettement plus modérée.

### 3. EXISTE-T-IL DES TERRES CULTIVABLES NON ENCORE CULTIVÉES ?

Selon des évaluations d'experts comme celles de Fischer *et al.* datant de 2002 (donc relativement anciennes), les terres potentiellement cultivables pour la culture pluviale seraient égales à

TABLEAU 2  
Utilisation des terres selon les différentes régions du monde

	Superficie (millions d'hectares)	Surface agricole	dont Surfaces cultivées	dont Prairies	Forêts	Surfaces impropres à l'agriculture et à la forêt	Population (en 2011, millions d'habitants)	Densité (en 2010, hab / km <sup>2</sup> )
<b>Afrique</b>	<b>2 965</b>	<b>39,2 %</b>	<b>8,5 %</b>	<b>30,7 %</b>	<b>22,9 %</b>	<b>39,3 %</b>	<b>1 044</b>	<b>34,7</b>
- dont								
Afrique de l'Est	606	50,4 %	11,0 %	39,4 %	30,2 %	24,2 %	331	19,5
Afrique centrale	650	24,7 %	4,1 %	20,6 %	48,3 %	28,3 %	130	41,5
Afrique du Nord	838	28,9 %	5,4 %	23,5 %	9,4 %	61,7 %	213	25,8
Afrique australe	265	63,1 %	6,4 %	56,7 %	10,9 %	26,2 %	58	21,7
Afrique de l'Ouest	606	47,1 %	15,6 %	31,5 %	12,3 %	41,0 %	312	50,2
<b>Amérique latine et Caraïbes</b>	<b>2 024</b>	<b>35,7 %</b>	<b>8,4 %</b>	<b>27,3 %</b>	<b>47,4 %</b>	<b>16,9 %</b>	<b>595</b>	<b>29,2</b>
<b>Amérique du Nord</b>	<b>1 865</b>	<b>25,3 %</b>	<b>11,7 %</b>	<b>13,6 %</b>	<b>32,9 %</b>	<b>41,8 %</b>	<b>346</b>	<b>18,4</b>
<b>Asie</b>	<b>3 094</b>	<b>53,0 %</b>	<b>17,6 %</b>	<b>35,4 %</b>	<b>19,1 %</b>	<b>28,0 %</b>	<b>4 211</b>	<b>134,0</b>
- dont								
Asie centrale	393	72,1 %	8,2 %	63,9 %	3,1 %	24,8 %	63	15,9
Asie Est (dont Chine)	1 146	56,7 %	11,3 %	45,4 %	22,1 %	21,4 %	1 580	135,2
Asie du Sud-Est	434	28,6 %	20,1 %	8,5 %	49,6 %	21,8 %	599	136,5
Asie Sud (dont Inde)	640	48,3 %	36,1 %	12,2 %	14,5 %	37,2 %	1 731	266,7
Asie de l'Ouest	481	56,8 %	9,3 %	47,5 %	3,9 %	39,3 %	238	48,5
<b>Europe</b>	<b>2 207</b>	<b>21,4 %</b>	<b>13,3 %</b>	<b>8,1 %</b>	<b>45,5 %</b>	<b>33,1 %</b>	<b>740</b>	<b>33,5</b>
- dont								
Europe de l'Est	1 805	17,4 %	11,0 %	6,4 %	47,3 %	35,3 %	294	16,3
Europe du Nord	164	23,3 %	11,7 %	11,6 %	44,0 %	32,7 %	100	60,5
Europe du Sud	129	50,3 %	30,5 %	19,8 %	34,6 %	15,1 %	155	118,1
Europe de l'Ouest	109	50,0 %	32,7 %	17,4 %	30,6 %	19,4 %	191	176,1
<b>Océanie</b>	<b>849</b>	<b>49,8 %</b>	<b>5,9 %</b>	<b>43,9 %</b>	<b>22,7 %</b>	<b>27,5 %</b>	<b>37</b>	<b>3,4</b>
<b>Total Monde</b>	<b>13 003</b>	<b>37,6 %</b>	<b>11,7 %</b>	<b>25,9 %</b>	<b>31,1 %</b>	<b>31,7 %</b>	<b>6 974</b>	<b>53,0</b>

Source : FAO, 2013 – Données FAO 2009

4,2 milliards d'hectares. Ces surfaces seraient très inégalement réparties. Elles seraient très abondantes en Amérique latine (1 066 millions d'hectares, soit 25 %), en Afrique subsaharienne (1 031 millions d'hectares, soit 25 %) et dans les pays industrialisés (874 millions d'hectares, soit 21 %). Mais elles seraient nettement plus rares en Asie de l'Est (366 millions d'hectares, soit 9 %), en Asie du Sud (220 millions d'hectares, soit 5 %) et surtout en Afrique du Nord - Proche et Moyen-Orient (99 millions d'hectares, soit 2 % seulement).

Sur ces 4,2 milliards d'hectares aptes à la culture pluviale, environ 1,6 milliard d'hectares est, comme nous l'avons vu, déjà occupé par des cultures annuelles et permanentes. Il resterait donc 2,6 milliards d'hectares potentiellement cultivables, mais non encore cultivés<sup>19</sup>, dont la plus grande part (1,8 milliard d'hectares, soit 69 %) dans les pays en développement et en émergence. Plus précisément, treize pays tous localisés (sauf l'Indonésie) en Amérique latine ou en Afrique subsaharienne, concentreraient

les deux tiers des surfaces non encore cultivées aptes à la culture pluviale<sup>20</sup>.

Cette distribution très inégale des terres non encore cultivées aptes à la culture pluviale contribue à la diffusion d'un discours alarmiste quant à un possible manque de terres si ce n'est à l'échelle globale, du moins à l'échelle des grandes régions du monde au regard de leurs populations respectives. De plus, il convient d'examiner dans quelle mesure cette estimation de 2,6 milliards est réaliste et ceci à deux titres : sur le plan quantitatif (nombre d'hectares) et sur le plan qualitatif (rendements moyens qu'il serait possible d'obtenir sur ces surfaces). La vision optimiste qui ressort de ces travaux de 2002 mérite en effet d'être nuancée. Ses auteurs considèrent comme potentiellement cultivables toutes les terres présentant des caractéristiques agronomiques minimales (pluviométrie, températures, pédologie, etc.). Ces surfaces potentiellement cultivables sont donc, soit déjà cultivées, soit mobilisées à d'autres fins (prairies, forêts, usages urbains, etc.). En 2009, d'autres experts (Nachtergaele et George) ont ainsi

estimé que, sur les 2,6 milliards d'hectares potentiellement aptes à la culture pluviale mais non encore cultivés, les villes et les infrastructures urbaines en occupaient 60 millions, les zones protégées 200 millions et les forêts 800 millions : de ce fait, le potentiel à gagner sur les seules prairies et pâturages permanents serait donc limité à 1,5 milliard d'hectares. En 1995, un autre chercheur (Alexandratos) était encore plus pessimiste : sur la base d'un calcul similaire, il aboutissait à un montant de 1 milliard d'hectares à prélever sur les seules prairies et pâturages permanents, les deux tiers étant localisés dans les pays en développement. Enfin, en limitant le potentiel aux seules terres cultivables non encore cultivées, non boisées et situées dans des zones de densité inférieure à 25 habitants au kilomètre carré, les travaux de Fischer et Shah datés de 2010 (Tableau 3) sont les plus pessimistes : ils estiment que la « réserve foncière » mobilisable serait limitée à seulement 445 millions d'hectares. Cette « réserve foncière » serait très inégalement répartie : elle se situerait essentiellement en Afrique subsaharienne (45 %) et en Amérique latine et aux Caraïbes (28 %). Par ailleurs, environ 40 % de ces terres seraient situés à plus de six heures d'accès au marché.

19. Selon la revue de Young (1999), le potentiel de terres cultivables non encore cultivées serait compris entre 1 670 et 1 900 millions d'hectares selon les méthodes d'estimation.

20. Par ordre décroissant d'importance, le Brésil (598 millions d'hectares), la République Démocratique du Congo (188), l'Argentine (104), le Soudan (94), l'Indonésie (90), l'Angola (81), la Colombie (72), la Bolivie (67), la Tanzanie (65), le Mozambique (62), le Venezuela (61), le Pérou (58) et la Zambie (57). Pour plus de détails, voir Figure 3, page 11, in Bruinisma J. (2009).

**TABLEAU 3**  
**Terres potentiellement cultivables non encore cultivées selon Fischer et Shah (2010)**

	Surface (millions d'hectares)	Pourcentage en fonction du temps d'accès au marché	
		Moins de 6 heures	Plus de 6 heures
Afrique subsaharienne	201,5	47 %	53 %
Amérique latine et Caraïbe	123,3	76 %	24 %
Europe de l'Est et Asie centrale	52,4	83 %	17 %
Asie de l'Est et du Sud	14,3	23 %	77 %
Afrique du Nord et Moyen-Orient	3,0	87 %	13 %
Reste du monde	51,0	48 %	52 %
<b>Total Monde</b>	<b>445,5</b>	<b>59 %</b>	<b>41 %</b>

En 2010, un autre chercheur (Roudart <sup>21</sup>) prend en compte la qualité des terres dans trois scénarios de plus en plus restrictifs quant aux surfaces qu'il serait possible de mettre en culture :

- Dans son premier scénario, toutes les terres de quatre classes d'aptitude agromique (très favorable, favorable, modérément favorable et peu favorable) peuvent être mises en culture, quel que soit leur usage actuel sauf si elles sont consacrées à des infrastructures : les possibilités d'extension des terres cultivées sont alors de 2,35 milliards d'hectares.
- Dans le deuxième scénario, les terres de ces quatre aptitudes peuvent toujours être mises en culture, mais à condition qu'elles ne soient pas aujourd'hui consacrées aux forêts : les possibilités d'extension des terres cultivées se réduisent alors à 1,45 milliard d'hectares.
- 112 • Dans le troisième scénario, le plus contraignant, seules les terres des trois premières classes d'aptitude (très favorable, favorable, modérément favorable) peuvent être mises en culture sauf si elles sont aujourd'hui consacrées aux forêts : les possibilités d'extension des surfaces cultivées sont limitées à 1,00 milliard d'hectares.

Encore faudrait-il tenir compte dans ces évaluations des zones protégées estimées à environ 480 millions d'hectares par Fischer en 2009. En retranchant ce chiffre aux 1 000 millions d'hectares cultivables non encore cultivés du scénario 3 de Roudart <sup>22</sup>, on aboutit à une « réserve foncière » potentiellement mobilisable d'un peu plus de 500 millions d'hectares : soit une estimation légèrement plus élevée que les 445 millions d'hectares calculés par Fischer et Shah en 2010 et légèrement plus faible que les

547 millions d'hectares de l'OCDE et de la FAO en 2009.

Une étude encore plus récente puisqu'elle date de 2013 (Lambin *et al.*) se base sur une approche spatiale pays par pays, mais sur un nombre restreint d'études de cas. Elle suggère que les estimations allant de 445 millions à 547 millions d'hectares sont encore surestimées dès lors que les contraintes sociales, institutionnelles, économiques et physiques sont prises en compte, ainsi que des compromis, notamment entre les dimensions économiques et environnementales.

Que conclure de tous ces travaux de recherche ?

- En premier lieu, il existe des terres aptes à la culture pluviale et non encore cultivées. Leur ampleur varie très fortement selon les études, en fonction de nombreux paramètres : notamment les surfaces sur lesquelles il est possible de gagner ces terres pour les mettre en culture et la qualité des terres ainsi disponibles.
- En second lieu, les surfaces aptes à la culture pluviale non encore cultivées sont, quelle que soit leur étendue absolue, très inégalement réparties sur la planète : viennent, dans l'ordre décroissant d'importance, l'Amérique latine et l'Afrique subsaharienne, puis l'Amérique du Nord, l'Europe de l'Est et la Russie. Dans les autres zones du monde, les terres disponibles pour la culture pluviale non encore cultivées sont réduites.

### 4. ÉVOLUTIONS POSSIBLES DES DIFFÉRENTS USAGES DES TERRES À MOYEN TERME

Si on se tourne maintenant vers les analyses des besoins en terres nécessaires pour faire face aux évolutions des demandes alimentaires et non-alimentaires, les méthodes mobilisées et les résultats obtenus sont, là encore, très variables et très

contrastés, allant de visions optimistes à pessimistes et fortement contraignantes.

#### 4.1. D'une vision optimiste....

En 2013, l'équipe de recherche d'Ausubel *et al.* ont utilisé une identité comptable pour décomposer le besoin en terres arables (surfaces allouées aux cultures annuelles et permanentes) en un certain nombre de « déterminants » : les différents paramètres de cette identité étant déterminés sur le passé (analyse rétrospective) et sur le futur (analyse prospective). Mathématiquement, l'équation comptable considérée est la suivante :

(1)  $TA = P \times R \times C1 \times C2 + T$ .  
 $TA$  est la surface consacrée aux cultures annuelles et permanentes (exprimée en hectares),  $P$  la population (en nombre d'individus),  $R$  le revenu par tête mesuré par le ratio du Produit intérieur brut (PIB) à la population,  $C1$  les disponibilités alimentaires d'origine animale et végétale rapportées au PIB et donc exprimées en kilocalories par unité de revenu,  $C2$  le ratio des productions de cultures annuelles (basées sur l'indice de production des cultures de la FAO) sur les calories alimentaires totales disponibles (autrement dit,  $C2$  est le ratio des productions cultivées pour les différents usages – alimentation humaine, alimentation animale, bioénergies, etc. – sur l'offre totale de biens alimentaires) et  $T$  un indicateur de la technologie défini par le ratio des surfaces consacrées aux cultures annuelles et permanentes sur l'indice de production des cultures de la FAO ( $T$  est donc l'inverse du rendement des cultures annuelles et permanentes <sup>23</sup>).

Le passage au logarithme permet de relier les variations annuelles des différentes variables de l'équation (1) en notant les variations annuelles par des lettres minuscules :

21. Roudart, 2010a, 2010b.

22. Roudart, 2010a, 2010b.

23. Pour plus de détails, cf. Ausubel *et al.* (2013).

**TABLEAU 4**  
**Décomposition dans le passé et le futur des évolutions annuelles des paramètres de l'équation (2)**

Ausubel et al. (2013)

Variables de l'équation : taux annuels de variation						
	Population ( <i>p</i> )	PIB par tête ( <i>r</i> )	Disposition alimentaire sur PIB ( <i>c1</i> )	Offre de cultures sur disponibilités alimentaires ( <i>c2</i> )	Technologie ( <i>t</i> )	Terres arables (3) ( <i>ta</i> )
<b>PASSÉ</b>						
<b>1961 – 2010</b>	+ 1,68	+ 1,67	- 1,20	+ 0,24	- 2,15	+ 0,24
<b>1995 – 2010</b>	+ 1,24	+ 1,53	- 1,35	+ 1,04	- 2,42	+ 0,04
<b>FUTUR</b>						
<b>1997 – 2050 (1)</b>	+ 0,91	+ 1,80	- 1,26	0,0	- 1,70	- 0,25
<b>2010 – 2060 (2)</b>	+ 0,9 (+ 0,7)	+ 1,8 (+ 1,5)	- 1,6 (- 1,4)	+ 0,4 (0,0)	- 1,7 (- 2,1)	- 0,2 (- 1,3)

(1) Projections établies par Waggoner et Ausubel (2001) pour la période 1997 à 2050.

(2) Projections actualisées dix ans plus tard pour la période 2010 à 2060. Les chiffres entre parenthèses correspondent à des hypothèses alternatives d'évolution sur les années 2010 à 2060 (cf. texte de l'article pour plus de détails).

(3) Conformément au texte, on a :  $p + r + c1 + c2 + t = ta$ . Rappelons que les évolutions annuelles des rendements sont égales à  $-t$ .

Source : Ausubel et al., 2013

(2)  $ta = p + r + c1 + c2 + t$ . Le *Tableau 4* chiffre l'équation (2) sur deux périodes passées (respectivement 1961 – 2010 et 1995 – 2010) et dans deux scénarios prospectifs correspondant, respectivement, à une projection 1997 – 2050 et une projection 2010 – 2060.

Le *Tableau 4* se lit ainsi, en considérant la première ligne correspondant à l'analyse rétrospective 1961 – 2010. Sur cette période, la croissance démographique (*p*), la croissance économique (*r*) et l'utilisation non-alimentaire des cultures (*c2*) ont entraîné un besoin annuel additionnel de calories alimentaires de 3,59 % (1,68 + 1,67 + 0,24 = 3,59). Ce besoin a été couvert par :

- une augmentation plus rapide des calories disponibles relativement à la croissance économique (évolution négative du facteur C1 qui a décliné au taux annuel de 1,20 %)
- une augmentation des rendements (1/T) au taux annuel de 2,15 %
- une augmentation des terres consacrées aux cultures annuelles et permanentes

(TA) au taux annuel de 0,24 % (3,59 - 1,20 = 2,39 = 2,15 + 0,24).

Sur la période plus récente 1995 – 2010, les signes des évolutions des différentes variables de l'équation (2) sont identiques avec :

- un ralentissement de la démographie (+ 1,24 %) et de la croissance économique (+ 1,53 %) qui a engendré un besoin en terres arables moindre, toutes choses égales par ailleurs
- une augmentation des utilisations non-alimentaires des cultures qui, à l'inverse, a engendré un besoin plus élevé en terres arables, toujours toutes choses égales par ailleurs.

Sur cette période 1995 – 2010, le besoin de calories alimentaires (1,24 + 1,53 + 1,04 = 3,81) a été couvert uniquement par la croissance du ratio des calories alimentaires rapportées à la croissance économique (évolution négative du facteur C1 qui a décliné au taux annuel de 1,35 %) et l'augmentation des rendements (1/T) au taux annuel de 2,42 % : deux évolutions qui ont permis de limiter la croissance des terres arables à seu-

lement 0,04 % par année (3,81 - 1,35 = 2,46 = 2,42 + 0,04).

Pour le futur, les évolutions retenues par Ausubel *et al.* (2013) sur les deux périodes 1997 – 2050 et 2010 – 2060 pour la démographie (*p*), la croissance économique (*r*), le ratio des disponibilités alimentaires au PIB (*c1*), les usages non-alimentaires des cultures annuelles et permanentes (*c2*) et les rendements ( $-t$ ) font que le besoin en terres arables serait, en pratique, une offre au sens où les surfaces consacrées aux cultures annuelles et permanentes pourraient diminuer au taux annuel de 0,25 % (projection 1997 – 2050) ou de 0,2 % (projection 2010 – 2060<sup>24</sup>). Ces deux chiffres permettent à Ausubel *et al.* (2013) d'écrire que le « *pic des terres* », c'est-à-dire le moment où, par analogie au pic pétrolier, l'utilisation des terres arables atteint un maximum, est derrière nous. Autrement dit, selon les chercheurs, il n'y aurait pas lieu de

24. Dans une variante du scénario 2010 – 2060, les terres arables pourraient même diminuer de 1,3 % par an sous l'influence d'évolutions encore plus « favorables » des variables : moindre démographie, moindre croissance économique, etc.

s'inquiéter d'un manque de terres arables à l'échelle planétaire puisque le besoin en terres arables sera, demain, moindre qu'il ne l'est aujourd'hui.

Cette vision optimiste est, naturellement, dépendante des hypothèses qui la sous-tendent. Au-delà des incertitudes sur la croissance économique et la démographie<sup>25</sup>, il nous semble qu'Ausubel *et al.* (2013) sont possiblement trop optimistes sur deux variables-clés de l'équation (2) :

- le taux annuel d'évolution de la variable C2, ratio de la production des cultures annuelles aux disponibilités alimentaires totales
- le taux annuel d'évolution des rendements.

Fixer le taux annuel de croissance de la variable C2 à 0,4 % sur 2010 – 2060 (*versus* 1,04 % sur 1995 – 2010) revient à supposer un ralentissement important des taux de croissance des utilisations des cultures pour l'alimentation animale, l'énergie et la chimie. De même, fixer le taux de croissance annuel des rendements à 1,7 % sur l'ensemble de la période 2010 – 2050 est possiblement trop optimiste dans un contexte de ralentissement des gains de rendements pour plusieurs cultures dans plusieurs zones du monde<sup>26</sup>. Notons ainsi qu'une évolution plus défavorable de chaque variable du membre de droite de l'équation (2) de 0,1 point de pourcentage aboutit non plus à une libération de terres arables de 0,2 %, mais à un besoin de terres arables de 0,3 % par an ( $1,0 + 1,9 - 1,5 + 0,5 - 1,6 = 0,3$  au lieu de  $0,9 + 1,8 - 1,6 + 0,4 - 1,7 = -0,2$ ). Pour terminer, soulignons que le travail commenté ici ne considère que les seules terres cultivées et que sa pertinence serait augmentée si elle était

aussi développée à l'échelle des grandes régions du monde.

#### 4.2. ... à des perspectives plus pessimistes

Les évaluations de besoins en terres moins optimistes que celles d'Ausubel *et al.* (2013) sont nombreuses. C'est le cas des projections de la FAO qui aboutissent à une croissance des terres cultivées de 69 millions d'hectares entre 2005 et 2050<sup>27</sup> et des projections de l'IAASDT (*International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology*) qui estiment à 180 millions d'hectares le besoin en terres arables entre 2000 et 2050<sup>28</sup>. En analysant la littérature qui examine les projections d'usage des sols réalisées ces vingt dernières années, Smith *et al.* (2010) mettent en évidence des extensions de terres cultivées allant, selon les études, de 90 à 470 millions d'hectares d'ici à 2030 ou 2050.

Au-delà des seules terres cultivées, Lambin et Meyfroidt (2011) comparent les différents usages des terres en 2000 et en 2030, les estimations à cette date étant établies sur la base d'une compilation des principales projections disponibles. Il en ressort qu'un besoin additionnel minimal en terres de 285 millions d'hectares<sup>29</sup> pourrait être couvert par les 356 millions d'hectares de terres productives non utilisées (estimation basse retenue par les auteurs) ou les 445 millions d'hectares de Fischer et Shah (2010, estimation haute retenue). En revanche, la concaténation des valeurs les plus élevées obtenues dans les différentes estimations explorées par Lambin et Meyfroidt (2011) fait apparaître un besoin en terres de 792 millions d'hectares en 2030 : c'est-à-dire un

besoin nettement supérieur à la « réserve foncière ». Ce besoin inclut 147 millions d'hectares pour des cultures à destination alimentaire, 118 millions d'hectares pour des cultures énergétiques, 151 millions d'hectares de prairies et 87 millions d'hectares de terres perdues pour cause de dégradation des sols. À ces usages agricoles s'ajoutent des besoins en terres pour des usages forestiers intensifs (109 millions d'hectares), urbains (100 millions d'hectares) ou d'extension de zones protégées (80 millions d'hectares). Le déficit en terres serait donc important (dans une fourchette allant de 436 à 347 millions d'hectares) et nécessiterait, pour être couvert, de recourir à la déforestation.

Autrement dit, la variabilité des résultats – et donc l'incertitude sur les besoins en terres aux horizons 2030 ou 2050 – est grande et conduit à des conclusions opposées. Cette variabilité, inhérente à tout processus de recherche en cours, notamment sur des questions émergentes, dépend de nombreux facteurs. Au-delà de la nature et de la structure des modèles globaux utilisés, des mécanismes agronomiques, climatiques et / ou économiques qu'ils prennent en compte ou privilégient, les simulations actuellement disponibles diffèrent profondément du fait :

- des bases de données qu'ils utilisent et qui, *via* les élasticités qui en découlent, influent fortement sur l'ampleur de certaines tendances à prolonger
- des hypothèses d'évolution de contexte sur lesquelles s'appuient les scénarios explorés (croissance démographique bien sûr, mais aussi évolutions économiques, ampleur des changements climatiques et de ses effets globaux et locaux, politiques publiques, notamment en matière de développement des biocarburants, etc.).

Pour tenter de pallier ces difficultés, Schmitz *et al.* (2014) se proposent – dans

25. Dans ce dernier domaine, les plus récentes projections des Nations unies sont plus élevées que celles formulées les années antérieures, notamment du fait d'une baisse plus lente des niveaux de fertilité – nombre d'enfants par femme.

26. Cf. *supra* et Jaggard *et al.*, 2010 ; Müller et Robertson, 2014.

27. Alexandratos et Bruinsma, 2012.

28. Van Vuuren *et al.*, 2009.

29. Cette estimation minimale comprend notamment 81 millions d'hectares de cultures à des fins alimentaires et 44 millions d'hectares de cultures à des fins énergétiques, ainsi que la perte de 30 millions d'hectares de terres pour cause de dégradation.

le cadre du programme international AgMIP (*Agricultural Model Inter-comparison Project*) – d’explorer les trajectoires de changement d’usage des sols à l’horizon 2050 ressortant de la mobilisation conjointe de dix modèles globaux disponibles, en harmonisant au mieux les données mobilisées et les scénarios explorés. Les modèles utilisés s’appuient sur des bases théoriques et des histoires très différentes. Les six modèles d’équilibre général sont plutôt issus de l’extension de modèles macro-économiques initialement centrés sur l’analyse des effets des politiques commerciales vers des problématiques de changement climatique et d’usage des sols. Les quatre modèles d’équilibre partiel sont plutôt des modèles agricoles, voire agronomiques ou de systèmes de culture, progressivement étendus aux problématiques macro-économiques. Les dix modèles diffèrent en outre en fonction de nombreux facteurs : finesse de la grille spatiale d’analyse (entre approche nationale et approche par zones agro-écologiques), hypothèses de mobilité entre usages des sols et de diversification des productions, façon dont l’accès aux terres disponibles est modélisé, modalités d’incorporation de la forêt et des cultures bioénergétiques, hypothèses faites sur les technologies de production et les changements

technologiques, etc. L’harmonisation porte essentiellement sur l’homogénéisation des scénarios explorés. Plusieurs scénarios sont considérés, s’appuyant principalement sur ceux élaborés dans le cadre du GIEC : sont ainsi repris les deux scénarios socio-économiques SSP2 (« *Middle of the road* ») et SSP3 (« *Fragmentation* ») déjà évoqués plus haut à propos des travaux sur la demande alimentaire<sup>30</sup> sans prise en compte, dans un premier temps, des conséquences du changement climatique. Le scénario SSP2 est étendu en intégrant les effets du changement climatique selon l’hypothèse forte retenue par Müller et Robertson (2014) d’un forçage radiatif de 8,5 W/m<sup>2</sup> et selon deux modèles climatiques débouchant sur des variations climatiques locales contrastées. Malgré la variabilité des résultats, il ressort de cette analyse une extension systématique des terres cultivées au niveau mondial, quel que soit le modèle (à une exception) et les scénarios explorés. Cette extension, de l’ordre de 200 millions d’hectares à l’horizon 2050 dans le scénario SSP2 sans changement climatique (scénario de référence), est légèrement plus faible dans le scénario SSP3 du fait de la réduction concomitante des demandes

30. Valin *et al.*, 2014.

alimentaires dans certaines régions du monde. En revanche, la prise en compte du changement climatique accentue, de façon systématique et parfois avec grande amplitude, l’extension des terres cultivées du fait d’une baisse possible des rendements. Ainsi, dans le scénario SSP2 avec changement climatique, l’extension des surfaces cultivées serait, en moyenne des différents modèles mobilisés, d’environ 320 millions d’hectares (*Tableau 5*).

Les effets tant des changements climatiques que des évolutions socio-économiques ne seraient cependant pas homogènes sur l’ensemble de la planète et l’extension des terres cultivées serait alors contrastée selon les régions du monde (*Tableau 5*) :

- Compte tenu des terres potentiellement disponibles et d’effets de demande importants liés aux évolutions démographiques, l’extension des terres cultivées serait possiblement très importante en Afrique, notamment lorsque la trajectoire socio-économique mondiale suit le scénario médian SSP2. Le scénario de fragmentation SSP3 pourrait, de son côté, restreindre les surfaces cultivées dans cette partie du monde, du fait d’une baisse importante de demande liée à un faible développement économique, alors que le changement

**TABLEAU 5**  
**Extension des terres cultivées à l’horizon 2050 relativement à 2005 par grandes régions du monde : scénario socio-économique « médian » du GIEC (SSP2), avec et sans prise en compte du changement climatique**  
(en millions d’hectares \*)

	SSP2 sans changement climatique	SSP2 avec changement climatique
Afrique et Moyen-Orient	+ 145,6	+ 168,5
Europe	- 20,1	- 13,3
Ex-URSS	- 11,6	+ 1,8
Amérique du Nord	+ 8,1	+ 41,8
Amérique latine	+ 56,7	+ 83,7
Asie (Sud)	+ 27,6	+ 51,0
Australie & Nouvelle-Zélande	- 0,4	+ 3,1
<b>Monde</b>	<b>+ 192,7</b>	<b>+ 317,2</b>

\* Moyenne des dix modèles utilisés dans le projet AgMip.

Source : Schmitz *et al.*, 2014

climatique n'aurait ici qu'un faible impact sur l'expansion de ces surfaces.

- La forte disponibilité en terres potentiellement cultivables en Amérique latine se traduirait également par une forte expansion des surfaces cultivées dans cette zone du monde, qui a déjà connu une forte croissance de cet usage du sol sur les dernières décennies. Contrairement au cas africain, le changement climatique aurait en Amérique latine des effets très prononcés : de 5 à 25 % de terres cultivées en plus par rapport au scénario de référence SSP2, sans changement climatique.
- Les surfaces cultivées en Europe et en Amérique du Nord ne devraient pas croître de façon importante. En Europe, elles auraient même tendance à se réduire quels que soient le modèle utilisé et le scénario exploré. Cette contraction est cependant nettement atténuée quand les effets du changement climatique sont pris en compte. Côté nord-américain, si le scénario socio-économique de fragmentation (SSP3 sans changement climatique) tend à réduire quelque peu les surfaces cultivées, les effets du changement climatique pourraient amener à les étendre de façon importante (plus de 20 % de plus relativement au scénario SSP2 certains modèles).
- La situation asiatique est plus contrastée. L'extension des terres cultivées liée aux évolutions socio-économiques y serait faible en moyenne, notamment compte tenu de l'importance des surfaces déjà exploitées, mais avec de fortes variabilités selon les modèles liées aux incertitudes sur l'évolution des demandes alimentaires et leur structure. En moyenne, le rythme d'expansion des surfaces en cultures pourrait doubler sous l'effet du changement climatique.

- Enfin, du fait de son histoire récente et de la baisse des terres cultivées consécutive à la chute de l'URSS, l'extension des surfaces cultivées dans cette région varie de façon importante selon les modèles, allant d'une forte croissance à une forte régression. En moyenne, la tendance est plutôt à la stabilisation des terres mises en culture dans la zone avec une légère baisse dans le cas du scénario de fragmentation (SSP3 sans changement climatique) et une légère croissance quand sont pris en compte les effets du changement climatique.

### 5. CONCLUSION

Contrairement à la vision malthusienne de certains cassettes, il existe encore des terres cultivables non encore cultivées à l'échelle mondiale. Celles-ci sont (très) inégalement réparties : importantes en Afrique et en Amérique latine, nettement plus rares dans les autres zones du monde et notamment en Asie où la croissance démographique sera pourtant encore importante.

Mais évaluer le potentiel de terres cultivables non encore cultivées est difficile pour des raisons essentiellement de qualité des informations statistiques. Cette évaluation varie selon les études en fonction, aussi, des hypothèses relatives aux usages des terres sur lesquelles il est possible de prélever des surfaces pour les cultures. Au total, on chiffrera à environ 500 millions d'hectares les surfaces potentiellement cultivables non encore cultivées si les surfaces forestières, les infrastructures et les réserves naturelles sont exclues.

Ce potentiel sera-t-il suffisant pour faire face au besoin additionnel en terres agricoles cultivées à l'horizon 2050 ? À cette question, nous répondrons positivement avec néanmoins la grande incertitude que constituent le changement climatique et ses effets sur les rendements. En outre, le besoin en terres ne se limite

pas aux seules terres cultivées : il y aura aussi des besoins pour des prairies, des usages forestiers, des infrastructures, des besoins de conservation ou récréatifs. Au total, ces autres demandes accroîtront la demande totale en terres et les tensions sur les marchés fonciers. Car, *in fine*, ce sont bien les facteurs socio-économiques, y compris dans leur dimension réglementaire et politique, qui détermineront les usages des sols.

Même si « *la Terre ne devrait pas manquer de terres* » au sens premier du terme, il y a déjà – et il y aura encore plus demain – concurrence entre usages alimentaires et non-alimentaires des surfaces, plus généralement entre les divers usages possibles des terres. Ceci parce que la concurrence est une notion économique et *in fine*, du moins dans un régime d'économies de marché et de propriété privée, c'est la perspective d'un profit positif qui détermine la mise en production d'un hectare et c'est la comparaison des rentabilités marginales des différents débouchés qui définit les allocations des terres entre les usages alternatifs.

C'est à cette aune qu'il convient d'analyser les questions intimement liées des usages alimentaires (végétaux et animaux), non-alimentaires (notamment pour la production de biocarburants et, plus généralement, de bio-énergies), environnementaux et urbains des sols, comme celles des pertes de terres cultivables par manque d'eau, salinisation, érosion ou artificialisation. Plus généralement, c'est de façon conjointe et simultanée qu'il convient d'examiner la capacité de la planète à relever les défis alimentaire, environnemental et énergétique (ainsi que celui des inégalités de développement économique et social entre pays du monde et à l'intérieur d'un pays donné, entre les différentes catégories de population).



## Bibliographie

- Alexandratos N. (editor), 1995, *World Agriculture: Towards 2010, an FAO Study*. J. Wiley and sons, Chichester (UK) and FAO, Roma (Italy).
- Alexandratos N., Bruinsma J., 2012, *World agriculture towards 2030/2050: The 2012 revision*. ESA working paper, 12-03, Rome, FAO.
- Ausubel, J. H., Wernick, I. K. and Waggoner, P. E. (2013), Peak Farmland and the Prospect for Land Sparing. *Population and Development Review*, 38, 221–242 (doi: 10.1111/j.1728-4457.2013.00561.x).
- Bruinsma J., 2009, *The Resource Outlook for 2050: By How Much Do Land, Water and Crop Yields Need to Increase by 2050?* Paper presented at the FAO Expert Meeting, How to Feed the World in 2050? 24-26 June 2009, Rome.
- FAO, 2011, *Global Food Losses and Food Waste - Extent, Causes and Prevention*. FAO, Rome.
- FAO, 2013, *FAO Statistical Yearbook 2013 - World Food and Agriculture*. FAO, Rome.
- Fischer G., van Velhuizen H.T., Shah M., Nachtergaele F.O., 2002, *Global Agro-Ecological Assessment for Agriculture in the 21st Century: Methodology and Results*. Research Report, IIASA, Laxenburg, 154 p.
- Fischer G., 2009, *World Food and Agriculture to 2030/2050: How do Climate Change and Bioenergy Alter the Long-Term Outlook for Food, Agriculture and Resource Availability*. Paper presented at the FAO Expert Meeting, How to Feed the World in 2050? 24-26 June 2009, Rome.
- Fisher G., Shah M., 2010, *Farmland Investments and Food Security*. IIASA Report for the World Bank, Vienne.
- Guillou M., Matheron G., 2011, *9 milliards d'hommes à nourrir : un défi pour demain*. François Bourin Editeur, 432 pages.
- Guyomard H., Darcy-Vrillon B., Esnouf C., Marin M., Russel M., Guillou M., 2012, Eating Patterns and Food Systems: Critical Knowledge Requirements for Policy Design and Implementation. *Agriculture and Food Security* 2012, 1-13. <http://www.agricultureandfoodsecurity.com/content/pdf/2048-7010-1-13.pdf>.
- Heilig G.K., 2012, *World Population Prospects: The 2011 Revision*. United Nations, Department of Social and Economic Affairs, Presentation at the Center for Strategic and International Studies, Washington D.C., 07 June 2012. [http://esa.un.org/wpp/ppt/CSIS/WUP\\_2011\\_CSIS\\_4.pdf](http://esa.un.org/wpp/ppt/CSIS/WUP_2011_CSIS_4.pdf).
- Jaggard K.W., Qi A., Ober E.S., 2010, Possible Changes to Arable Crop Yields by 2050. *Philosophical Transactions of Royal Society B*, 365: 2835-2850.
- Kearney J., 2010, Food Consumption Trends and Drivers. *Philosophical Transactions of Royal Society B*, 365: 2793-2807.
- Krieglner E., O'Neill B.C., Hallegatte S., Kram T., Lempert R.J., Moss R.H., Wolbanks T., 2012, The Need for and Use of Socio-Economic Scenarios for Climate Change Analysis: A New Approach Based on Shared Socio-Economic Pathways. *Global Environmental Change*, 22(4): 807-822.
- Lambin E.F., Meyfroidt P., 2011, Global Land Use Change, Economic Globalization and the Looming Land Scarcity. *PNAS*, 108(9): 3465-3472.
- Lambin E., Gibbs H., Ferreira L., Grau R., Mayaux P., Meyfroidt P., Morton D., Rudel T., Gasparri I., Munger J., 2013? Estimating the World's Potentially Available Cropland using a Bottom-Up Approach. *Global Environmental Change*, 23(5): 892-901.
- Lutz W., Samir K.C., 2010, Dimensions of Global Population Projections: What Do we Know about Future Population Trends and Structures? *Philosophical Transactions of Royal Society B*, 365: 2779-2791.
- Muller C., Bondeau A., Lotze-Campen H., Cramer W., Lucht W., 2006, Comparative Impact of Climatic and Non-Climatic Factors on Global Terrestrial Carbon and Water Cycles. *Global Biogeochemical Cycles*, 20: GB4015 (doi: 10.1029/2006GB002742).
- Muller C., Robertson R.D., 2014, Projecting Future Crop Productivity for Global Economic Modeling. *Agricultural Economics*, 45(1): 37-50.
- Nachtergaele F., George H., 2009, *How Much Land is Available for Agriculture?* Unpublished manuscript quoted in Bruinsma, 2009, op. cit.
- OCDE, FAO, 2009, *OECD-FAO Agricultural Outlook 2009-2018*. Paris, OCDE.
- Robert M., Cheverry C., 2009, Le sol : une contrainte pour la sécurité alimentaire mondiale. In Stengel P., Bruckler L. et Balesdent J. (éditeurs), *Le Sol*, Dossier INRA, Edition Quae, 122-125.
- Roudart L., 2010a, Terres cultivables et terres cultivées : apport de l'analyse croisée de trois bases de données à l'échelle mondiale. *Notes et Etudes Socio-Economiques* 34, 57-95.
- Roudart L., 2010b, Terres cultivables non cultivées : des disponibilités suffisantes pour la sécurité alimentaire durable de l'humanité. *Analyse* 18, 8 pages (MAAF, Centre d'Etudes et de Prospective).

- Schmitz C., van Meijl H., Kyle P., Nelson G.C., Fujimori S., Gurgel A., Havlik P., Heyhoe E., Mason d’Croz D., Popp A., Sands R., Tabeau A., van der Mensbrugge D., von Lampe M., Wise M., Blnac E., Hasegawa T., Kavallari A., Valin H., 2014, Land-Use Change Trajectories up to 2050: Insights from a Global Agro-Economic Model Comparison. *Agricultural Economics*, 45(1): 69-84.
- Smith P., Gregory P. J., van Vuuren D., Obersteiner M., Havlik P., Rounsevell M., Woods J., Stehfest E., Bellarby J., 2010, Competition for Land. *Philosophical Transactions of Royal Society B*, 365: 2941-2957.
- United Nations, 2013, *World Population Prospects: The 2012 Revision*. UN Department of Social and Economic Affairs. <http://esa.un.org/wpp/>.
- Van Vuuren D.P., Ochola W.O., Riha S., Giampietro M., Ginzo H., Henrichs T., Hussain S., Kok K., Makhura M., Mirza M., Palanisama K.P., Ranganathan C.R., Ray S., Ringler C., Rola A., Weshoek, H., Zurek M., Avato P., Best G., Birner R., Cassman K., Fraiture C., de Easterling B., Idowu J., Pongali P., Rose S., Thornton P.K., Wood S., 2009, Outlook on Agricultural Change and its Drivers. In: McIntyre B.D., Herren H.R., Wakhungu J. Watson R.T. (editors), *Agriculture at a Crossroads*. Island Press, Washington DC, pp. 255-305.
- Valin H., Sands R.D., van der Mensbrugge D., Nelson G.C., Ahammad H., Blanc, E., Bodirky B., Fujimori S., Hasegawa T., Havlik P., Heyhoe E., Kyle P., Mason-D’Croz D., Paltsev S., Rolinski S., Tabeau A., van Meijl H., von Lampe M., Willenbockel D., 2014, The Future of Food Demand: Understanding Differences in Global Economic Models. *Agricultural Economics*, 45(1): 51-67.
- Waggoner P.E., Ausubel J.H., 2001, How Much Will Feeding More and Wealthier People Encroach on Forests? *Population and Development Review*, 27(2): 239-257.
- Wheeler T., von Braun J., 2013, Climate Change Impacts on Global Food Security. *Science*, 341: 508-513.
- Young A., 1999, Is There Really Sparse Land? A Critique of Estimates of Available Land in Developing Countries. *Environment, Development and Sustainability*, 1: 3-18.