

La production agricole mondiale à l'horizon 2050 : comparaison de quatre prospectives

De nombreuses études prospectives ont été produites récemment concernant la capacité du monde à se nourrir d'ici 2050. La grande variabilité des hypothèses et des résultats nécessite une comparaison critique et chiffrée des scénarios proposés, insuffisamment réalisée jusqu'à présent, pour mieux identifier les principales marges de manœuvre.

Pour ce faire, nous analysons ici en détail quatre exercices de prospective sur la sécurité alimentaire à l'horizon 2050 : le dernier Outlook de la FAO (2010), la prospective Agrimonde (INRA-CIRAD, 2009), l'étude de l'Institut de socio-écologie de Vienne (2009) et la prospective de l'IFPRI (2005).

Cette comparaison met en évidence deux grandes visions du futur de l'agriculture : d'un côté des scénarios tendanciels basés sur l'intensification à l'hectare pour limiter l'extension des surfaces cultivées et préserver des espaces naturels ; de l'autre côté des scénarios de rupture basés sur des systèmes agricoles fournissant des aménités environnementales quitte à augmenter les surfaces cultivées.

Les politiques publiques auront un rôle majeur à jouer pour créer les conditions socio-économiques indispensables à l'essor des petites exploitations, tout en engageant la transition vers des systèmes agricoles ne visant pas seulement l'augmentation de la production mais permettant de répondre aux défis d'un développement durable et partagé.

Une première note d'analyse¹ du CEP s'est intéressée aux hypothèses sur la demande alimentaire mondiale à l'horizon 2050, soulignant le large éventail d'estimations existantes et les marges de manœuvre pour l'infléchir. Nous nous concentrerons ici sur la question de la production agricole, en comparant à nouveau quatre exercices de prospective.

Le dernier Outlook de la FAO², publié en 2010, est un exercice de prévision basé sur l'extrapolation des tendances actuelles. La prospective Agrimonde (INRA-CIRAD)³, publiée en 2009, élabore deux scénarios : AGO considéré comme tendanciel (basé sur le scénario *Global Orchestration du Millenium Ecosystem Assessment*) et AG1 scénario normatif décrivant une transition vers une demande alimentaire et une production agricole durables (par la « révolution doublement verte »). L'Institut de socio-écologie de Vienne (ISV) a publié en 2009 une étude qui croise 4 hypothèses de consommation alimentaire avec des hypothèses contrastées d'évolution des surfaces agricoles et des rendements⁴. Enfin, l'IFPRI⁵ propose, dans une étude publiée en 2005, trois scénarios : *Progressive policy*

marqué par un fort volontarisme politique, des investissements massifs et une croissance soutenue, *Policy failure* conduisant à des crises, un retour au protectionnisme et une moindre croissance et enfin un scénario d'échec technologique (*Techno failure*) où les faibles rendements et les dégradations de l'environnement conduisent à une paupérisation.

On distingue aisément deux grandes familles de scénarios (voir annexe 1 de la version électronique pour les éléments chiffrés détaillés) : des scénarios de nature tendancielle relativement optimistes (FAO, Agrimonde AGO, IFPRI *progressive policy*) et des scénarios de rupture (par la prise en compte plus forte des limites environnementales et sociales dans le cas d'Agrimonde G1 ou du fait de crises économiques et agricoles dans le cas des deux scénarios d'échec de l'IFPRI). Les scénarios tendanciels supposent une forte augmentation de la production agricole d'ici 2050, induite notamment par une augmentation de la consommation de viande comprise entre 85 % et 151 %. Ces scénarios font également l'hypothèse d'une augmentation des rendements agricoles

supérieure à 65 % et d'une faible extension des surfaces cultivées, inférieure à 6 %. Les scénarios de rupture reposent en général sur une augmentation plus faible des rendements (entre 7 % pour AG1 et 19 % pour l'IFPRI), mais sur une augmentation des surfaces plus forte, comprise entre 13 % et 23 %. En général, ces scénarios nécessitent ou entraînent une évolution vers des régimes alimentaires moins carnés, se traduisant par une augmentation des besoins agricoles plus faibles, entre 28 % et 43 %.

1. Even M.-A., Laisney C., *La demande alimentaire en 2050 : chiffres, incertitudes et marges de manœuvre*, MAAPRAT-Centre d'études et de prospective, n° 27, février 2011.

2. Bruinsma J., 2010, *The resource outlook to 2050. By how much do land, water use and crop yields need to increase by 2050?*, FAO, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak971e/ak971e00.pdf>

3. INRA, CIRAD, 2009, *Agrimonde. Agricultures et alimentations du monde en 2050 : scénarios et défis pour un développement durable*. <http://www.paris.inra.fr/prospective/projets/Agrimonde>

4. Institut de socio-écologie de Vienne, 2009, *Eating the Planet: Feeding and fuelling the world sustainably, fairly and humanely- a scoping study*. http://www.uni-klu.ac.at/socec/downloads/WP116_WEB.pdf

5. IFPRI, 2005, *New Risks and Opportunities for Food Security: scenarios analyses for 2015 and 2050*. <http://www.ifpri.org/sites/default/files/pubs/2020/dp/dp39/2020dp39.pdf>

L'étude de l'ISV procède d'une logique différente, en croisant 4 hypothèses de consommation alimentaire avec des hypothèses contrastées d'évolution des surfaces agricoles et des rendements, ce qui permet d'explorer des scénarios intermédiaires entre les deux visions précédentes.

1 - Le rôle clé de l'élevage et de la productivité animale

L'augmentation de la demande alimentaire mondiale nécessite en général une augmentation bien supérieure en termes de production végétale. Ceci est lié aux pertes, à la production de semences et surtout à la part importante de l'alimentation animale (*feed*). Le nombre de calories végétales (hors pâture) nécessaire pour produire une calorie animale varie de 2 à 5 selon les zones concernées, le type de production animale⁶ et le système technique utilisé. Dans la plupart des régions, ce coefficient a fortement augmenté depuis 1960, du fait de l'intensification des systèmes d'élevage de ruminants (diminution des pâturages au profit d'aliments concentrés). Actuellement, plus du tiers des calories végétales (hors pâtures) sert à l'alimentation animale, et ce chiffre monte à 58 % dans les pays de l'OCDE.

Alors que les différents exercices de prospective font des hypothèses très détaillées sur l'évolution des rendements végétaux, la plupart d'entre eux ne formulent pas d'hypothèses explicites sur la consommation humaine de produits animaux, ni sur l'évolution de la productivité animale. Seul l'Institut de socio-écologie de Vienne fait des hypothèses de rupture : les élevages extensifs dits « de subsistance », qui représentent plus de 40 % de la production animale actuelle, sont réduits de 50 % au profit de systèmes plus intensifs. Cette intensification apparaît drastique et aura des conséquences socio-économiques fortes. Elle semble en revanche indispensable pour assurer la faisabilité et la cohérence des

hypothèses d'extension des terres cultivables (qui se font le plus souvent au détriment des pâturages). Cette intensification peut prendre des formes variées, l'Institut de socio-écologie de Vienne considère ainsi trois scénarios : conventionnel, à haut niveau de bien-être animal ou biologique. Ces trois scénarios de production animale ont peu d'impacts sur la sécurité alimentaire globale à 2050, montrant la possibilité d'évoluer vers des systèmes d'élevage plus respectueux du bien-être animal et de l'environnement, sans compromettre la sécurité d'approvisionnement.

2 - Les gains de rendements envisagés

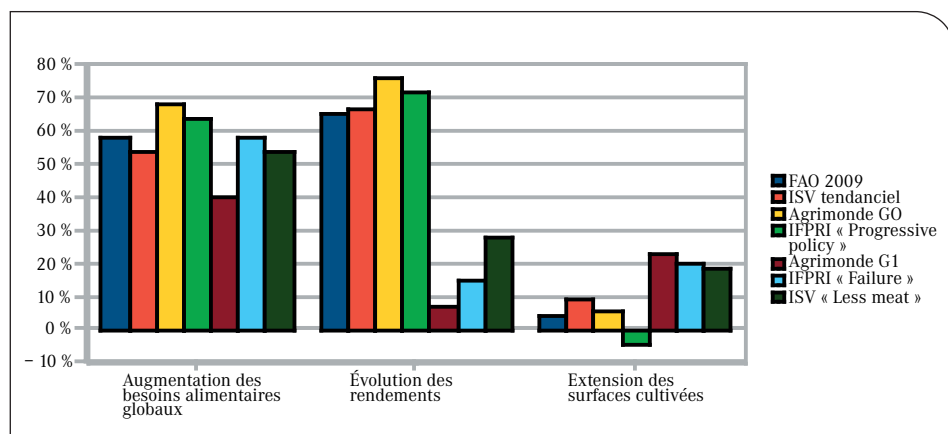
La comparaison des 4 exercices de prospective montre une fourchette d'évolution des rendements des cultures végétales très large, comprise entre 7 % et 76 % entre 2000 et 2050 (voir annexe 1 de la version électronique), que nous analysons ci-dessous. Ces évolutions de rendement restent très inférieures à l'augmentation de 155 % observée entre 1961 et 2009 sur une durée comparable, mais proches des gains plus faibles observés sur la période récente. Pour mieux comprendre ce large éventail d'hypothèses sur les rendements, nous avons comparé, sur quatre ensembles régionaux, les gains de rendement céréaliers d'ici 2050 retenus avec les hypothèses chiffrées d'autres exercices comme l'IAASTD, le *Millenium Ecosystem Assessment* et les travaux de Michel Griffon. Nous avons également mis en perspective ces résultats avec les gains réalisés sur les 50 dernières années (1961-2009) et le rendement théorique potentiel de chaque région⁷. L'ensemble de ces données et calculs est présenté de manière détaillée en annexe 2 de la version électronique.

Les scénarios tendanciels convergent vers une augmentation des rendements mondiaux d'environ 70 % d'ici 2050. Les hypothèses tendanciennes faites par région sont relativement convergentes, montrant

un certain consensus sur l'évolution des rendements en l'absence de bifurcations. Les plus grandes différences concernent l'Afrique (l'hypothèse d'Agrimonde GO est ainsi supérieure de 30 % à celle de la FAO). Ces scénarios supposent le plus souvent des investissements importants en agriculture (recherche, infrastructures, irrigation) et des progrès technologiques soutenus.

Pour Agrimonde et l'Institut de socio-écologie de Vienne, la croissance des rendements envisagée dans ces scénarios se heurte à des limites fortes. D'une part, comme la FAO le souligne, on constate sur la dernière décennie une stagnation ou une moindre augmentation des rendements dans de nombreux pays. D'autre part, l'extension des surfaces cultivées devrait se faire majoritairement sur des terres à moindre potentiel de rendement, tandis que la dégradation des terres déjà cultivées limite également les évolutions futures. La raréfaction des ressources hydriques constitue également un frein important : l'agriculture consomme déjà 70 % des ressources mondiales en eau douce et dans certaines zones les aquifères se vident (notamment en Egypte, Libye, Australie, États-Unis et Inde). Le changement climatique contribuera à accentuer les risques, à accélérer la dégradation des terres (érosion, désertification, salinisation, montée des eaux) et pourrait également diminuer les rendements dans les zones tropicales où les plus forts gains sont attendus⁸. Enfin, il est de plus en plus reconnu que les recettes du passé (révolution verte) ont montré des limites environnementales et sociales fortes (IAASTD). La faim est avant tout un problème d'accès à l'alimentation et l'évolution des systèmes agricoles doit donc également permettre de répondre aux enjeux de la pauvreté et de l'emploi. Un rapport récent du ministère britannique de l'agriculture et de l'environnement appelle ainsi à un changement de cap drastique⁹.

La plupart des exercices de prospective imaginent donc des scénarios alternatifs de moindre croissance des rendements (entre 7 % et 49 %), soit sous l'effet de crises agricoles (IFPRI), soit sous l'effet de limites environnementales et climatiques



6. La production de ruminants nécessite davantage de calories végétales mais peut mieux valoriser les pâturages.

7. Il s'agit du rendement maximal obtenu avec les meilleures techniques d'exploitation disponibles. Il est propre à chaque région agro-écologique.

8. IFPRI, 2009, *Climate change: impact on agriculture and cost of adaptation*.

Jaggard K. W., 2010, *Possible changes to arable crop yields by 2050*, Royal society.

9. DEFRA, 2011, *The future of food and farming: challenges and choices for the global sustainability*.

plus fortes (« révolution doublement verte » d'Agrimonde G1, scénario 100 % bio de l'ISV). Parmi ces scénarios, Agrimonde G1 apparaît particulièrement pessimiste et conservateur, avec une augmentation des rendements quatre fois inférieure à celle du scénario de conversion biologique de l'ISV. On peut remarquer que les rendements agricoles ont augmenté de 13 % entre 2003 et 2009, soit davantage que ce qui est envisagé en 50 ans par Agrimonde G1. Alors que les experts avaient également proposé une hypothèse G1 « haute », plus proche des autres scénarios alternatifs, le choix de ne retenir que l'hypothèse basse d'évolution des rendements semble donc très discutable. À l'inverse, on note une relative convergence des hypothèses des autres scénarios de transition environnementale (hypothèses hautes d'Agrimonde G1, scénarios 50 % et 100 % bio de l'ISV, fourchette basse de gains de rendement des autres exercices).

Dans les pays en développement, la transition vers des systèmes agro-écologiques conduit en effet à des gains de rendements significatifs, proches de ceux des scénarios tendanciels. L'étude de l'Institut de socio-écologie de Vienne fait ainsi l'hypothèse que l'évolution des rendements « bio » dans les pays en développement pourrait être relativement similaire à l'évolution « tendancielle ». Certains travaux récents corroborent ce type de conjectures en montrant que la conversion vers l'agriculture biologique peut engendrer des augmentations de rendement de 80 % en moyenne avec les techniques actuelles dans les pays en voie de développement¹⁰.

Quels que soient les scénarios, il est important de noter que les moyennes mondiales recouvrent des situations extrêmement différentes, montrant les limites de discussions en termes de « gain moyen global ». L'essentiel des gains de production est à attendre des pays en développement. Les gains les plus forts sont envisagés en Afrique (où ils restent très inférieurs aux rendements théoriques potentiels), et surtout en Amérique latine. Les pays de l'ex-URSS sont souvent considérés comme un futur grenier à blé à l'échelle mondiale (l'atteinte de 90 % du rendement potentiel entrainerait des gains de plus de 120 % en Roumanie et en Ukraine), même si le développement effectif de ce potentiel dans le futur fait l'objet de controverses. Dans tous les exercices, les gains de rendement envisagés sont faibles en Asie et dans les pays développés, notamment en Europe, compte tenu des problèmes environnementaux et du niveau d'intensification déjà atteint.

Finalement, la comparaison des hypothèses de rendement des différents exercices montre d'abord le haut degré d'incertitude et de manque de connaissance sur les potentiels de gains de rendement à l'horizon 2050, notamment dans le cas d'une transition vers des systèmes agro-écologiques.

3 - L'évolution des surfaces cultivées

Alors que les surfaces cultivées ont augmenté de 12 % depuis 1961, les scénarios étudiés envisagent trois types d'évolution des surfaces cultivées : une diminution (IFPRI *Progressive policy*) ; une augmentation modérée (entre 70 et 140 Mha), inférieure à 10 % de la surface cultivée actuelle, pour des scénarios supposant une augmentation forte des rendements (FAO, ISV tendanciel, Agrimonde G0) ; une augmentation forte (entre 291 et 361 Mha), aux alentours de 20 %, pour des scénarios alternatifs conduisant à de moindres gains de rendement.

Ces évolutions de surfaces mises en culture peuvent apparaître relativement proches les unes des autres par rapport aux hypothèses très contrastées d'évolution des rendements. Elles sont inférieures au potentiel de terres cultivables non cultivées, estimé à environ 1 000 Mha, en excluant les forêts, les terres peu convenables et marginales et les espaces qui seront artificialisés¹¹. Le taux de terres cultivables effectivement cultivées en 2050 varie ainsi de 66 % (FAO) à 84 % (Agrimonde G1 en tenant compte des biocarburants). Il y a donc *théoriquement* de la marge pour augmenter davantage les surfaces agricoles, et en tous cas pour considérer comme faisables les scénarios d'extension forte des terres cultivées.

Néanmoins, il est important de noter que les possibilités de mise en culture effective de nouvelles terres soulèvent de nombreuses controverses sur les plans socio-économique et environnemental. Même si des évolutions comprises entre 7 % et 23 % peuvent paraître relativement modestes, il s'agit de plus de 250 Mha qui seront ou non mis en culture, en concurrence directe avec les pâturages ou le bois de chauffe et avec des impacts environnementaux significatifs.

La prise en compte des contraintes environnementales (biodiversité, émissions de gaz à effet de serre) et la question de la dégradation des terres devraient conduire à limiter l'extension des terres cultivées. En outre, des travaux de terrain, tels que ceux menés par le CIRAD, montrent que les disponibilités foncières peuvent s'avérer localement bien inférieures aux résul-

tats issus des bases de données globales, en particulier lorsque des contraintes socio-économiques sont prises en compte. La conversion des pâturages et jachères en terres cultivées pose également des défis socio-économiques majeurs (investissements) et nécessite une politique foncière efficace pour sécuriser les droits d'usage locaux.

4 - La question des biocarburants de première génération

L'impact des biocarburants sur la faisabilité de l'approvisionnement alimentaire à l'horizon 2050 n'est pas approfondie dans cette note. Néanmoins, quelques éléments invitent à poursuivre les travaux sur ce point, les quatre exercices de prospective prenant en compte de façon très différente la demande non alimentaire.

Les biocarburants sont ainsi quasiment absents dans le scénario de la FAO, qui n'envisage pas de changement par rapport à la situation actuelle. Une étude complémentaire¹² est venue combler cette lacune ; elle estime que les biocarburants entraînent des besoins supplémentaires en céréales, de 18 % à 30 % au-delà de l'augmentation de demande calculée par la FAO. Les surfaces agricoles supplémentaires dues aux biocarburants (effets directs et indirects) seraient donc de 21 à 48 Mha, ce qui représente de 30 % à 70 % de l'augmentation des terres cultivées à l'horizon 2050 selon la FAO, mais reste faible par rapport aux surfaces disponibles. Dans Agrimonde, les biocarburants mobilisent entre 213 et 224 Mha, soit de un à deux tiers de l'augmentation de la surface totale estimée. Les travaux de l'ISV procèdent d'une logique différente : la quantité de biocarburants qui peut être produite est calculée *a posteriori*, selon la quantité de biomasse disponible non nécessaire à l'alimentation. L'étude ne se focalise pas sur les biocarburants de première génération mais inclut la valorisation des résidus de culture et des prairies. Elle aboutit à des potentiels bien moins élevés que d'autres rapports, aux alentours de 15 % à 22 % de la consommation d'énergie actuelle.

La demande en biocarburants est donc un élément non négligeable de l'équation alimentaire à l'horizon 2050. Mais sa quantification reste soumise à de nombreuses

10. Pretty, J. N. *et al.*, 2006, «Resource-Conserving Agriculture Increases Yields in Developing Countries», *Environmental Science and Technology*, 40 (4), pp. 1114-1119.

11. Roudart L., 2009, *Terres cultivables, terres cultivées, autres usages ou couvertures des terres du monde et des grandes régions*. Étude pour le Ministère chargé de l'agriculture.

12. Fischer G., 2009, *How do climate change and bioenergy alter the long term outlook for food, agriculture and resource availability*, FAO.

incertitudes : persistance de politiques de soutien fortes, conditions économiques favorables (prix du pétrole), progrès technologiques et apparition des biocarburants de deuxième génération, rendement énergétique et impact environnemental des biocarburants, etc. Les éléments disponibles suggèrent des limites à la production de bioénergie et la nécessité de faire des compromis entre production de bioénergie, prise en compte des contraintes environnementales et évolutions des régimes alimentaires.

5 - Visions et orientations stratégiques

Pour satisfaire les besoins alimentaires à l'horizon 2050, deux visions du futur se dégagent, nécessitant chacune de forts investissements et des politiques publiques appropriées. Au-delà de questions techniques et de leurs implications socio-économiques, ces visions témoignent de deux attitudes face aux enjeux environnementaux et climatiques croissants :

– une vision tendancielle, reposant sur une intensification conventionnelle de l'agriculture et tentant d'intégrer au mieux les contraintes environnementales tant qu'elles n'impactent pas la production : l'essentiel des gains environnementaux résulte d'une moindre utilisation des terres, permettant de conserver davantage de « sanctuaires pour la biodiversité » ou le stockage de carbone. Cette vision pose néanmoins des problèmes de faisabilité et de cohérence, dans un contexte de dégradation des terres, de raréfaction et de pollution des ressources en eau, de renchérissement des énergies fossiles et des engrais.

– une vision de rupture, basée sur une transition vers des systèmes agro-écologiques : ces systèmes ont en général des rendements moindres mais suffisants pour permettre la sécurité alimentaire à l'horizon 2050, sauf en cas de généralisation d'un régime alimentaire très carné. Ces scénarios supposent souvent une utilisation accrue de terres cultivables, mais avec une agriculture multifonctionnelle fournissant davantage de services écosystémiques. Leur faisabilité reste soumise à des évolutions socio-économiques majeures et des politiques d'accompagnement lourdes.

L'évolution de la consommation de viande et de la production animale est un paramètre majeur de la sécurité alimentaire à l'horizon 2050. Une évolution de la consommation de viande supérieure à celle envisagée actuellement pose un réel challenge à l'atteinte des besoins alimentaires dans le respect des limites environnementales. Par ailleurs, un élément clé de la controverse sur le potentiel de terres

cultivables concerne la compétition entre terres cultivées et pâturages. L'intensification d'une partie des systèmes d'élevage très extensifs (de type élevage agro-pastoral ou ranching) est un levier majeur, à condition de se faire de façon respectueuse de l'environnement. Elle nécessite des politiques d'accompagnement fortes si on veut éviter que les tensions autour des terres cultivables ne débouchent sur des conflits ou un accroissement de la déforestation.

Tout comme le gaspillage est un paramètre important des besoins alimentaires, les pertes agricoles et agro-alimentaires postérieures à la récolte sont également un facteur majeur. Elles représentent en effet de 15 % à 60 % de la production agricole selon les produits et les pays. Les recettes pour les réduire existent mais nécessitent des investissements importants et une action à l'échelle de l'ensemble de la filière. Si les biocarburants n'ont pas fait l'objet ici d'une analyse détaillée, il paraît indispensable de faire preuve de mesure dans le développement des cultures à vocation énergétique, qui peuvent entrer en concurrence avec les cultures alimentaires.

L'examen des hypothèses d'extension des terres cultivées montre que la question foncière est un élément clé de l'équation alimentaire à l'horizon 2050. Objet de contraintes importantes en termes environnementaux, économiques et techniques, la mise en culture de nouvelles terres est souvent en concurrence directe avec le pâturage et d'autres usages. Si l'empreinte urbaine apparaît globalement assez faible, il ne faut pas oublier l'impact des infrastructures rurales, moins bien prises en compte dans les estimations de terres disponibles et plus gourmandes en terre (habitat plus dispersé). Ces contraintes peuvent en partie être levées, à condition de garantir l'équité et la sécurité des droits fonciers et de réunir les conditions d'une exploitation durable des terres.

Il convient enfin de rappeler que les moyennes mondiales recouvrent des situations extrêmement différentes : une augmentation globale forte des rendements peut ainsi recouvrir une stagnation au Nord et une augmentation rapide au Sud. Les évolutions restent très dépendantes des systèmes agraires existant. Il est ainsi indispensable de voir que l'essentiel des gains de production est à attendre des pays en développement. Les hypothèses concernant

l'Afrique sont de ce point de vue très souvent pessimistes pour l'ensemble des exercices comparés et les évolutions attendues restent bien en deçà des rendements potentiels. Les cas d'explosion de la production vécue récemment par le Malawi et le Botswana montrent que des ruptures sont tout à fait possibles, sous réserve de conditions économiques et politiques adéquates. Une priorité forte devrait être donnée aux collaborations scientifiques et techniques pour appuyer les institutions du Sud dans l'amélioration des cultures tropicales oubliées par la plupart des programmes de la première « révolution verte » (manioc, mil, sorgho, etc.). Il convient pour cela de dépasser la simple vision de la maximisation de la production et de mieux prendre en compte l'efficacité économique, sociale et environnementale, dans un contexte marqué par de fortes incertitudes : contraintes climatiques mais aussi opportunité *via* les crédits carbone, volatilité des prix, raréfaction et renchérissement des intrants (pétrole, engrais) et de l'eau.

La sécurité alimentaire globale nécessitera donc l'évolution des comportements alimentaires et la mobilisation de l'ensemble des agricultures du monde, même si certaines ne sont pas compétitives à l'heure actuelle. Le seul fonctionnement des marchés et la logique des avantages comparatifs ne constituent pas des outils suffisants pour piloter l'évolution du système alimentaire mondial. Les politiques publiques auront un rôle majeur à jouer, en créant les conditions socio-économiques propices à l'essor de l'ensemble des agricultures, et notamment des petites exploitations familiales.

Marie-Aude Even¹³

Julien Vert

Centre d'études et de prospective

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire
Secrétariat Général
Service de la statistique et de la prospective
Centre d'études et de prospective
12 rue Henri Rol-Tanguy
TSA 70007
93555 MONTREUIL SOUS BOIS Cedex
Tél. : 01 49 55 85 05
Sites Internet : www.agreste.agriculture.gouv.fr
www.agriculture.gouv.fr

Directrice de la publication : Fabienne Rosenwald

Rédacteur en chef : Bruno Héralut
Mel : bruno.herault@agriculture.gouv.fr
Tél. : 01 49 55 57 43

Composition : SSP Beauvais
Dépôt légal : À parution © 2011

13. Marie-Aude Even était chargée de mission au CEP au moment de la rédaction de cette note. Elle est aujourd'hui secrétaire exécutive de l'Observatoire des agricultures du monde à la FAO.

Annexe 1 : Panorama des hypothèses des exercices prospectifs

	FAO 2009	Agrimonde GO	Agrimonde G1	ISV « trend »	ISV « higher meat »	ISV « less fair meat »	ISV « less meat »	IFPRI « progressive policy »	IFPRI « failure »	IFPRI « techno failure »
Augmentation des besoins alimentaires globaux à 2050	+ 58 %	+ 68 %	+ 40 %	+ 54 %	+ 63 %	+ 44 %	+ 54 %	+ 64 %	+ 58 %	+ 52 %
Évolution de la demande en produits animaux	+ 85 % en tonnes	+ 151 % en kcal animales	+ 40 % en kcal animales	+ 53 % en kcal animales	+ 112 %	- 27 %	+ 13 %	+ 95 % en kg	+ 49 % en kg	+ 29 % en kg
Évolution de la demande en produits agricoles végétaux incluant alimentation animale	+ 66 % en tonnes	+ 83 % en kcal initiales	+ 28 % en kcal initiales	Dépend des scénarios de productivité animale, végétale et de la surface				+ 65 % production céréalière	+ 43 % production céréalière	+30 % production céréalière
Évolution des rendements	65 % avec 52 % de rendement/ha soit + 1,01 %/an	76 % soit + 1,14 %/an	7 % soit + 0,4 %/an	+ 49 % (50 % de surfaces en bio) ou + 67 % (conventionnel)	+ 67 % (conventionnel)	+ 49 % (50 % de surfaces en bio) ou + 67 % (conventionnel) + 28 % (100 % bio) potentiellement faisable avec marge d'erreur de 5 % sur les hypothèses de surface		+ 72 %	+ 15 %	+ 19 %
Évolution des surfaces cultivées	+ 4,5 % net	+ 6 % alimentaire	+ 23 % alimentaire	+ 9 % ou + 19 % (si 50 % de surfaces bio)	+ 19 %	+ 9 ou + 19 %		- 4 % de surfaces céréalières cultivées	+ 20 % de surfaces céréalières cultivées	+ 13 % de surfaces céréalières cultivées

Source : extraits des rapports cités et calculs des auteurs.

Annexe 2 : Comparaison des hypothèses de gains de rendement

Source	Autres éléments de mise en perspective		Scénarios d'augmentation forte des rendements				Scénarios d'augmentation plus faible des rendements ou de révolution doublement verte				
	FAO 1961-2009	Gain pour atteindre 90 % du rendement potentiel	Fourchette haute d'autres prospectives	FAO 2050	Agrimonde GO	ISV tendanciel	Hypothèses basses autres prospectives	Agrimonde G1 (hypothèse basse)	Agrimonde G1 (hypothèse haute)	ISV 100 % bio	ISV 50 % bio
Type de rendement	Céréalières	Maïs	Céréales t/ha	Cultures t/ha	Cultures alimentaires kcal/ha	Cultures alimentaires tMS/ha	Céréales t/ha	Cultures alimentaires kcal/ha		Cultures alimentaires tMS/ha	
Ex-OCDE	+ 203 % (Europe) + 192 % (Am. du Nord)	+ 21 % (Europe) + 11 % (Am. du Nord)	+ 97 % (IAASTD)	+ 37 %	+ 54 %	+ 49 %	+ 19 % (MEA)	+ 4,6 %	+ 50 %	- 7,00 %	+ 20 %
Asie	+ 241 % (Asie de l'Est) + 234 % (Asie du Sud)	+ 55 %	+ 97 % (IAASTD)	+ 48 % (Est) + 85 % (Sud)	+ 77 %	+ 42 % (Est) + 88 % (Sud)	+ 20 % (MEA)	± 0 %	+ 50 %	- 11 % (Est) + 70 % (Sud)	+ 17 % (Est) + 80 % (Sud)
Afrique subsaharienne	+ 135 %	+ 360 %	+ 204 % (IAASTD)	+ 118 %	+ 145 %	+ 110 %	+ 35 % (M. Griffon)	+ 24 %	+ 97 %	+ 100 %	+ 110 %
Amérique latine	+ 116 %	+ 48 %	+ 175 % (IAASTD)	+ 87 %	+ 105 %	+ 88 %	+ 50 % (MEA)	+ 26 %	+ 86 %	+ 70 %	+ 80 %

Augmentation de rendement (en %) par hectare cultivé (incluant l'intensité culturale)

Source : extraits des rapports cités et calculs des auteurs.