

présente un rendement inférieur à ses capacités. En particulier, les rendements pourraient augmenter de façon significative dans de nombreuses régions d'Afrique, d'Amérique centrale et d'Europe de l'Est, à l'aide de meilleures semences, d'engrais et d'une irrigation plus efficace. Utiliser tout le potentiel des terres cultivées les moins rentables pour 16 cultures parmi les plus importantes (maïs, pommes de terre, riz, blé, etc.) augmenterait la production alimentaire totale de 50 à 60 pour cent, avec peu de dommages pour l'environnement.

L'augmentation du rendement des terres agricoles les moins productives nécessite souvent davantage d'engrais et d'eau. Il faudra éviter une irrigation et une utilisation débridées de produits chimiques. De nombreuses autres techniques permettent d'augmenter le rendement. Des techniques de plantation avec une réduction du labour perturbent moins le sol et évitent l'érosion; des plantes dites de couverture, cul-

tivées entre les cultures alimentaires, réduisent les mauvaises herbes et apportent des nutriments et de l'azote au sol, lorsqu'elles sont enfouies au moment du labour. Des leçons tirées de systèmes biologiques et agroécologiques peuvent également être adaptées, par exemple laisser les résidus des cultures dans les champs, afin qu'ils se décomposent en nutriments.

Mieux utiliser les ressources

Le défi sera aussi économique et social. Notamment, les rendements ne pourront être augmentés qu'avec une meilleure répartition des engrais et des variétés de semences dans les régions appauvries, et un meilleur accès aux marchés mondiaux pour de nombreuses régions.

Notre troisième recommandation concerne l'efficacité des pratiques agricoles: pour réduire les impacts environnemen-

taux de l'agriculture, il est nécessaire, quel que soit le rendement, d'utiliser moins d'eau, d'engrais et d'énergie.

En moyenne, il faut environ un litre d'eau d'irrigation pour faire pousser une calorie de nourriture, bien que certains endroits en utilisent beaucoup plus. Notre analyse a montré que les exploitations peuvent limiter considérablement l'utilisation d'eau sans trop réduire la production de nourriture, en particulier sous les climats secs. Les principales stratégies sont l'irrigation au goutte-à-goutte (l'eau est appliquée à la base de la plante et non gaspillée en pulvérisations dans l'air), le paillage (couvrir le sol de matières organiques pour retenir l'humidité) et la réduction des pertes d'eau dues aux systèmes d'irrigation (en diminuant l'évaporation).

Avec les engrais, c'est un ajustement dans les deux sens qu'il faut effectuer. Certains endroits sont trop pauvres en nutriments et fournissent donc une faible

L'importance des marchés locaux

Les solutions proposées par Jonathan Foley sont intéressantes et recourent celles développées en 2009 en France dans l'étude Agrimonde de l'INRA et du CIRAD, ou plus récemment par l'Académie des sciences. Tout le monde s'accorde à dire qu'il est impératif d'augmenter les rendements agricoles dans certains pays en développement, comme l'Afrique Subsaharienne ou l'Amérique du Sud, alors qu'en 2050 plus de la moitié de l'humanité se trouvera en Asie. Pourquoi? Parce qu'en général, les rendements sont déjà excellents en Asie, et qu'il reste peu de marges pour les augmenter dans des proportions importantes, avec les technologies connues aujourd'hui. Ce résultat est le fruit de la « révolution verte » débutée autour des années 1950, qui a remarquablement fonctionné en Asie, mais que l'on n'a pas su mettre en œuvre en Afrique. Elle consiste à utiliser des variétés sélectionnées et efficaces, et à produire plus avec trois ingrédients, des engrais, des pesticides, et de l'irrigation.

Augmenter la production et les rendements en Afrique, est-ce possible? Assurément. De vastes res-

sources y sont inexploitées (environ 20 pour cent seulement des terres cultivables sont cultivées), les ressources en eau sont immenses dans la zone tropicale. Mais c'est dans cette partie du monde que les aménagements font le plus défaut: peu de barrages, peu de périmètres irrigués, et ceux qui existent ont un fonctionnement peu satisfaisant. Un paysan africain cultive en général un hectare de terre, et le fait à la main, sans engrais, sans protection des cultures contre les attaques des parasites. Il est si pauvre qu'il n'a pas les moyens d'acheter les outils les plus élémentaires, telles une pelle ou une pioche, sans parler de semences sélectionnées, d'engrais, etc.

Dans les solutions qu'elle préconise, l'équipe de J. Foley souligne la nécessité de libéraliser le commerce mondial et les échanges internationaux. Elle ne saurait avoir à la fois aussi tort et aussi raison. Raison, car nourrir la planète en 2050 nécessitera d'énormes échanges de nourriture de continent à continent. L'Asie, avec plus de cinq milliards d'habitants, ne pourra en aucun cas être autosuffisante en produits alimentaires; quand elle aura



Plantation de canne à sucre en Afrique du Sud.

utilisé tous ses sols cultivables, construit tous les barrages et irrigué tout ce qu'elle peut, et poussé à l'extrême ses rendements, il lui manquera environ le quart de ses besoins. C'est déjà le cas aujourd'hui pour tout le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord: 30 et 80 pour cent des produits alimentaires y sont importés. Pour ces pays, il est impératif de libéraliser les échanges, afin de réduire autant que faire se peut la facture alimentaire, et éviter la sous-nutrition.

Mais si J. Foley a globalement raison, il a localement tort. Libéraliser le commerce mondial signifie que le paysan africain cultivant à la main un hectare, avec des rendements

de l'ordre de dix quintaux, sera mis sur le même plan que le paysan européen ou américain, qui cultive seul 100 hectares de façon mécanisée, et y obtient des rendements de l'ordre de 100 quintaux. Il y a donc un facteur 1 000 entre la productivité d'un Africain et celle d'un agriculteur du Nord, sans parler des aides et subventions que le second reçoit. Les mettre en concurrence, c'est condamner sans équivoque le premier. C'est d'ailleurs ce qui se passe en ce moment, entraînant l'exode rural et l'accumulation de ces pauvres ruraux dans les bidonvilles périurbains, où ils ne trouvent pas de travail et vivent d'expédients ou d'aide.

© Shutterstock/Eric Isselée

production agricole, tandis que d'autres en sont trop riches et sont source de pollution. Les engrais ne sont presque jamais utilisés à la « bonne dose ». Notre analyse montre les points chauds sur la planète, notamment en Chine, dans le Nord de l'Inde, au centre des États-Unis et dans l'Ouest de l'Europe, où les exploitations pourraient réduire l'utilisation d'engrais sans diminuer (ou très peu) la production alimentaire : actuellement, 10 pour cent des terres arables sont à elles seules responsables de 30 à 40 pour cent de la pollution par les engrais agricoles.

Parmi les mesures envisagées figurent des politiques et des incitations économiques, tels le paiement d'une somme aux agriculteurs pour la gestion et la protection de l'eau des bassins hydrographiques, une réduction de l'utilisation excessive d'engrais, une meilleure gestion du fumier (en particulier de son stockage, afin qu'une quantité moindre ruisselle dans les bassins hydrographiques pendant un orage),

et un recyclage des nutriments en excès. La restauration de zones humides devrait aussi augmenter leur capacité à filtrer les engrais des eaux de ruissellement, et limiter ainsi la contamination de l'eau.

Enfin, là encore, une réduction du labour pourrait aider à limiter l'appau-

PRÈS DE 30 POUR CENT DE LA NOURRITURE PRODUITE est jetée, perdue, gâtée ou dévorée par des nuisibles.

vrissement du sol, tout comme l'agriculture de précision (application d'engrais et d'eau seulement quand et là où c'est nécessaire et efficace) et les techniques de culture biologique.

Nos deux dernières recommandations ont trait à la consommation. D'une part, si les récoltes servaient plus à nourrir directement les humains et moins à engraisser le bétail, on augmenterait considérablement la disponibilité mondiale de nourriture sans perturber l'environnement.

Consommer moins de viande

En moyenne, si l'on adoptait des régimes entièrement végétariens, on gagnerait jusqu'à 3×10^{15} calories supplémentaires chaque année, soit une augmentation de 50 pour cent de la production actuelle. Il est bien sûr peu probable que l'on change nos habitudes alimentaires de façon aussi drastique, pour des raisons tant économiques que sociales. Néanmoins, même de petits changements de régime alimentaire, tel le fait de remplacer le bœuf nourri aux céréales par de la volaille, du porc, ou du bœuf élevé en pâturage, peuvent être très rentables : les élevages de poulets et de porcs sont eux-mêmes plus rentables et les bovins nourris à l'herbe convertissent de la matière non alimentaire en protéines.

D'autre part, il est nécessaire de réduire le gaspillage dans le système alimentaire. Près de 30 pour cent de la nourriture produite est jetée, perdue, gâtée ou dévorée par des nuisibles. Dans les pays riches, la plupart des déchets se retrouvent en bout de chaîne, dans les poubelles des consommateurs et des restaurants. De simples changements dans notre consommation quotidienne (réduire les portions surdimensionnées, la quantité de nourriture jetée aux ordures) permettraient de limiter les pertes, mais aussi de lutter contre l'obésité.

À titre d'exemple, la construction des barrages de Manantali et de Diama, sur le fleuve Sénégal et ses affluents, achevés à la fin des années 1980, devait permettre la culture irriguée de 375 000 hectares de riz et conduire à l'autosuffisance en riz de la région. Mais la libéralisation des importations de brisures de riz provenant d'Asie a conduit à la faillite, en 1994, du Crédit Agricole Sénégalais et de l'aménagement hydraulique, et a rendu non rentable la culture du riz dans cette vallée. Ainsi, il est indispensable de maintenir, au moins pour un temps, des barrières douanières régionales pour protéger l'activité des paysans du Sud, élever peu à peu leur niveau de vie, éradiquer leur sous-nutrition, éviter l'exode rural et faire produire régionalement la nourriture des villes alentour.

Avec la réduction de la « volatilité » des prix agricoles, liée à la conjoncture économique mondiale et aux épisodes de sécheresse, et amplifiée par la spéculation, c'est la création de marchés locaux protégés qui permettra de relever le défi alimentaire. La technique n'est qu'une facette parmi d'autres – la démographie, la santé, les biocarburants... – de ce défi. La régulation économique en est l'aspect majeur.

Michel Griffon

CIRAD/Agence nationale de la recherche
Ghislain de Marsily
Université Paris VI/Académie des sciences

✓ BIBLIOGRAPHIE

J. A. Foley *et al.*, *Solutions for a cultivated planet*, *Nature*, vol. 478, pp. 337-342, 2011.

H. Leridon et G. de Marsily (dir.), *Démographie, climat et alimentation mondiale*, Rapport RST n°32, Académie des sciences, EDP Sciences, 2011.

S. Paillard *et al.* (coord.), *Agrimonde. Scénarios et défis pour nourrir le monde en 2050*, Quæ, 2010.

H. Ch. J. Godfray *et al.*, *Food security : the challenge of feeding 9 billion people*, *Science*, vol. 327, pp. 812-818, 2010.

R. Thunow et S. Kilman, *Enough : Why the World's Poorest Starve in an Age of Plenty*, Public Affairs, 2010.

M. Griffon, *Nourrir la planète*, Odile Jacob, 2006.