

Rome 12-13 octobre 2009



## Le défi technologique

### LE DÉFI

La production vivrière mondiale devra augmenter de 70 pour cent d'ici à 2050 pour satisfaire les besoins alimentaires de 2,3 milliards de personnes supplémentaires. Dans les pays en développement, cette production devra pratiquement doubler. Il ne sera pas nécessaire que la production s'intensifie aussi rapidement que lors des décennies précédentes en raison du ralentissement de l'accroissement démographique, mais les revenus augmentent, et les besoins en termes de volume restent considérables: un milliard de tonnes de céréales et 200 millions de tonnes de viande supplémentaires devront ainsi être produites tous les ans à l'horizon 2050. Dans les pays en développement, l'augmentation de la production sera obtenue à 80 pour cent par des rendements plus élevés et l'accroissement de l'intensité culturale et à 20 pour cent seulement par l'expansion des terres arables. Dans les pays où les terres sont rares, la quasi-totalité de l'intensification de la production serait obtenue grâce à l'amélioration des rendements. Mais le fait est qu'à l'échelle de la planète, le taux d'accroissement des rendements des principales cultures céréalières n'a cessé de décroître. Le taux d'accroissement des rendements céréaliers mondiaux, par exemple, a chuté pour atteindre 1,5 pour cent par an en 2000, contre 3,2 pour cent en 1960. Le défi technologique consiste à renverser cette tendance, étant donné qu'une augmentation linéaire continue des rendements à l'échelle planétaire, suivant le modèle établi ces cinq dernières décennies, ne suffirait pas pour satisfaire les besoins alimentaires.

Ce défi sera d'autant plus pressant que le changement climatique devrait avoir une incidence significative sur la production agricole. Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), une hausse de plus de 2 °C

de la température entraînera une contraction importante du potentiel de la production vivrière mondiale et pourrait provoquer une chute des rendements de cultures comme le maïs à l'échelle planétaire. Les baisses seront particulièrement prononcées dans les basses latitudes. En Afrique, en Asie et en Amérique latine, par exemple, la baisse des rendements pourrait atteindre entre 20 et 40 pour cent faute de mesures d'adaptation efficaces. Par ailleurs, les phénomènes climatiques extrêmes, tels que des sécheresses et des inondations, sont de plus en plus fréquents et engendrent des pertes de récoltes et de bétail plus importantes. Une demande accrue de matières premières pour la production de biocarburants pourrait exercer une pression supplémentaire sur la production agricole mondiale. De nouvelles technologies seront nécessaires pour tenter de résoudre le problème de la pénurie d'eau, qui prend rapidement de l'ampleur, mais également pour réduire les pertes après récolte. Pour relever ces défis, il sera nécessaire de repousser les limites technologiques, y compris dans les domaines secondaires. Il faudra notamment mettre au point et diffuser de nouvelles technologies et des techniques de gestion des céréales, mais également rendre les technologies existantes accessibles aux petits exploitants dans les pays en développement. Pour garantir une vaste utilisation des technologies modernes, il est indispensable que les petits agriculteurs démunis bénéficient eux aussi des avancées technologiques.

### QUESTIONS CLÉS

#### COMBLER LES ÉCARTS DE RENDEMENT

Les écarts de rendement sont essentiellement dus au fait que les technologies connues qui peuvent être

appliquées dans une station locale d'expérimentation ne sont pas appliquées dans les champs d'agriculteurs dotés des mêmes ressources naturelles et caractéristiques écologiques. L'une des principales raisons de ces écarts est que les agriculteurs ne bénéficient pas d'incitations économiques suffisantes pour adopter des semences ou des techniques de culture améliorant le rendement. Cette situation s'explique par de nombreux facteurs, y compris le manque d'accès à l'information, de services de vulgarisation et de compétences techniques. Des infrastructures insuffisantes, des institutions faibles et des politiques agricoles défavorables peuvent également créer d'importants obstacles à l'adoption de technologies améliorées au niveau des exploitations. Il est également possible que les technologies disponibles n'aient pas été adaptées aux conditions locales. Les solutions se trouvent dans les investissements du secteur public dans les institutions et infrastructures, dans l'amélioration des liens recherche-vulgarisation-exploitants et dans des politiques bien conçues pour encourager l'adoption de technologies permettant d'accroître la productivité et de réduire les coûts, augmentant de ce fait les revenus agricoles. Des modifications des techniques de gestion des cultures peuvent également contribuer à combler les écarts de rendement. La sélection végétale joue un rôle important dans le comblement des écarts de rendement, en adaptant les variétés aux conditions locales et en les rendant plus résistantes aux agressions biotiques (par ex. insectes, maladies, virus) et abiotiques (par ex. sécheresses, inondations). Selon certaines études, la perte globale de rendement due à des agressions biotiques dépasserait en moyenne 23 pour cent du rendement réalisable estimé parmi les céréales principales.

## AMÉLIORER L'UTILISATION RATIONNELLE DES INTRANTS

Il sera essentiel d'améliorer l'utilisation rationnelle des intrants, les ressources naturelles se faisant plus rares, et les prix des ressources non renouvelables telles que les combustibles fossiles, l'azote et le phosphore étant susceptibles d'augmenter au cours des prochaines décennies.

► **Les pratiques agricoles de conservation** qui ne nécessitent aucun travail du sol, ainsi que la fixation du carbone dans le sol, offrent la possibilité de réduire l'utilisation de carburants dans l'agriculture de 66 à 75 pour cent en moyenne. L'agriculture de conservation peut améliorer les rendements de culture et la rentabilité agricole, améliorer la productivité du sol et rendre l'agriculture plus durable, offrant une plus grande résistance aux sécheresses et autres agressions. Les rendements sont de moins en moins variables d'année en année, et les coûts de main-d'œuvre et de carburant sont moindres. Cependant,

l'agriculture de conservation est à forte intensité de connaissances et particulièrement à des zones données et nécessitera des investissements nettement plus importants dans la recherche sur les variétés adaptées, les méthodes de gestion, les machines appropriées, etc. L'agriculture de conservation concerne environ 10 pour cent des terres arables, principalement en Amérique latine. La rémunération de la fixation du carbone dans le sol pourrait également inciter à adopter une agriculture de conservation.

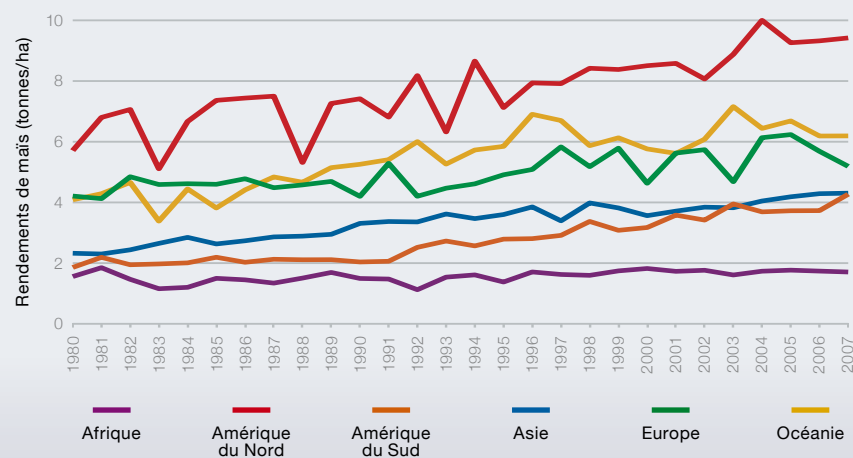
► **L'utilisation d'engrais** devrait s'intensifier dans les pays en développement. L'azote représente 90 pour cent de l'utilisation d'engrais. L'énergie fossile représente 70-80 pour cent du coût de production de l'engrais azoté. Étant donné que les principaux gains d'efficacité dans la production d'azote ont déjà été réalisés, il est probable que le prix des engrais augmente à l'avenir en fonction des prix de l'énergie. L'utilisation accrue d'azote au niveau des exploitations, et la fourniture

d'azote fixé biologiquement, sont de bonnes options pour utiliser les engrais de façon efficace. L'agriculture de précision et les systèmes de gestion intégrée des éléments nutritifs des plantes proposent de nouveaux outils pour améliorer davantage l'efficacité.

► **La protection intégrée (PI)** vise à limiter la quantité de pesticides épanchés par les agriculteurs en utilisant plus efficacement d'autres méthodes de lutte. Les incidences des ravageurs sont surveillées et des mesures sont prises uniquement lorsque le dégât aux cultures excède les limites tolérables. De nombreux pays (par exemple le Niger, le Mali, la Jordanie, l'Inde, le Bangladesh, et le Viet Nam) ont mis en place une PI et ont observé une augmentation de la production accompagnée d'une réduction des coûts financiers, environnementaux et de santé humaine.

► **Eau d'irrigation.** Selon les estimations de la FAO, 1,2 milliard de personnes vivraient dans des pays et des régions disposant de ressources en eau limitées, et la situation devrait se dégrader rapidement, puisque ce chiffre devrait atteindre 1,8 milliard d'ici à 2025, en partie en raison de l'accroissement démographique. Les avantages de l'irrigation sont cependant nombreux, le différentiel de productivité entre les zones irriguées et non irriguées étant d'environ 130 pour cent. Sur les dix dernières années, l'irrigation à elle seule représentait environ 0,2 pour cent du taux annuel de rendement des céréales qui s'élevait à 1,1 pour cent. Selon les estimations des experts, dans les pays en développement, l'agriculture irriguée, avec environ 20 pour cent de la totalité des terres arables, représente environ 47 pour cent de la totalité de la production agricole et presque 60 pour cent de la production céréalière. Pour relever le défi du rendement, il sera peut-être nécessaire d'étendre les zones irriguées et

Graphique 1: Évolution des rendements de maïs, par région géographique



Source: FAOStat



## QUELQUES FAITS ESSENTIELS

► La révolution verte a contribué de manière considérable à l'augmentation de la production agricole au cours de ces 40 dernières années. Les rendements plus élevés des principales céréales (blé, riz, maïs) sont passés de 100 à 200 pour cent depuis la fin des années 60. Cependant, les taux d'accroissement des rendements ont été inégalement répartis entre les cultures et les régions: malgré les bons rendements des cultures céréalières, les rendements du millet, du sorgho et des légumineuses – qui sont les principaux produits de base des agriculteurs démunis et des ménages ruraux – ont progressé lentement.

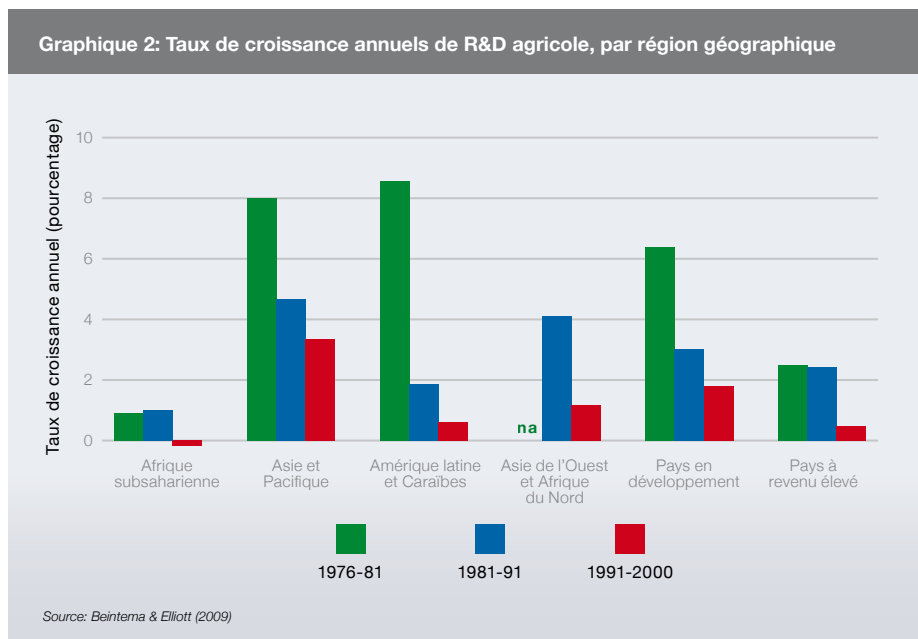
- D'importants écarts de rendement, économiquement exploitables, persistent en de nombreux endroits, surtout dans les régions en développement et plus que nulle part ailleurs en Afrique subsaharienne (voir le graphique 1, pour les rendements de maïs).
- Un meilleur accès à l'information et aux intrants modernes, en temps utile, des infrastructures rurales améliorées, et un meilleur accès aux marchés du crédit pourraient aider les agriculteurs à exploiter les écarts de rendement.
- En 2000, les investissements mondiaux dans la R&D agricole s'élevaient au total à 41 milliards d'USD. La part du secteur public dans les investissements était de 59 pour cent et celle du secteur privé de 41 pour cent. L'essentiel de la recherche soutenue par le

d'utiliser davantage les bonnes pratiques de gestion qui amélioreront l'utilisation rationnelle de l'eau, par exemple des techniques de récupération de l'eau et de conservation de l'humidité du sol. Dans les régions frappées par de graves pénuries d'eau, les efforts devraient se concentrer sur l'accroissement du rendement par goutte d'eau.

## SÉLECTION VÉGÉTALE

Les techniques de sélection végétale, et notamment la biotechnologie moderne, ont suscité de vastes débats publics au cours de ces dix dernières années. D'un point de vue purement technique, la biotechnologie moderne est capable d'accélérer le développement de cultures améliorées, ce qui peut augmenter les rendements et/ou diminuer les pertes de récoltes. La sélection assistée par marqueurs, par exemple, améliore l'efficacité de la sélection végétale conventionnelle en permettant l'analyse rapide, en laboratoire, de milliers de plants sans devoir cultiver de plantes à maturité à l'extérieur. Les techniques de culture tissulaire permettent la multiplication rapide de plants et de semences propres d'espèces propagées végétativement qui sont ensuite distribués aux agriculteurs. Le génie génétique peut contribuer à transférer les caractéristiques souhaitées entre les plantes plus rapidement et plus précisément que la sélection végétale conventionnelle ne le permet. Le génie génétique pour la résistance aux agressions biotiques et aux herbicides a fait ses preuves dans certains cas: il a permis de réduire l'utilisation de pesticides et d'élever le rendement de cultures exposées à des attaques d'insectes.

La tolérance aux herbicides obtenue par génie génétique chez les sojas, le maïs et le colza a facilité le travail de conservation du sol et a permis une plantation plus ajustée, avec des avantages modérés pour les rendements. Selon certains experts, d'autres améliorations du rendement, obtenues grâce à l'utilisation



de cultures génétiquement modifiées résistant aux agressions, permettraient également de combler davantage les écarts de rendement. Certains experts prévoient également que, d'ici à 2050, les technologies génétiquement modifiées seront moins coûteuses, et qu'elles seront disponibles et utilisées à bien plus grande échelle pour améliorer les rendements potentiels et la stabilité des rendements des cultures d'aliments de base.

Cependant, force est de constater que les cultures génétiquement modifiées, et en particulier la modification transgénique, présentent des risques et suscitent de nombreuses préoccupations du grand public dans bien des pays. Elles soulèvent des inquiétudes d'ordre éthique, des craintes quant aux possibles conséquences négatives sur la santé humaine, végétale et animale et des préoccupations sur l'impact environnemental et les menaces à la biodiversité. Certains redoutent également la concentration du pouvoir économique

dans les mains de quelques grandes multinationales et, partant, une dépendance technologique vis-à-vis de ces sociétés, ainsi qu'une augmentation du prix des semences. D'autres obstacles empêchent les agriculteurs pauvres d'avoir accès aux biotechnologies modernes, notamment des procédures réglementaires inappropriées, des questions complexes touchant à la propriété intellectuelle, le mauvais fonctionnement des marchés et la faiblesse des capacités nationales en matière de sélection végétale. Face à ces difficultés, seuls quelques agriculteurs issus d'un petit nombre de pays en développement sont en mesure de profiter des éventuels avantages des cultures transgéniques.

## INVESTISSEMENTS DANS LA RECHERCHE ET LE DÉVELOPPEMENT AGRICOLES

Dans les pays à faible revenu, la recherche et développement agricole reste l'investissement le plus productif en faveur du secteur agricole, suivie par

secteur privé était menée dans les pays développés et semblait être axée sur les besoins des exploitants commerciaux dans les régions développées. La R&D du secteur public prédomine dans les pays en développement et elle est davantage axée sur la recherche fondamentale et sur l'amélioration des aliments de base et des cultures secondaires.

- Les investissements publics dans la R&D agricole, à l'échelle mondiale, sont passés de 16 milliards d'USD en 1981 à 23 milliards en 2000. D'importantes différences ont été constatées au sein des régions et entre elles: alors que les investissements publics dans la région Asie-Pacifique (réalisés à l'initiative de la Chine et de l'Inde) ont plus que doublé sur cette période, les investissements

en Afrique subsaharienne n'ont progressé en moyenne que de 0,6 pour cent par an entre 1981 et 2000 et ont même baissé dans les années 90 (voir le graphique n° 2). Les investissements dans la R&D agricole se concentrent de plus en plus sur quelques pays de premier plan dans chaque région.

- En 2008, des cultures génétiquement modifiées ont été cultivées sur 800 millions d'hectares dans 25 pays (15 pays en développement et 10 pays développés). Les sojas tolérants aux herbicides représentent la plus grande culture génétiquement modifiée, occupant 53 pour cent de la surface totale consacrée aux cultures génétiquement modifiées, suivis par le maïs (30 pour cent), le coton (12 pour cent) et le colza (5 pour cent).



1. Avons-nous mis en place les bonnes technologies pour augmenter la production agricole de façon durable et équitable? Pourquoi de nombreuses technologies existantes ne sont-elles pas utilisées par les petits exploitants ruraux?
2. Quelles sont les structures incitatives nécessaires pour améliorer l'adoption et la diffusion de technologies modernes et de techniques de culture par tous les agriculteurs, y compris ceux qui sont démunis?
3. Comment pouvons-nous faire en sorte que les technologies pertinentes et les connaissances sur la façon de les utiliser parviennent aux agricultrices, qui sont majoritaires dans les pays en développement?
4. Comment dégager des fonds pour la recherche et le développement agricoles afin de garantir que les bonnes technologies soient mises en place, dans le but de relever les défis futurs, en particulier pour aider l'agriculture à s'adapter au changement climatique et à atténuer ses effets potentiels? Comment le système GCRAI contribuera-t-il à relever ces futurs défis?
5. Comment encourager la recherche sur les techniques modernes de sélection végétale? Quels types de systèmes de réglementation et d'autorisation sont nécessaires pour garantir une utilisation totale des nombreuses technologies qui en sont aux premiers stades de l'adoption et qui laissent présager une solution gagnant-gagnant associant une meilleure productivité à une gestion durable des ressources naturelles? Quel rôle les partenariats public-privé jouent-ils dans ce contexte?
6. Comment les institutions publiques nationales et les organisations d'agriculteurs peuvent-elles contribuer à la diffusion et l'adoption de technologies, notamment parmi les petits exploitants et les femmes?
7. Une deuxième révolution verte est-elle possible? Quelles caractéristiques devraient lui permettre d'être largement diffusée et d'assurer l'augmentation de production vivrière requise d'ici à 2050?

les investissements dans l'éducation, les infrastructures, et les crédits d'intrants. Les investissements dans la R&D affichent des taux de rentabilité très élevés (entre 30 et 75 pour cent) et des bénéfices à long terme. D'énormes investissements dans la R&D, publics et privés, sont nécessaires aujourd'hui pour que l'agriculture bénéficie de technologies efficaces à l'avenir, étant donné que les bénéfices de la recherche agricole tendent à se concrétiser après un laps de temps considérable.

En 2002, selon les estimations de la FAO, 1,1 milliard d'USD (selon les prix de 2002) devrait être investi chaque année dans le renforcement de la capacité de production et de diffusion de connaissances afin de réduire la faim efficacement. Il sera nécessaire d'investir davantage dans la R&D agricole pour relever les nouveaux défis que représentent l'adaptation au changement climatique et la pénurie d'eau. De nombreux pays devront également investir dans leur capacité humaine et institutionnelle pour pouvoir relever les défis d'un programme de plus en plus vaste de recherche agricole. Ce dernier comprend la mise au point de systèmes publics de recherche agricole et de systèmes de financement plus efficaces, et des investissements plus importants dans l'enseignement agricole.

À l'heure actuelle, la R&D agricole dans les pays en développement, qui est essentielle pour répondre aux besoins des agriculteurs

à faible revenu dans les économies basées sur l'agriculture, est principalement financée par le secteur public et devrait le rester tant que le secteur privé estime que les taux de rentabilité potentiels sont faibles. Renforcer la participation du secteur privé dans la R&D agricole implique également d'examiner la question des droits de propriété intellectuelle (DPI) et de trouver un équilibre afin que ne soit pas limité l'accès des agriculteurs pauvres aux nouvelles technologies. Des systèmes de réglementation appropriés adaptés aux besoins du pays et assurant le respect des DPI seront essentiels pour encourager les investissements du secteur privé. Le niveau réel des investissements privés dépendra de façon décisive, entre autres, d'environnements propices en ce qui concerne les politiques et les entreprises, d'infrastructures rurales de qualité et de marchés opérationnels (intrants, produits et crédit).

#### DIFFUSION

La diffusion des connaissances, des compétences et de la technologie est un défi de taille. Dans de nombreux pays, des services de vulgarisation ont été supprimés au gré de réformes d'institutions publiques, tandis que dans d'autres, la base de connaissances et les services de vulgarisation ont été sévèrement touchés par le virus du VIH/SIDA. Les programmes de vulgarisation agricole ont pour but de veiller à ce que l'information

sur les nouvelles technologies, les variétés végétales et les pratiques agricoles parvienne aux agriculteurs. Dans de nombreuses régions du monde en développement, les femmes représentent la majorité des agriculteurs, ce qui signifie que des efforts particuliers doivent être déployés pour intégrer les besoins des femmes dans les programmes de diffusion et de renforcement des capacités. Cependant, dans le monde en développement il est pratique courante d'orienter les services de vulgarisation et de formation essentiellement vers les hommes. Selon une récente enquête publiée par la FAO, les agricultrices bénéficient seulement de 5 pour cent de l'ensemble des services de vulgarisation dans le monde, et seulement 15 pour cent des vulgarisateurs sont des femmes. Les politiques ont été élaborées sur l'hypothèse – démentie par des études – que l'information diffusée au chef de famille serait transmise aux femmes membres de la famille. Les services de vulgarisation mis à part, les écoles pratiques d'agriculture s'avèrent être un moyen efficace de diffuser la connaissance, tandis que les technologies de l'information et des communications (TIC) semblent également être des outils très prometteurs pour la diffusion de l'information. Le renforcement des capacités des institutions publiques dans les pays en développement, ainsi que la dévolution de pouvoirs aux organisations d'agriculteurs et aux femmes faciliteront ce processus.

Pour toute information complémentaire