



Chapitre 1

Le défi

Pour nourrir une population mondiale, en pleine expansion, nous n'avons pas d'autre choix que d'intensifier les cultures. Mais les agriculteurs sont confrontés à des contraintes sans précédent. Il leur faudra donc apprendre à produire plus avec moins.

L'histoire de l'agriculture peut être vue comme un long processus d'intensification¹, à mesure que la société s'efforçait d'améliorer la productivité agricole de manière à satisfaire ses besoins toujours croissants en aliments, pour la consommation humaine et animale, et en fibres. Au cours des millénaires, les agriculteurs se sont appliqués à sélectionner et à cultiver des espèces végétales présentant un rendement plus élevé et une meilleure résistance à la sécheresse et aux maladies; ils ont construit des terrasses sur les versants des collines afin de conserver les sols et des canaux pour assurer la distribution de l'eau à travers leurs champs; ils ont remplacé la houe manuelle par la charrue tirée par des bœufs et se sont mis à utiliser le fumier animal comme engrais et le soufre contre les ravageurs.

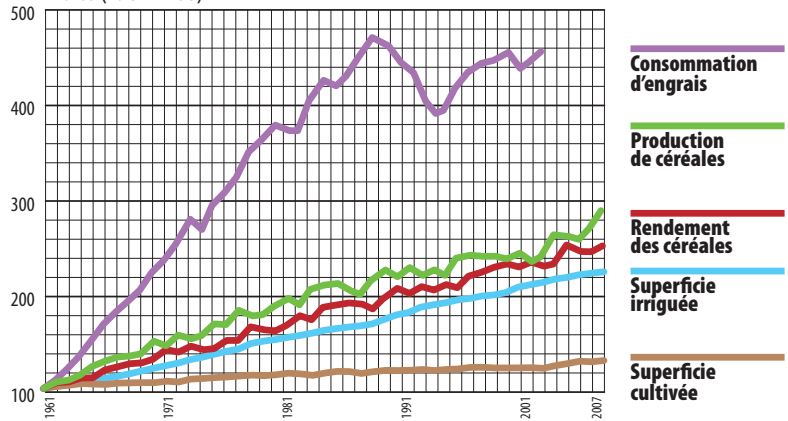
L'intensification de l'agriculture au XX^e siècle, qui recourt à la biochimie et à l'ingénierie modernes, a représenté un changement de paradigme par rapport aux systèmes agricoles traditionnels, qui s'appuyaient en grande partie sur la gestion des ressources naturelles et des services écosystémiques. S'inspirant du modèle qui avait révolutionné la production manufacturière, le secteur agricole du monde industrialisé s'est mécanisé et standardisé, il a adopté des méthodes permettant d'économiser la main-d'œuvre et s'est mis à utiliser des produits chimiques pour nourrir et protéger les cultures. Le recours à des machines et à des équipements agricoles lourds fonctionnant aux combustibles fossiles, le travail intensif du sol, l'emploi de variétés végétales à haut rendement, l'irrigation, les intrants de fabrication industrielle et une intensité de capital de plus en plus forte sont autant de facteurs qui ont permis de réaliser des gains impressionnants de productivité².

Dans le monde en développement, l'intensification de la production agricole a véritablement commencé avec ce que l'on a appelé la Révolution verte. Dès les années 50, on a vu s'amorcer puis s'étendre au cours de la décennie suivante à l'ensemble de la planète, un mouvement de modification des espèces cultivées et des pratiques agricoles³. Le modèle de production, initialement axé sur l'introduction, dans des régions à fort potentiel, de variétés de blé, riz et maïs de qualité supérieure et offrant un meilleur rendement^{4,5}, avait comme maître mot l'homogénéité: le choix se portait sur des variétés présentant une uniformité génétique, cultivées à l'aide de volumes importants d'intrants complémentaires sous diverses formes (irrigation, engrais et pesticides), qui remplaçaient souvent le capital naturel. Le recours aux engrais est venu remplacer la gestion de la qualité des sols, tandis que les herbicides offraient une solution de rechange aux rotations culturales pour lutter contre les plantes adventices⁶.

On attribue bien des mérites à la Révolution verte, notamment en Asie: elle a donné un coup de fouet aux économies, atténué la pauvreté rurale, sauvé de vastes étendues de terres fragiles de la conversion à l'agriculture extensive et contribué à éviter que ne se vérifient les théories malthusiennes en matière de croissance démographique à l'échelle mondiale. Entre 1975 et 2000, les rendements céréaliers ont augmenté de plus de 50 pour cent en Asie du Sud-Est, tandis que la pauvreté

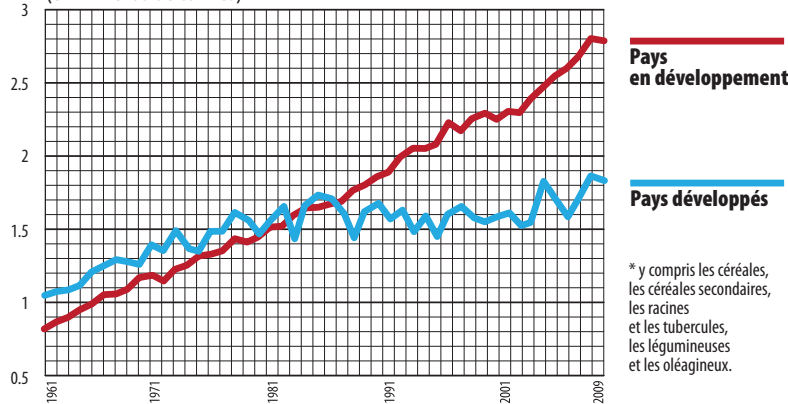
Indicateurs d'intensification de la production agricole mondiale, 1961-2007
Indice (1961=100)

FAO. 2011.
Base de données statistiques
FAOSTAT
(<http://faostat.fao.org/>).



Production mondiale des principales cultures*, 1961-2009
(en milliards de tonnes)

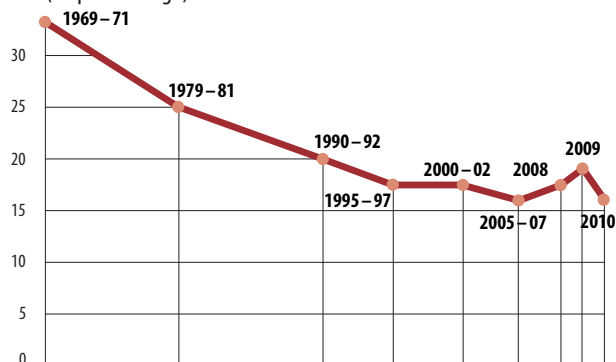
FAO. 2011.
Base de données statistiques
FAOSTAT
(<http://faostat.fao.org/>).



* y compris les céréales, les céréales secondaires, les racines et les tubercules, les légumineuses et les oléagineux.

Personnes sous-alimentées dans la population des pays en développement, de 1969 1971 à 2010
(en pourcentage)

FAO. 2010. *L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde: Crises économiques – répercussions et enseignements*. Rome.



reculait de 30 pour cent⁷. Au cours des 50 dernières années, depuis la Révolution verte, la production mondiale annuelle de céréales, de céréales secondaires, de racines et de tubercules, de légumineuses et de cultures oléagineuses est passée de 1,8 à 4,6 milliards de tonnes⁸. L'augmentation des rendements ainsi que la baisse des cours des produits céréaliers ont considérablement atténué l'insécurité alimentaire au cours des années 70 et 80, au cours desquelles on a assisté à une réduction effective du nombre de personnes souffrant de sous-alimentation et ce, en dépit d'une croissance démographique relativement rapide. C'est ainsi qu'entre 1969-1971 et 2000-2002, la proportion des personnes souffrant de sous-alimentation au sein de la population mondiale est tombée de 26 à 14 pour cent⁹.

La tempête menace

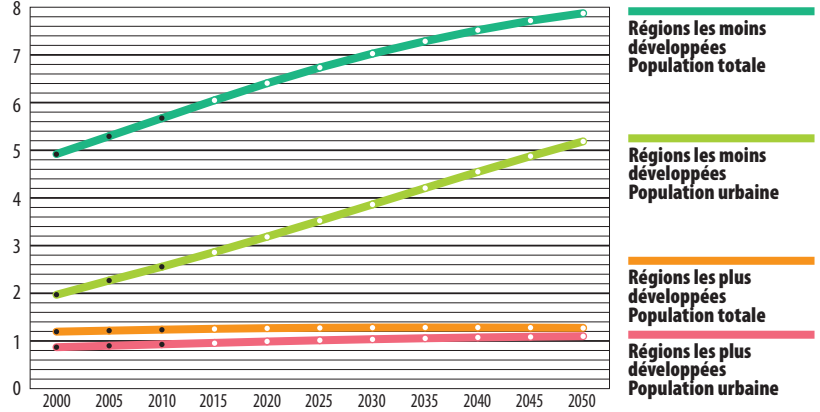
Force est maintenant de constater que ces gains considérables de production et de productivité ont souvent eu des effets tellement négatifs sur les ressources naturelles agricoles qu'ils compromettent leur potentiel de production. On peut citer, parmi les «externalités négatives» liées à l'intensification, la dégradation des terres, la salinisation des zones irriguées, l'extraction excessive imposée aux nappes aquifères souterraines, le renforcement des résistances des ravageurs et l'érosion de la biodiversité. L'agriculture a également causé des dégâts à l'environnement au sens élargi, comme le déboisement, les émissions de gaz à effet de serre et la pollution des masses d'eau par les nitrates^{10, 11}.

Il est évident que les systèmes actuels de production et de distribution des produits alimentaires ne réussissent pas à nourrir le monde. On estime que le nombre total de personnes souffrant de sous-alimentation en 2010 s'élève à 925 millions d'individus, soit plus qu'il y a quarante ans; dans l'ensemble des pays en développement, la prévalence de la sous-alimentation se chiffre à 16 pour cent de la population totale¹². Environ 75 pour cent des personnes les plus touchées vivent dans les zones rurales des pays en développement et dépendent directement ou indirectement de l'agriculture pour leurs moyens d'existence¹³. On compte, dans leurs rangs, un bon nombre du demi-milliard de petits agriculteurs pauvres et leurs familles, qui produisent 80 pour cent des disponibilités alimentaires dans les pays en développement. Ensemble, les petits agriculteurs utilisent et gèrent plus de 80 pour cent des terres agricoles – et des proportions similaires d'autres ressources naturelles – en Asie et en Afrique¹⁴.

Au cours des 40 prochaines années, un certain nombre de phénomènes viendront menacer la sécurité alimentaire mondiale. On estime que la population mondiale, qui était de 6,9 milliards d'individus en 2010, passera à environ 9,2 milliards en 2050; elle augmentera essentiellement dans les régions les moins développées, les taux de croissance démographique les plus élevés se situant dans les pays les moins avancés¹⁵. En 2050, 70

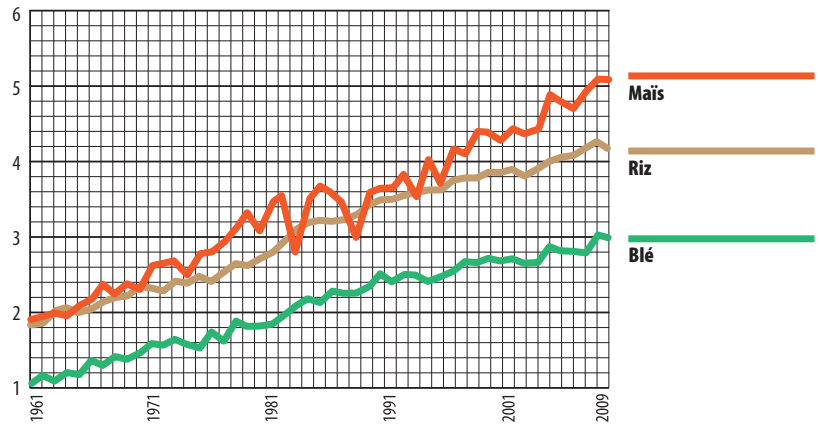
Population mondiale, 2000-2050 (en milliards)

Nations Unies.
World urbanization prospects,
the 2009 revision population database
(<http://esa.un.org/wup2009/unup/>).



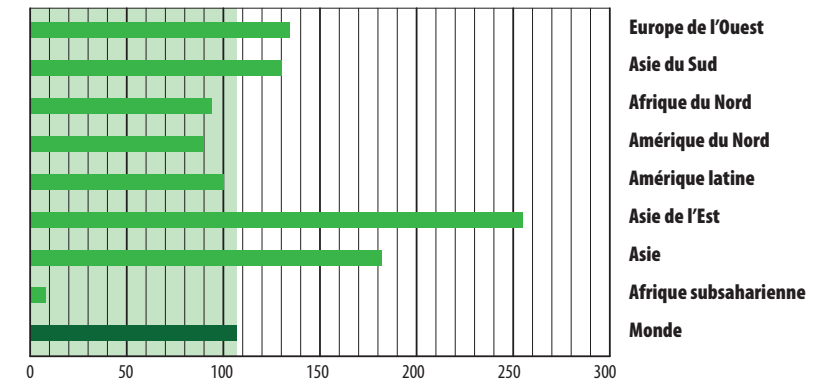
Rendement moyen des principales céréales, 1961-2009 (en t/ha)

FAO. 2011.
Base de données statistiques
FAOSTAT
(<http://faostat.fao.org/>).



Application moyenne d'engrais minéraux, 2008/2009 (en kg d'éléments nutritifs par ha)

IFDC,
d'après la base de données statistiques
FAOSTAT
(<http://faostat.fao.org/>).



pour cent de la population vivra dans des villes, contre 50 pour cent à l'heure actuelle. Si la tendance se poursuit, cette urbanisation conjuguée à l'augmentation des revenus dans les pays en développement entraînera une augmentation de la consommation de viande, ce qui intensifiera la demande de céréales fourragères, parallèlement à une utilisation sans cesse accrue de denrées agricoles pour la production de biocarburants. D'ici 2020, les pays industrialisés pourraient consommer jusqu'à 150 kilos de maïs par habitant et par an en vue de la transformation en éthanol – à parité avec la consommation alimentaire de céréales dans les pays en développement¹⁶.

Cette évolution de la demande ne manquera pas d'aiguillonner la production de toutes les principales cultures vivrières et fourragères. Selon les projections de la FAO, il faudra, d'ici 2050, parvenir à une augmentation de 70 pour cent de la production agricole à l'échelle mondiale – et de près de 100 pour cent dans les pays en développement – rien que pour répondre à l'augmentation des besoins alimentaires, c'est-à-dire en excluant la demande supplémentaire de denrées agricoles utilisées comme matières premières pour la production de biocarburants. Si l'on fait une comparaison avec la production obtenue entre 2005 et 2007, il faut donc prévoir de produire chaque année, d'ici 2050, un milliard de tonnes supplémentaires de céréales et 200 millions de tonnes de viande en plus¹⁰.

Dans la plupart des pays en développement, les terres se prêtant à une expansion des superficies cultivées sont rares. Elles sont pratiquement inexistantes en Asie du Sud-Est et au Proche-Orient/Afrique du Nord. Les terres disponibles à cet effet en Afrique subsaharienne et en Amérique latine présentent, dans plus de 70 pour cent des cas, des contraintes au niveau du sol et du terrain. Selon les estimations, entre 2015 et 2030, environ 80 pour cent de l'augmentation nécessaire de la production alimentaire devront venir de l'intensification de la production, qu'il s'agisse de l'amélioration des rendements ou d'un accroissement de l'intensité culturale¹⁷. Or, on observe parallèlement un ralentissement général des taux de croissance du rendement des principales cultures alimentaires, à savoir le riz, le blé et le maïs. Ainsi, la croissance annuelle des rendements du blé a chuté de cinq pour cent par an en 1980 à deux pour cent par an en 2005; quant à celles du riz et du maïs, elles sont tombées de plus de trois pour cent à environ un pour cent au cours de la même période¹⁸. En Asie, la détérioration des sols ainsi que l'accumulation de toxines dans les rizières de culture intensive a soulevé la perspective inquiétante d'un ralentissement de la croissance des rendements dû à une détérioration des milieux de culture⁴.

Par ailleurs, la perte de qualité des ressources foncières et hydriques nécessaires à la production agricole a des conséquences marquées pour l'avenir. À ce propos, le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) a estimé que la poursuite de pratiques non durables en matière d'utilisation des terres cultivables entraîne, au niveau mondial, une perte de productivité de 0,2 pour cent par an en moyenne¹⁹. La détérioration des ressources entraîne une réduction de productivité des

intrants, qu'il s'agisse des engrais ou de l'irrigation. Il faudra réussir, au cours des prochaines années, à intensifier la production vivrière dans des régions plus marginales où les conditions d'exploitation sont moins fiables, du fait notamment de la moindre qualité du sol, d'un accès plus difficile à l'eau et de conditions climatiques moins favorables.

Ainsi, les efforts visant à augmenter la production vivrière se dérouleront dans des conditions environnementales et socioéconomiques en mutation rapide et souvent imprévisibles. Parmi les principaux défis à relever figure, au premier plan, la nécessité de s'adapter aux changements climatiques, lesquels ne manqueront pas, sous forme d'altération de la température, des précipitations et de l'incidence des ravageurs, d'affecter le choix possible de cultures à entreprendre ainsi que le moment de la mise en culture et les rendements potentiels¹³. À court terme, on prévoit pour l'ensemble des régions une accentuation de la variabilité climatique et des phénomènes météorologiques extrêmes²⁰⁻²³, avec des conséquences négatives pour l'amélioration des rendements et la sécurité alimentaire, notamment en Afrique subsaharienne et en Asie du Sud-Est et ce, jusqu'à l'horizon 2030²⁴. Lorsqu'on y associe les effets du déboisement, l'agriculture compte pour environ un tiers des émissions de gaz à effet de serre; c'est pourquoi un rôle de premier plan lui incombe en matière d'atténuation des effets des changements climatiques²¹. S'il est vrai qu'il est possible d'adapter les cultures aux mutations environnementales, la nécessité de réduire les émissions ne manquera pas de remettre de plus en plus en question les systèmes agricoles conventionnels, à forte intensité en ressources³.

Il convient d'évoquer une autre source importante d'incertitude face à l'avenir, à savoir le prix et la disponibilité de l'énergie nécessaire au fonctionnement d'une culture mécanisée et à la production des principaux intrants, en premier lieu les engrais. À mesure que décline la production de combustibles fossiles, leur prix augmente, entraînant une hausse des intrants, et par conséquent une augmentation générale des coûts de production agricole. Il s'ensuit que les combustibles fossiles ne peuvent plus constituer la source unique d'énergie si l'on veut augmenter la productivité. Il convient, au contraire, de diversifier considérablement les sources d'énergie afin de réduire le coût du carburant nécessaire à une agriculture plus intensive.

L'on voit donc que le défi qui consiste à satisfaire la future demande alimentaire de façon durable apparaît encore plus redoutable en raison de l'effet conjugué des changements climatiques, de la pénurie d'énergie et de la détérioration des ressources. À ce propos, la flambée des prix des denrées alimentaires au cours de l'année 2008, et les niveaux record qu'ils ont atteints au début de l'année 2011 sont des phénomènes annonciateurs de menaces plus aiguës et plus fréquentes pour la sécurité alimentaire mondiale²⁵. Après avoir passé en revue un large éventail de scénarios vraisemblables dans les domaines économiques, démographiques et climatiques, l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI) a estimé que l'on assisterait, au cours de la période allant de 2010 à 2050, à une augmentation des prix réels de

59 pour cent pour le blé, de 78 pour cent pour le riz et de 106 pour cent pour le maïs. L'étude conclut que l'augmentation des prix est le reflet des «pressions sous-jacentes que subit sans trêve le système alimentaire mondial», pressions qui résultent de la croissance démographique et des revenus, ainsi que de la réduction de la productivité²⁶.

C'est surtout dans les pays en développement à faible revenu que l'insécurité alimentaire risque de perdurer sur le long terme. Le taux d'accroissement des pressions sur les ressources et sur l'environnement en général, du fait de l'expansion et de l'intensification de l'agriculture, sera de plus en plus concentré dans les pays ayant une consommation alimentaire faible, des taux de croissance démographique élevés et souvent peu de ressources agricoles²⁷. Dans ces pays, les petits agriculteurs, qui sont hautement tributaires des biens et des services de l'écosystème pour fournir des aliments, des combustibles et des fibres à leurs familles et au marché sont plus vulnérables devant la baisse de la qualité et de la quantité des ressources naturelles et devant les changements climatiques¹⁴. Si aucune mesure n'est prise pour améliorer la productivité de l'agriculture paysanne dans ces pays, on n'arrivera probablement pas à atteindre le premier Objectif du Millénaire pour le développement, qui est de réduire de moitié la proportion de personnes souffrant de la faim et de la pauvreté, pour 2015 au plus tard.

Un autre changement de paradigme

À la lumière des défis de l'heure et de ceux qui se profilent à l'horizon pour notre approvisionnement alimentaire et pour l'environnement, l'intensification *durable* des cultures en vient à être considérée comme une priorité de premier plan par les responsables de l'élaboration des politiques²⁸ comme par les partenaires du développement international^{7, 14}. L'intensification durable, c'est le fait de produire davantage à partir d'une même superficie de terres cultivables, tout en réduisant les retombées environnementales négatives et en augmentant les apports au capital naturel ainsi que le flux de services environnementaux²⁹.

L'intensification durable des cultures est le premier objectif stratégique de la FAO. Afin de l'atteindre, celle-ci a entériné l'«approche écosystémique» en matière de gestion agricole³⁰. Cette approche consiste essentiellement à utiliser des intrants tels que la terre, l'eau, les semences et les engrais comme complément des processus naturels qui soutiennent la croissance des espèces végétales, y compris la pollinisation, la régulation naturelle des populations de ravageurs par leurs prédateurs et l'action des biotes du sol qui aident les plantes à accéder aux nutriments³¹.

Il est aujourd'hui largement admis que l'intensification de la production agricole doit être sous-tendue par une approche écosystémique. Une étude de grande envergure portant sur l'alimentation et l'agriculture à l'horizon 2050 préconisait des changements substantiels au système alimentaire à l'échelle mondiale, y compris une intensification durable

visant à obtenir, de façon simultanée, l'augmentation des rendements, l'amélioration de l'efficacité d'utilisation des intrants et la réduction des retombées négatives de la production alimentaire sur l'environnement³². La récente Évaluation internationale des connaissances agricoles, de la science et de la technologie pour le développement a également plaidé en faveur d'une réorientation des pratiques agricoles actuelles en faveur de systèmes d'agriculture durable, capables d'augmenter de façon sensible la productivité et d'améliorer les services écosystémiques³³.

Les évaluations conduites dans les pays en développement ont montré que les pratiques agricoles qui conservent les ressources contribuent à améliorer la fourniture de services environnementaux et à augmenter la productivité. On a constaté, lors d'un examen de projets de développement agricole réalisés dans 57 pays à faible revenu, que l'utilisation plus efficace de l'eau, le recours réduit à des pesticides ainsi que l'amélioration de la santé des sols avaient permis d'augmenter en moyenne les rendements de 79 pour cent³⁴. Une autre étude est parvenue à la conclusion que les systèmes agricoles qui conservent les services écosystémiques, en ayant recours à des pratiques telles que le labour de conservation, la diversification des cultures, l'intensification des cultures de légumineuses et la lutte biologique contre les ravageurs donnent des résultats comparables à ceux obtenus par les systèmes d'agriculture intensive et à haut niveau d'intrants^{35, 36}.

L'intensification durable des cultures, une fois mise en œuvre et appuyée de façon efficace, représentera pour tous la formule gagnante pour relever le double défi qui consiste à nourrir la population mondiale et à sauver la planète. L'intensification durable permettra aux pays de planifier, de développer et de gérer la production agricole en répondant aux besoins et aux aspirations de la société, sans pour autant mettre en danger le droit des générations futures à profiter de l'éventail complet des biens et services environnementaux. On peut citer, comme exemple de situation «gagnante sur tous les tableaux» – c'est-à-dire apportant des avantages économiques aux agriculteurs tout en bénéficiant à l'environnement – la réduction de la surutilisation d'intrants, tels que les engrais minéraux, parallèlement à une amélioration de la productivité.

Outre le fait qu'elle comporte des avantages multiples en matière de sécurité alimentaire et d'environnement, l'intensification durable a beaucoup à offrir aux petits agriculteurs et à leurs familles, qui représentent plus d'un tiers de la population mondiale, en renforçant leur productivité, en réduisant les coûts, en améliorant la résilience au stress et en renforçant leurs capacités de gestion du risque¹⁴. Par ailleurs, en réduisant les dépenses consacrées aux intrants agricoles, on libérera des ressources utiles pour les investissements dans les exploitations agricoles, mais on pourra aussi améliorer l'alimentation, la santé et l'éducation des familles paysannes²⁹. Ainsi, l'augmentation des revenus nets des exploitants agricoles sera obtenue à un moindre coût environnemental, ce qui permettra d'obtenir des avantages d'ordre tant privé que public³¹.

Les principes fondamentaux

Au cours des vingt dernières années, l'intensification des cultures a commencé à se faire selon des approches écosystémiques, à mesure que les agriculteurs ont commencé à adopter des méthodes durables, comme la protection intégrée et l'agriculture de conservation, souvent en partant de techniques traditionnelles. L'intensification durable des cultures se caractérise par une approche plus systémique de la gestion des ressources naturelles et se fonde sur des principes scientifiques d'ordre environnemental, institutionnel et social.

Les principes d'ordre environnemental

Si l'on veut promouvoir l'efficacité et renforcer le système alimentaire à l'échelle mondiale, il faut appliquer l'approche écosystémique à l'ensemble de la filière alimentaire. S'agissant des systèmes de culture, la gestion doit être basée sur des processus biologiques et sur l'intégration de toute une gamme d'espèces végétales, de même que sur l'utilisation judicieuse d'intrants externes tels que les engrais et les pesticides. L'intensification durable des cultures repose sur des systèmes de production agricole et sur des méthodes de gestion que nous décrivons dans les chapitres suivants et qui comprennent notamment:

- ▶ le maintien de la santé des sols pour favoriser une meilleure nutrition des plantes;
- ▶ la mise en culture d'une gamme élargie d'espèces et de variétés végétales selon des régimes de rotation, d'association et de successions culturales;
- ▶ l'utilisation de variétés bien adaptées et à haut rendement et de semences de qualité;
- ▶ la protection intégrée contre les ravageurs, les maladies et les plantes adventices;
- ▶ la gestion efficace des ressources en eau.

Afin que l'intensification durable produise un effet optimal sur la productivité et la durabilité, il faudra qu'elle puisse être appliquée à un large éventail de systèmes d'exploitation agricole, et adaptée à des contextes agroécologiques et économiques spécifiques. Il est généralement admis que les bonnes pratiques en matière de gestion jouent un rôle essentiel dans l'obtention des avantages offerts par les services écosystémiques, tout en réduisant les retombées négatives des activités agricoles³⁶.

Les principes institutionnels

L'on ne saurait espérer de façon réaliste que les agriculteurs adoptent des pratiques durables pour la simple raison qu'elles sont plus respectueuses de l'environnement. Si l'on veut transposer les principes environnementaux en programmes d'action de grande envergure, appliqués de façon coordonnée, il convient d'obtenir le soutien des institutions à l'échelle nationale comme à l'échelon local. Le défi consiste donc, pour les instances gouvernementales, à améliorer la coordination et la communication dans tous les sous-secteurs de l'agriculture, c'est-à-dire depuis la production jusqu'à la commercialisa-

tion en passant par la transformation. Pour ce faire, il convient de mettre en place des mécanismes ayant pour effet de renforcer les liens institutionnels, de manière à améliorer la formulation des politiques et des stratégies d'intensification durable, tout en soutenant l'expansion des études pilotes, le renforcement de l'expérience des agriculteurs et la promotion des savoir-faire locaux et traditionnels.

À l'échelon local, les organisations d'agriculteurs jouent un rôle important pour ce qui est de faciliter l'accès aux ressources – notamment à la terre, à l'eau, au crédit et au savoir – et de veiller à ce que la voix des agriculteurs soit entendue³⁷. Il faut également ménager aux petits producteurs un accès à des marchés fonctionnant de façon efficiente et équitable, tout en leur donnant les incitations propres à les encourager à gérer d'autres services écosystémiques, parallèlement à la production alimentaire. Les agriculteurs décideront d'intensifier durablement leur production agricole s'ils peuvent en retirer des avantages concrets, tels que l'augmentation du revenu et la réduction du volume de travail requis. Dans la mesure où le système économique saura refléter les coûts de manière adéquate – y compris les coûts environnementaux élevés de pratiques non durables – l'aiguille de la balance penchera en faveur de l'intensification durable des cultures.

Les principes sociaux

On a décrit l'intensification durable comme un processus d'«apprentissage social», étant donné qu'elle suppose généralement un volume de connaissances supérieur à celui utilisé dans la plupart des systèmes conventionnels d'exploitation agricole¹⁴. L'intensification durable nécessitera par conséquent un renforcement marqué des services de vulgarisation, qu'ils soient d'origine traditionnelle ou non traditionnelle, à l'appui de son adoption par les agriculteurs. À ce sujet, les écoles pratiques d'agriculture* se distinguent parmi les méthodes de vulgarisation ayant fait leurs preuves pour ce qui est de former les agriculteurs pour les amener à incorporer à leur système d'exploitation des pratiques durables de gestion des ressources³⁸.

La mobilisation du capital social en faveur de l'intensification durable implique une participation populaire à la prise de décisions, des conditions de travail décentes et équitables pour les agriculteurs et avant tout la reconnaissance du rôle déterminant que les femmes jouent dans l'agriculture. Des études menées en Afrique subsaharienne ont conclu de manière irréfutable que l'écart entre les rendements obtenus par les hommes et les femmes tient avant tout aux disparités en matière d'accès aux ressources et aux services de vulgarisation. Supprimer ces disparités pourrait améliorer la productivité et, entre autres effets positifs, accroître les revenus des femmes et les disponibilités alimentaires³⁹.

* La démarche des écoles pratiques d'agriculture, qui avait été introduite en Asie du Sud-Est à la fin des années 80 dans le cadre du programme régional de la FAO de protection intégrée (PI) contre les ravageurs du riz, a été adoptée dans plus de 75 pays et couvre aujourd'hui un éventail sans cesse plus large de cultures et de problèmes liés à la production agricole.

La marche à suivre

Si elle bénéficie du soutien des politiques et d'un financement suffisant, l'intensification durable devrait pouvoir être appliquée, dans des délais relativement brefs, dans de vastes zones de production. Le défi que devront relever les responsables des politiques consiste à élaborer des démarches efficaces d'expansion de l'intensification durable afin que le processus puisse, à terme, bénéficier à des centaines de millions de personnes³². De façon concrète, ce processus comprendrait les principales étapes suivantes de mise en œuvre:

- ▶ Évaluer les retombées potentiellement négatives des façons culturales actuelles sur l'écosystème agricole. Il pourra être nécessaire, à cette fin, d'effectuer des évaluations quantitatives d'indicateurs spécifiques et de passer en revue la planification avec les parties prenantes au niveau des districts ou de la province.
- ▶ Décider, au niveau national, quels sont les systèmes de production risquant de ne pas répondre aux critères de durabilité et qui, de ce fait, nécessitent une attention prioritaire, et quels domaines méritent d'être désignés comme prioritaires en vue d'une intervention au titre de la durabilité de l'écosystème, qu'il s'agisse par exemple de la santé des sols, de la qualité de l'eau ou de la conservation de la biodiversité.
- ▶ Coopérer avec les exploitants agricoles afin de valider et d'adapter les technologies de façon intégrée, en fonction des priorités, mettre à profit l'expérience acquise pour établir des plans d'investissement, élaborer des politiques et mettre sur pied des institutions en fonction des besoins.
- ▶ Mettre en œuvre des programmes (avec l'assistance technique et les politiques d'exécution nécessaires) basés sur les approches et sur les technologies décrites dans ce volume.
- ▶ Suivi, évaluation, examen des progrès accomplis et ajustements si nécessaire.

Ce processus, qui pourra prendre une forme itérative, repose de toute façon sur la gestion de l'interaction entre, d'une part, les politiques et les institutions nationales, et de l'autre, l'expérience, au niveau local, des agriculteurs et des consommateurs. On pourra, grâce au suivi des variables clés de l'écosystème, adapter et affiner les initiatives en matière d'intensification durable.

Durant la phase d'élaboration des programmes, les responsables des politiques devront peut-être prendre en compte les questions qui affectent aussi bien l'intensification durable que le développement de l'ensemble du secteur agricole. À titre d'exemple, il conviendra d'éviter que les politiques visant à réaliser des économies d'échelle à travers un processus de développement des chaînes de création de valeur et de regroupement des propriétés foncières, n'arrivent à exclure les petits agriculteurs ou à réduire leur accès à des ressources productives. L'amélioration de l'infrastructure des transports permettra aux agriculteurs de se procurer plus facilement les engrais et les semences, qui sont

deux intrants essentiels de l'intensification durable, et d'accéder plus facilement aux marchés. Étant donné le taux élevé de pertes le long de la filière alimentaire – de 30 à 40 pour cent de la production alimentaire mondiale, selon les estimations, par suite du gaspillage et de la détérioration des produits – les investissements en matière de transformation, d'entreposage et de chaîne du froid permettront aux agriculteurs de retirer davantage de profits de leur production. Par ailleurs, les responsables de l'élaboration des politiques peuvent également promouvoir la participation des petits agriculteurs à l'intensification durable en améliorant leur accès aux informations relatives à la production et au marché, en s'appuyant sur les technologies modernes d'information et de communication.

Il conviendra peut-être d'harmoniser, d'améliorer et d'appliquer de façon plus efficace les instruments internationaux, les conventions et les traités ayant une incidence sur l'intensification durable des cultures. Il faudra, dans cette optique, établir une collaboration entre les organisations internationales concernées par le développement rural et les ressources naturelles* ainsi que les instances gouvernementales, les organisations de la société civile et les associations d'agriculteurs. Il est en outre urgent de disposer des capacités nécessaires à la mise en œuvre, aux niveaux régional, national et local, des mécanismes de gouvernance agréés à l'échelle internationale**.

Parallèlement, un certain nombre d'instruments internationaux, non contraignants sur le plan juridique, incarnent la coopération en vue de l'amélioration et de l'utilisation durable des ressources naturelles. Ces instruments comprennent notamment des lignes directrices et des codes – tels que le Code de conduite international pour la distribution et l'utilisation des pesticides – qui visent à améliorer la gestion des menaces transfrontalières pour la production, l'environnement et la santé humaine. Enfin, le Rapporteur spécial des Nations unies pour le Droit à l'alimentation a publié des principes directeurs en matière de baux ruraux et de spéculation sur les denrées alimentaires et a lancé un appel en faveur de l'intensification des approches écologiques dans le domaine agricole.

L'approche écosystémique en matière d'intensification durable des cultures se décline de bien des façons. Cependant, une large gamme de pratiques et de technologies agricoles, souvent adaptées au contexte géographique, a déjà été mise au point. On trouvera, aux chapitres 2, 3, 4, 5 et 6, une description de cette boîte à outils qui offre toute une panoplie de pratiques à la fois pertinentes, adoptables et adaptables s'appuyant sur l'écosystème; ces pratiques, qui renforcent la productivité agricole, peuvent servir de pierre angulaire aux programmes nationaux et régionaux. Quant au chapitre 7, il décrit en détail le contexte de l'élaboration des politiques ainsi que les mécanismes institutionnels destinés à faciliter l'adoption et la mise en œuvre de l'intensification durable des cultures sur grande échelle.

* telles que la FAO, le Fonds international de développement agricole (FIDA), le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), l'Organisation mondiale du commerce (OMC) et le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI).

** tels que le Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, la Convention internationale pour la protection des végétaux, la Convention sur la diversité biologique, le Codex Alimentarius, la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification et les accords connexes en matière de biodiversité.

The background features a vintage-style map of the Atlantic Ocean, showing continents and islands. The map is framed by a circular border. Surrounding the map are various botanical illustrations, including leaves, stems, and small flowers, rendered in a golden-brown, aged paper style. The overall aesthetic is that of an antique book cover or a historical document.

Chapitre 2

Les systèmes d'exploitation agricole

*L'intensification durable des cultures
sera fondée sur des systèmes d'exploitation
assurant aux producteurs et à la société
dans son ensemble des gains de productivité
et des avantages socioéconomiques
et environnementaux.*

Les systèmes de production végétale présentent une très grande diversité. À l'une des extrémités de cette vaste gamme, se situe l'approche interventionniste, pour laquelle la plupart des aspects liés à la production sont maîtrisés par les interventions technologiques telles que le travail du sol, la lutte préventive ou curative contre les ravageurs et les plantes adventices à l'aide de produits agrochimiques et l'application d'engrais minéraux pour la nutrition des plantes; à l'autre extrémité, on trouve les systèmes de production qui adoptent une approche principalement écosystémique et qui, tout en restant productifs, sont mieux inscrits dans la durée. En règle générale, ces systèmes agroécologiques sont peu perturbateurs pour l'écosystème, ils assurent la nutrition des plantes à partir de sources organiques et non organiques et s'appuient aussi bien sur la biodiversité naturelle que sur la biodiversité programmée pour produire des denrées alimentaires, des matières premières et d'autres services écosystémiques. La production agricole basée sur l'approche écosystémique tend à préserver la santé des terres agricoles déjà exploitées, tout en régénérant celles qui ont été détériorées par des modes d'exploitation nocifs¹.

Les systèmes d'exploitation agricole conçus pour l'intensification durable offriront aux agriculteurs comme à l'ensemble de la société toute une série d'avantages, non seulement en termes de productivité mais également dans les domaines socioéconomique et environnemental, tels que: une production et une rentabilité à la fois stables et élevées; une capacité d'adaptation liée à une vulnérabilité réduite aux changements climatiques; un meilleur fonctionnement de l'écosystème et des services qui y sont associés; enfin, une réduction des émissions de gaz à effet de serre par le secteur agricole et, partant, de son empreinte écologique.

Ces systèmes d'exploitation agricole reposeront sur trois principes techniques:

- ▶ augmentation de la productivité agricole, allant de pair avec une amélioration du capital naturel et des services environnementaux;
- ▶ l'utilisation plus efficiente des principaux intrants, et notamment de l'eau, des nutriments, des pesticides, de l'énergie, de la terre et de la main-d'œuvre;
- ▶ le recours à la biodiversité naturelle et programmée afin de renforcer la résilience systémique au stress d'origine biotique, abiotique et économique.

S'il est vrai que les pratiques agricoles nécessaires à la mise en œuvre de ces principes varieront en fonction des conditions et des besoins locaux, elles n'en devront pas moins, dans tous les cas, viser à:

- ▶ *atténuer autant que possible les perturbations causées au sol en réduisant le labour mécanique* de manière à préserver la matière organique du sol, sa structure et sa santé en général;
- ▶ *renforcer et maintenir une couverture organique de protection* à la surface des sols au moyen de cultures, de cultures de couverture ou de résidus culturaux, de manière à protéger les couches de surface, à conserver l'eau et les nutriments, à promouvoir l'activité biologique du

Contribution de l'intensification durable des pratiques agricoles à des services écosystémiques importants

Objectif	Composante			
	Paillage du sol	Labour zéro ou labour réduit au minimum	Légumineuses pour la nutrition des plantes	Rotation des cultures
Simuler les conditions optimales du «tapis forestier»	*	*		
Réduire les pertes d'humidité, par évaporation, de la couche superficielle du sol	*			
Réduire les pertes d'humidité, par évaporation, des couches supérieures du sol	*	*		
Minimiser l'oxydation des matières organiques du sol et les pertes de CO ₂		*		
Minimiser le compactage du sol	*	*		
Minimiser les fluctuations de température à la surface du sol	*			
Fournir régulièrement des matières organiques comme substrat pour l'activité des organismes du sol	*			
Augmenter ou maintenir les niveaux d'azote dans la zone radicale	*	*	*	*
Augmenter les capacités d'échange de cations de la zone radicale	*	*	*	*
Maximiser l'infiltration de la pluie, minimiser le ruissellement	*	*		
Minimiser les pertes de sol par ruissellement et érosion éolienne	*	*		
Permettre et maintenir la stratification naturelle des horizons, grâce à l'action des biotes du sol	*	*		
Minimiser les adventices	*	*		*
Accroître les taux de production de biomasse	*	*	*	*
Récupérer rapidement la porosité du sol, grâce à ses biotes	*	*	*	*
Réduire l'intensité de travail		*		
Réduire les intrants en combustible/ énergie		*	*	*
Recycler les nutriments	*	*	*	*
Réduire la pression des agents pathogènes				*
Remettre en état et redynamiser les sols endommagés	*	*	*	*
Assurer des services de pollinisation	*	*	*	*

Friedrich, T., Kassam, A.H. et Shaxson, F. 2009. Conservation agriculture. Dans: *Agriculture for developing countries. Science and technology options assessment (STOA) project*. Parlement européen. Karlsruhe, Allemagne, European Technology Assessment Group.

sol et à contribuer à la protection intégrée contre les plantes adventices et les ravageurs;

- ▶ *élargir la gamme des espèces végétales cultivées* – annuelles et pérennes – en association, en succession et en rotation, pour améliorer la nutrition des plantes cultivées et la résilience du système; cet effort portera sur les arbres, les arbustes, les herbages et les cultures.

Ces trois pratiques essentielles sont généralement associées à l'agriculture de conservation, laquelle a été largement adoptée, tant dans les régions développées que dans celles en développement*. Toutefois, pour pouvoir atteindre le niveau d'intensification durable nécessaire à une augmentation de la production alimentaire, ces pratiques doivent être sous-tendues par quatre autres pratiques en matière de gestion:

- ▶ *l'utilisation de variétés bien adaptées et à rendement élevé*, capables de résister au stress biotique et abiotique et de meilleure qualité sur le plan nutritionnel;
- ▶ *une meilleure nutrition des cultures basée sur la bonne santé des sols*, grâce à la rotation et à l'emploi judicieux d'engrais organiques et inorganiques;
- ▶ *la protection intégrée contre les ravageurs, les maladies et les plantes adventices*, à travers des pratiques appropriées, le soutien à la biodiversité et l'emploi sélectif de pesticides à faible risque, en fonction des besoins;
- ▶ *une gestion efficace de l'eau* permettant d'obtenir «une meilleure production par goutte d'eau», tout en préservant la santé des sols et en réduisant autant que possible les externalités.

En théorie, l'intensification durable représente la combinaison de ces sept pratiques appliquées de façon simultanée, opportune et efficiente. Cependant, les systèmes de production durable étant dynamiques par nature, ils devraient offrir aux agriculteurs un grand nombre de combinaisons possibles de pratiques à sélectionner et à adapter en fonction des conditions et des contraintes caractérisant la production locale²⁻⁵.

Les pratiques recommandées, lorsqu'elles sont appliquées ensemble ou selon des combinaisons diverses, contribuent à l'obtention de services importants et opèrent en synergie de manière à produire des résultats positifs, tant sur le plan des facteurs mis en œuvre que de la productivité globale. À titre d'exemple, pour un volume donné de précipitations, l'humidité du sol dont peuvent effectivement profiter les plantes dépend de la façon dont sont gérés la surface du sol, la matière organique qui le compose et les systèmes racinaires. La productivité de l'eau employée dans des conditions de bonne humidité des sols est renforcée lorsque ces derniers sont en bonne santé et que la nutrition des plantes est adéquate. Par ailleurs, une bonne infiltration de l'eau associée à une couverture adéquate du sol permet de réduire l'évaporation en surface et d'optimiser l'utilisation et la productivité de l'eau – ce dernier facteur étant également influencé par la capacité de la plante à absorber l'eau et à l'utiliser.

* L'agriculture de conservation est aujourd'hui pratiquée, à l'échelle mondiale, sur environ 117 millions d'hectares, c'est-à-dire environ huit pour cent des terres cultivées. C'est en Australie, au Canada et dans le cône sud de l'Amérique du Sud que les taux d'adoption sont les plus élevés (plus de 50 pour cent des terres en culture), et l'on observe des progrès en Afrique, en Asie centrale et en Chine.

L'une des principales exigences d'une production respectueuse de l'environnement est la bonne santé du sol, afin que la zone racinaire offre les meilleures conditions possibles à l'activité des biotes dans le sol et à l'activité racinaire. Les racines, en captant les nutriments et l'eau utilisés par les végétaux, interagissent avec un ensemble de micro-organismes qui jouent un rôle bénéfique pour la santé des sols et le rendement des cultures^{2,6,7}. La préservation ou l'amélioration de la matière organique du sol, de sa structure et de la porosité qui en découle sont des indicateurs critiques de la production durable et d'autres services écosystémiques.

Si l'on veut qu'un système agricole soit vraiment durable, il est essentiel que la perte de matière organique ne dépasse jamais le taux de reconstitution du sol. Dans la plupart des écosystèmes agricoles, il est impossible de respecter ce paramètre lorsque le sol est soumis à des perturbations mécaniques⁸. Il est donc impératif – et c'est là un élément clé de l'intensification durable –, lorsqu'on entreprend l'intensification durable de la production, de préserver la structure du sol et la teneur en matière organique en limitant le recours aux labours mécaniques du sol lors de l'installation de la culture, puis de sa gestion.

Les méthodes de labour minimum et de labour zéro, telles que pratiquées dans le cadre de l'agriculture de conservation, ont considérablement amélioré les conditions du sol, atténué sa dégradation et renforcé la productivité dans de nombreuses régions du monde. Même si la majeure partie des terres agricoles continuent d'être labourées, hersées ou binées à la houe avant toute mise en culture et pendant la croissance des plantes cultivées, et ce afin de détruire les plantes adventices et de faciliter l'infiltration de l'eau ainsi que l'installation de la culture, les perturbations mécaniques imposées à la couche de surface, en enfouissant la couverture du sol, risque d'en déstabiliser la structure, sans parler de l'effet de compaction, qui nuit à la productivité⁹.

La contribution de l'agriculture de conservation à l'intensification durable des cultures tient notamment au fait qu'elle atténue les perturbations infligées au sol et qu'elle maintient tous les résidus des cultures précédentes à la surface du sol. L'agriculture de conservation comprend, parmi ses démarches, le travail minimal du sol, qui permet de ne perturber que la couche destinée à contenir le rang de semences, et la technique de labour zéro, également appelée technique sans labours ou semis direct, qui fait l'économie de la perturbation mécanique du sol étant donné que les cultures sont plantées directement dans un lit de semis qui n'a pas été travaillé depuis la récolte précédente³.

L'intensification durable appelle une autre considération relative à la gestion, à savoir le rôle de l'énergie et de la mécanisation agricole. Dans de nombreux pays, l'absence de sources d'énergie et de machines agricoles constitue un obstacle majeur à l'intensification de la production¹⁰. Un agriculteur ayant recours au simple travail manuel peut produire suffisamment pour alimenter, en moyenne, trois autres personnes. S'il a recours à la traction animale, ce nombre double alors, pour être multiplié par 50, voire plus, avec l'utilisation d'un tracteur¹¹. Une mécanisation adéquate tend à optimiser le coefficient d'emploi d'énergie pour la pro-

duction végétale, ce qui améliore la durabilité et la capacité productive, tout en atténuant les effets nocifs pour l'environnement^{12, 13}.

Parallèlement, l'incertitude quant aux perspectives d'évolution des prix et de la disponibilité d'énergie porte à envisager des mesures visant à réduire les besoins énergétiques globaux du secteur agricole. L'agriculture de conservation pourrait entraîner une réduction de 60 pour cent de ces besoins par rapport à l'agriculture conventionnelle. Cette économie s'explique par le fait que la majorité des opérations agricoles à forte consommation d'énergie, telles que le labour, se trouvent éliminées ou réduites, ce qui atténue les goulets d'étranglement en matière de main-d'œuvre et d'énergie, notamment pour la préparation des terres. Les dépenses d'équipement, et en particulier le nombre et la puissance des tracteurs, s'en trouvent sensiblement réduites – même si l'agriculture de conservation nécessite l'acquisition d'équipements appropriés. Les économies s'appliquent également aux petits agriculteurs utilisant le travail manuel ou la traction animale. Des études effectuées en République-Unie de Tanzanie indiquent qu'au cours de la quatrième année de culture du maïs sans labours et avec culture de couverture, les besoins en main-d'œuvre avaient diminué de plus de moitié¹⁴.

Les obstacles possibles

Dans certaines régions agricoles, l'introduction de pratiques relevant spécifiquement de l'intensification durable des cultures présente des difficultés particulières. Ainsi, s'agissant de l'agriculture de conservation, l'insuffisance des précipitations dans les zones climatiques subhumides et semi-arides risque de restreindre la production de biomasse, avec comme conséquence une diminution de volume des récoltes et des résidus utilisables comme couverture végétale du sol, comme fourrage ou comme combustible. Cependant, les économies en eau que permettent de réaliser les techniques de labour zéro entraînent généralement une hausse de rendement au cours des premières années de mise en œuvre et ce, malgré le manque de résidus. Dans les régions plus humides, la carence en nutriments des plantes risque également de constituer un facteur limitant; toutefois, l'intensification de l'activité biologique du sol peut, à long terme, augmenter la présence de phosphore et d'autres nutriments^{7, 15}.

Les systèmes qui réduisent la perturbation des sols ou éliminent les labours sont souvent perçus comme inadaptés à l'agriculture sur les sols mal drainés ou compactés, ou encore sur les sols argileux très lourds dans les zones au climat froid et humide. Dans le premier cas, si l'insuffisance de drainage est due à un horizon de sol imperméable, hors de portée du matériel de travail du sol, seuls les moyens biologiques tels que les racines primaires, les vers de terre et les termites sont en mesure de percer des barrières aussi épaisses à la percolation de l'eau. Avec le temps, ces solutions biologiques bénéficient de la réduction des

perturbations imposées au sol. Dans le deuxième cas, les sols recouverts de paillis demandent effectivement plus de temps pour se réchauffer et pour sécher que les terres labourées. Cependant, les agriculteurs canadiens et finlandais obtiennent de bons résultats avec la technique de labour zéro par des températures extrêmement froides, et des études ont confirmé que la température des sols ainsi recouverts chute moins pendant l'hiver^{13, 16}.

Les systèmes de réduction ou d'élimination des labours sont également accusés, à tort, d'augmenter l'emploi d'insecticides et d'herbicides. Dans certains systèmes d'agriculture intensive, l'utilisation intégrée du labour zéro, du paillis et de la diversification des cultures a permis, comparativement à l'agriculture basée sur les labours, de réduire l'emploi d'insecticides et d'herbicides, tant en volume total qu'en coefficient d'ingrédients actifs appliqués par tonne produite^{12, 13}.

Dans les petites exploitations où prédomine le travail manuel, la protection intégrée contre les plantes adventices peut remplacer les herbicides. À titre d'exemple, depuis que l'agriculture de conservation a été introduite, en 2005, dans le district de Karatu, en République-Unie de Tanzanie, les agriculteurs ont cessé de labourer et de herser, pour se tourner vers les cultures mixtes en semis direct de maïs, de dolique d'Égypte et de pois cajan. Ce système donne un bon paillis de surface, si bien que la gestion des adventices peut se faire à la main, sans recours aux herbicides. Au bout de quelques années, on passe par rotation à la culture du blé. Les résultats d'ensemble ont été positifs, et le rendement moyen du maïs est passé de 1 tonne à 6 tonnes à l'hectare. Cette augmentation spectaculaire a été réalisée sans produits agrochimiques, avec utilisation du fumier animal comme agent d'amendement et de fertilisation du sol¹⁷.

L'adoption élargie de l'agriculture de conservation risque également d'être entravée par le manque d'équipements adéquats tels que les semoirs et plantoirs pour semis direct, instruments qui manquent souvent aux petits agriculteurs des pays en développement et qui, même lorsqu'ils sont disponibles à la vente, coûtent plus cher que les équipements conventionnels et exigent un investissement initial considérable de la part de l'agriculteur. Il est possible de pallier ces goulets d'étranglement en encourageant la mise en place de filières d'approvisionnement en intrants et de manufactures locales d'équipements, et en promouvant les initiatives de services contractuels ou de partage d'équipement au sein des groupements agricoles, de manière à en réduire les coûts. On trouve d'excellents exemples de ces approches dans la plaine indo-gangétique. Dans la plupart des cas de figure applicables aux petites exploitations, les plantoirs pour semis direct, combinés à la traction animale, couvrent largement les besoins d'un seul agriculteur.

Des systèmes d'exploitation pour produire plus avec moins

L'intensification des cultures selon l'approche écosystémique prend toute son efficacité lorsqu'on applique de façon concomitante des pratiques appropriées et se renforçant mutuellement. Même lorsqu'il n'est pas possible d'appliquer toutes les pratiques recommandées au même moment, il convient d'encourager les progrès dans ce sens. Il est possible d'intégrer sans délai les principes de l'intensification durable à des systèmes d'exploitation agricole présentant des caractéristiques communes avec les approches axées sur l'écosystème, ou pouvant être améliorés à l'aide de principes analogues.

La production intégrée de cultures et de bétail

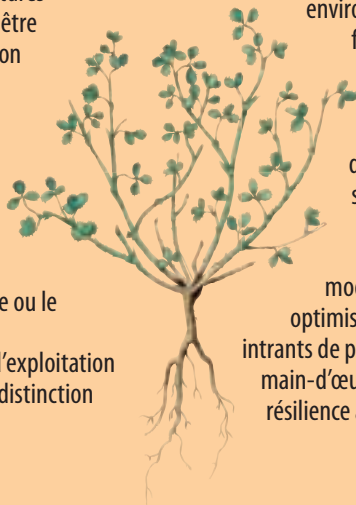
La production intégrée de cultures et de bétail est pratiquée par la majorité des petits agriculteurs des pays en développement. Rappelons que les pâturages remplissent d'importantes fonctions écologiques: ils contiennent un pourcentage élevé de graminées vivaces, qui piègent et fixent d'importants volumes de carbone dans le sol, nettement plus que les cultures annuelles. Cette capacité peut être encore renforcée par une gestion judicieuse – par exemple en remplaçant les nutriments extraits, en préservant la diversité des espèces végétales et en accordant des périodes suffisantes de reconstitution entre les utilisations pour le pâturage ou le fauchage.

Les systèmes traditionnels d'exploitation agricole établissent une nette distinction

entre les terres arables et les pâturages. L'intensification durable, en revanche, abolit cette distinction, et les cultures annuelles peuvent faire l'objet d'une rotation avec les pâturages sans que soit nécessaire l'intervention destructrice du labour. Les «pâturages cultivés» sont une innovation prometteuse dans bon nombre de pays. En Australie par exemple, le système des pâturages cultivés prévoit le semis direct de cultures d'hiver, telles que l'avoine, dans des pâturages d'été composés essentiellement d'espèces autochtones. Les expérimentations de terrain font état d'avantages tels que la réduction du risque d'engorgement, de lessivage des nitrates et d'érosion du sol¹⁸.

Certaines innovations ont permis d'exploiter les synergies entre l'agriculture, l'élevage et l'agroforesterie afin d'améliorer la durabilité économique et écologique, tout en fournissant une série de services écosystémiques d'une grande utilité. Grâce à l'élargissement de l'éventail biologique, au recyclage efficace des nutriments, à l'amélioration de la santé des sols et à la conservation forestière, ces systèmes renforcent la résilience

environnementale et favorisent l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation de leurs effets. Ces systèmes facilitent en outre la diversification et l'efficacité des modes d'existence, en optimisant l'emploi des intrants de production, dont la main-d'œuvre, et en renforçant la résilience au stress économique¹⁹.



luzerne

► La production durable riz-blé

Les systèmes de productivité durable riz-blé ont été expérimentés pour la première fois dans la plaine indo-gangétique du Bangladesh, de l'Inde, du Népal et du Pakistan par le *Rice-Wheat Consortium*, une initiative des centres de recherches du GCRAI et des centres de recherche agricoles nationaux. L'initiative a été lancée dans les années 90, en réponse à des signes de plafonnement de la productivité agricole, de perte de matière organique des sols et de régression des nappes phréatiques²⁰.

Ce système prévoit de planter le blé après le riz au moyen d'un semoir tracté qui, en un seul passage, dépose la semence directement dans le champ non labouré. Étant donné que les machines agricoles spécialisées nécessaires à l'opération n'étaient pas, initialement, disponibles en Asie du Sud, la diffusion de cette technologie reposait sur la création d'une capacité manufacturière locale en mesure de fournir, à un prix abordable, des semoirs adaptés aux techniques culturales sans labour. La culture du blé selon la technique de labour zéro est une source d'avantages économiques immédiats, identifiables et démontrables. Elle permet d'amorcer plus tôt la campagne de semis, elle aide à lutter contre les plantes adventices et favorise de façon marquée la conservation des ressources en réduisant notamment la consommation de diesel et d'eau d'irrigation. Les économies ainsi réalisées, estimées à 52 dollars USD par



blé

hectare, tiennent principalement à la réduction draconienne de l'utilisation des tracteurs – et donc de carburant – pour la préparation du sol et l'implantation du blé.

Ce système a été adopté sur 1,8 million d'hectares de la plaine indo-gangétique par quelque 620 000 agriculteurs, qui en retirent un revenu moyen de 180 à 340 dollars USD par foyer. Il faudra, si l'on veut reproduire cette approche dans d'autres contextes, lancer sur le terrain des programmes participatifs et adaptatifs de recherche-développement, créer des liens entre les exploitants agricoles et les fournisseurs de technologies, et, surtout, mettre en place des mécanismes attrayants au plan financier²¹.

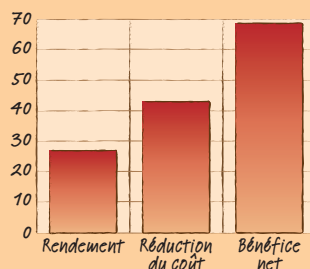


tagasaste

► L'agroforesterie

On voit aujourd'hui se diffuser de plus en plus, sur des terres dégradées, l'établissement de systèmes agroforestiers axés sur les plantes vivaces ligneuses et les cultures annuelles, généralement en association avec des légumineuses vivaces. L'agriculture de conservation donne de bons résultats lorsqu'elle est combinée à l'agroforesterie et à plusieurs systèmes d'arboriculture, si bien que les agriculteurs des régions en développement comme des pays développés la mettent en pratique sous une forme ou sous une autre. Il est en outre possible d'améliorer encore ces systèmes en perfectionnant les combinaisons culturales, notamment en y incorporant des légumineuses et en y intégrant l'élevage. Dans ce domaine, les cultures en allées représentent une innovation porteuse de meilleurs rendements, ainsi que d'avantages

Avantage économique du labour zéro par rapport au labour conventionnel, dans l'État d'Haryana, en Inde (USD/ha)



Erenstein, O. 2009. Adoption and impact of conservation agriculture based resource conserving technologies in South Asia. Dans: Proceedings of the 4th world congress on conservation agriculture, 4-7 février 2009, New Delhi, Inde. New Delhi, World Congress on Conservation Agriculture.

économiques et environnementaux pour les agriculteurs²². On peut citer également l'utilisation de densités variables d'«arbres fertilisants» qui améliorent la fixation biologique de l'azote, conservent l'humidité et augmentent la production de biomasse utilisable comme couverture végétale (voir le Chapitre 3, *La santé des sols*).

► Utilisation d'une défonceuse-sillonneuse en Namibie

Dans le nord de la Namibie, les agriculteurs pratiquent l'agriculture de conservation pour produire des cultures résistantes à la sécheresse, notamment le mil, le sorgho et le maïs. Ils utilisent une défonceuse-sillonneuse montée sur tracteur qui lacère la couche dure jusqu'à 60 cm de profondeur et creuse des sillons pour recueillir l'eau de pluie. Cette eau se concentre dans la zone racinaire des cultures, qui sont plantées dans les sillons avec un mélange d'engrais et de fumier. On utilise des tracteurs la première année, mais à partir de l'année suivante, les agriculteurs plantent directement les cultures dans les sillons à l'aide d'une semeuse tractée par un animal de trait.

Les résidus de récolte servent essentiellement à nourrir le bétail, mais comme ce système accroît la production de biomasse, ils font aussi fonction de paillage. On encourage les agriculteurs à pratiquer la rotation avec des légumineuses. Ces techniques allongent la période de croissance et améliorent la structure du sol, sa fertilité et sa capacité de rétention de l'eau. Elles ont permis de faire passer le rendement moyen du maïs de 300 kg/ha à plus de 1,5 tonne.

► Les autres systèmes culturaux

L'agriculture biologique, lorsqu'elle est associée à l'agriculture de conservation, peut contribuer à améliorer la santé et la productivité des sols, tout en promouvant l'utilisation efficiente de la matière organique et les économies d'énergie. L'agriculture de conservation biologique, qui dessert un grand nombre de créneaux de marché spécialisés, est pratiquée dans certaines régions du Brésil, d'Allemagne et des États-Unis d'Amérique, de même que par des producteurs pratiquant l'agriculture



maïs

de subsistance en Afrique. **La culture itinérante** nécessite le déboisement préalable de terres forestières, qui sont ensuite abandonnées pour permettre le reboisement naturel et la reconstitution des nutriments végétaux. Bien que la culture itinérante soit souvent perçue de façon négative, il est possible de l'adapter pour la rendre conforme aux principes de l'intensification durable des cultures. Les agriculteurs qui la pratiquent peuvent substituer l'agriculture sur brûlis par l'exploitation du paillis: de la sorte, le recours à des cultures diversifiées, comprenant notamment des légumineuses et des plantes vivaces, réduit le besoin de défrichage des terres. D'autres approches écosystémiques, telles que le **Système d'intensification du riz**, ont également fait leurs preuves dans certaines circonstances particulières comme plates-formes d'intensification durable²³.

La marche à suivre

Les systèmes d'exploitation agricole consacrés à l'intensification durable des cultures seront constitués sur la base des trois grands principes techniques énoncés dans ce chapitre, et mis en œuvre en s'inspirant des sept pratiques recommandées en matière de gestion: travail minimal du sol, couverture organique permanente des sols, diversification des espèces cultivées, utilisation de variétés adaptées à haut rendement provenant de bonnes semences, protection intégrée contre les ravageurs, nutrition des plantes basée sur des sols sains et gestion efficace des eaux. L'intégration des pâturages, des arbres et du bétail aux systèmes de production, de même que l'utilisation adéquate et appropriée des équipements agricoles et de leurs sources d'énergie sont des composantes essentielles de l'intensification durable des cultures.

Le passage au système d'intensification durable des cultures peut se faire rapidement lorsqu'il existe un environnement porteur, ou de façon graduelle dans les régions où les agriculteurs sont confrontés à des difficultés particulières, notamment la pénurie d'équipements, liées aux aspects agroécologiques ou socioéconomiques, ou encore aux politiques appliquées. Même si, à court terme, il est possible d'apporter certains avantages économiques et environnementaux, il faudra obtenir l'engagement prolongé de toutes les parties prenantes pour tirer pleinement profit de tels systèmes.

Il sera en outre essentiel d'assurer le suivi des progrès réalisés dans l'application des pratiques associées aux systèmes cultureux et de leurs résultats. Rappelons, à ce propos, les indicateurs socioéconomiques les plus pertinents: les bénéfices d'exploitation, la productivité des différents facteurs, la quantité d'intrants externes employée par unité produite, le nombre d'agriculteurs appliquant les systèmes d'intensification durable, la surface cultivée et la stabilité de la production. Et parmi les indicateurs pertinents de services écosystémiques, il convient de citer: des niveaux satisfaisants de matières organiques dans les sols, un approvisionnement en eau saine provenant d'une zone d'agriculture intensive, l'atténuation de l'érosion, le renforcement de la biodiversité et de la vie naturelle au sein des paysages à vocation agricole, et la réduction de l'empreinte écologique comme des émissions de gaz à effet de serre.

Les systèmes cultureux liés à l'intensification durable réservent une place importante aux connaissances, si bien que leur apprentissage et leur mise en application sont relativement complexes. Pour la plupart des agriculteurs, des vulgarisateurs, des chercheurs et des responsables de l'élaboration des politiques, ces systèmes représentent une nouvelle façon d'opérer. En conséquence, il est urgent de renforcer les capacités et d'offrir des démarches d'apprentissage (par exemple à travers les écoles pratiques d'agriculture) ainsi qu'un soutien technique, de manière à améliorer les qualifications des parties prenantes. Il faudra, pour cela, pouvoir compter sur un soutien coordonné à l'échelle internationale et au niveau régional, afin de renforcer les institutions nationales et locales. À cette fin, les institutions dispensant une éducation et une formation structurée aux niveaux tertiaire et secondaire devront adapter leurs programmes d'enseignement de manière à ce qu'ils incorporent les principes et les pratiques d'intensification durable des cultures.