

Éditorial : Les systèmes de production agricole et la protection des cultures à la croisée des chemins

Philippe Lepoivre

Introduction

Les systèmes de production agricole se trouvent confrontés à un double défi. Au plan mondial, la question de la capacité de la planète à nourrir ses habitants naît d'inquiétudes liées à l'évolution de l'offre et de la demande alimentaire. Ce questionnement suscite des réflexions et des prises de position sur l'évolution des systèmes de production, les formes d'organisation de l'économie agricole mondiale et la place qu'occuperont les nouvelles technologies dans la gestion de la biosphère. La protection des cultures est au cœur de ce débat sur l'évolution des systèmes de production.

L'importance des maladies

Quelle est l'importance des dégâts dus aux maladies des plantes cultivées ? Ces évaluations doivent prendre en compte les pertes directes au champ ainsi que les pertes indirectes de rendement qui se manifestent tout au long des filières de commercialisation et des chaînes de transformation des productions végétales. Les maladies des plantes cultivées peuvent également avoir des effets plus insidieux, difficiles à quantifier, comme les cas d'intoxications résultant de la consommation d'aliments contaminés par des toxines produites par des champignons.

Les rares enquêtes menées à l'échelle mondiale ont été réalisées par la FAO en 1967 et 1988–1990. La fiabilité des sources qui sont à la base de ces évaluations est difficile à contrôler. De ces enquêtes il ressort qu'en absence de toute mesure de lutte, les pertes potentielles dues aux maladies, aux animaux ravageurs et aux plantes adventices s'élèvent, selon la culture et la zone géographique concernée, entre 50 et 80 % de la production potentielle. Avec les moyens de lutte actuellement mis en œuvre, les pertes réelles s'élèvent encore à plus de 30 % dans les pays industrialisés. Leur niveau est encore plus élevé (plus de 50 %) dans les pays en développement qui paient le plus lourd tribut à ce gaspillage de ressources alimentaires.

Plus étonnante peut-être est l'évolution dans le temps de ces pertes. Entre 1967 et 1988–1990 (dates

des 2 enquêtes réalisées par la FAO), les rendements réels maximums des principales cultures ont augmenté grâce à l'introduction de variétés plus productives, l'amélioration des pratiques culturales et l'utilisation des pesticides. Mais dans le même temps les pertes réelles ont également augmenté en valeurs relatives. Globalement les cultures pour lesquelles on observe les augmentations de rendement les plus élevées sont également celles qui montrent les accroissements les plus importants du pourcentage de pertes réelles.

Parmi les facteurs qui expliquent cette fragilisation des systèmes de production, figurent l'introduction de cultures et d'agents phytopathogènes dans des zones géographiques où ils étaient absents, l'homogénéité génétique des variétés productives mais présentant une rusticité souvent réduite, les variations génétiques des parasites capables de contourner les gènes de résistance de la plante et la toxicité des pesticides, etc. Des systèmes agricoles intensifs à haut rendement, à forte injection d'intrants et de technicité ont été mis progressivement en place, aggravant l'impact et la fréquence des maladies qui sont maîtrisées au prix d'interventions phytosanitaires fréquentes.

Les systèmes de production au 21^e siècle

Le 20^e siècle a vu s'installer deux pôles en matière de systèmes de production agricole au sens large. L'un concerne les cultures traditionnelles de subsistance, à faibles rendements, comportant un minimum d'intrants et d'investissements, notamment en matière phytosanitaire. L'autre pôle se rapporte aux cultures intensives à haut rendement, à forte injection d'intrants, de technicité, d'investissements et de régulation de ce second pôle repose sur l'homogénéité génétique des cultures, résultat d'une sélection poussée des géotypes. La biosphère est exploitée intensément en vue de la production des biens et des services et est de plus en plus menacée dans ses fonctions essentielles.

Les systèmes de production mondialisés du 21^e siècle devront concilier performance et durabilité des facteurs de production au travers de la diversité des situations écologiques et socio-économiques.

Les préoccupations trop exclusives du rendement ont longtemps dominé dans le choix des itinéraires techniques, avec des effets induits parfois négatifs sur le plan phytopathologique, effets que l'on s'efforçait de corriger *a posteriori* par des interventions curatives. L'objectif de productivité optimale tend à se substituer à celui de rendement maximum.

Cette évolution fonde les concepts de conduite intégrée des cultures (*Integrated Crop Management*) et de protection intégrée des cultures (*Integrated Pest Management* – IPM) qui s'inscrivent délibérément dans une perspective d'agriculture durable. Par essence, la protection intégrée veut combiner de manière rationnelle les différentes stratégies de protection des cultures (lutte chimique, lutte génétique, pratiques culturales, lutte biologique) dans le but d'optimiser la relation entre la production (tant en termes quantitatifs que qualitatifs) et les coûts directs et indirects qu'elle entraîne. La gestion intégrée des maladies et ravageurs vise à associer les différentes stratégies de lutte, pour façonner de manière interactive, les itinéraires techniques appropriés à chaque situation, tout en prenant en compte les capacités adaptatives des producteurs, la mobilité des facteurs de production et la fluidité des marchés. Ceci amène à croiser les potentialités des entrepreneurs, des scientifiques, des techniciens, des responsables financiers et des opérateurs des filières de valorisation, en vue d'optimiser des procédures et des résultats. À cet égard, dans l'analyse financière des filières, il faudra être attentif à prendre en compte les "externalités", c'est-à-dire les charges supportées par la collectivité au profit des activités privées (infrastructures, pollutions, subsides, etc.). Il faudra aussi adapter les voies et moyens aux composantes économiques, culturelles et socio-économiques, ainsi qu'aux capacités contributives des opérateurs et de leurs partenaires.

D'abord ressentie comme une contrainte par les producteurs, les exigences de durabilité sont progressivement perçues comme l'amorce d'un nouveau type de développement économique. Ainsi, à côté des procédures de certification traditionnelle qui concernent l'assurance de la qualité du produit (fraîcheur, qualités phytosanitaire, microbienne, toxicologique, etc.) et qu'il convient de continuer à développer, se mettent en place de nouvelles procédures de certification qualifiant l'entièreté des systèmes de production (avec prise en compte de la durabilité et du coût des externalités). Cette certification des systèmes de production, qui constitue une réponse au souci de développement durable, représente progressivement un atout économique (meilleure position concurrentielle des produits issus de ces systèmes, réduction des coûts environnementaux par rapport aux systèmes non certifiés, nouveaux produits et activités de service associées à cette certification).

Un avenir pavé d'interrogations...

Le mouvement des parasites et des plantes. Le transfert d'agents pathogènes dans des zones géographiques d'où ils étaient absents, ou l'introduction d'une culture dans de nouvelles régions où existait un agent potentiellement pathogène à son égard, ont joué un rôle important dans la genèse et l'extension de nombreuses épidémies. Des exemples récents montrent qu'en multipliant les échanges internationaux de matériel végétal, en favorisant les contacts entre flores, plantes ou cellules qui sont normalement éloignées dans la nature, l'homme lui-même jette les bases de menaces nouvelles. Certaines observations suggèrent en effet que certains viroïdes attaquant les espèces végétales cultivées pourraient trouver leur origine à partir de plantes sauvages chez lesquelles ils ne provoquent aucun symptôme. C'est ainsi qu'à partir du *Columnea*, une plante ornementale originaire des forêts tropicales du Costa Rica et qui a été largement répandue aux États-Unis, on a isolé un viroïde qui induit chez la pomme de terre des symptômes ressemblant à ceux de la "maladie des fuseaux". Au Mexique, un nouveau viroïde de la tomate (*tomato planta macho*), qui occasionne une maladie dommageable à cette culture, existait naturellement chez plusieurs plantes sauvages de la région où cette maladie est apparue.

Qu'en sera-t-il à l'avenir des risques d'extension géographique des agents phytopathogènes ? Malgré notre connaissance de plus en plus poussée et documentée des phénomènes en cause, malgré l'extension des réseaux d'observation et de contrôle phytosanitaire, les risques en la matière pourraient encore s'accroître avec l'ouverture de plus en plus large des marchés, avec la centralisation poussée de la production de semences (graines et autres organes de propagation des plantes cultivées, boutures, bulbes, tubercules, etc.) ainsi qu'avec le développement de nouveaux génotypes ou de formes cryptiques de parasites ou de contaminants pathogènes encore inconnus.

Les changements climatiques. Les changements climatiques interpellent scientifiques et politiques et pourraient bouleverser profondément l'activité agricole. C'est l'augmentation continue de la concentration des gaz à effet de serre (la vapeur d'eau, le CO₂, le CH₄, le N₂O, l'O₃ et les chlorofluorocarbures ou CFC), liée au développement des activités humaines, qui pose problème. Malgré les incertitudes qui accompagnent les prédictions relatives aux concentrations futures de ces polluants, les résultats des nombreuses études consacrées à "l'effet de serre" suggèrent fortement que l'activité humaine influence dès à présent le climat global de la terre.

Les tentatives de prédiction de l'impact de ces changements sur les activités humaines, dont l'agriculture, sont nombreuses mais paradoxalement peu d'études ont été consacrées à la problématique particulière des maladies, alors que de tels changements devraient avoir un impact significatif sur les cultures. L'ampleur des conséquences sur les maladies dépendra des espèces concernées et du type de végétation (plantes annuelles *versus* plantes pérennes). La première question concerne l'importance de l'augmentation du rendement potentiel associée à l'accroissement de la concentration en CO₂ (selon les évaluations, les fourchettes se situent entre 8 et 30 %). L'incidence de tels changements sur les pathosystèmes est très complexe ; or la plupart des travaux ont été réalisés dans des systèmes expérimentaux contrôlés où l'effet d'un seul paramètre a été étudié, en comparant deux valeurs contrastées de ce paramètre, alors que les changements climatiques résultent de modifications lentes et progressives du climat.

Ces modifications peuvent d'abord toucher à la distribution géographique des maladies. Le développement épidémique de beaucoup de maladies est fortement influencé par les conditions de température. Les modifications à long terme des températures auront un impact certain sur le développement des épidémies, mais il est très difficile de prévoir quelles seront les maladies favorisées, étant donné la diversité des interactions possibles.

Le réchauffement atmosphérique pourrait entraîner un glissement des zones agroclimatiques, avec colonisation de nouvelles régions par des plantes hôtes et leurs parasites. Un des cas les mieux connus est celui de *Phytophthora cinnamomi*, qui attaque les racines de nombreux arbres et a été introduit en France au 19^e siècle. Sur chênes, l'attaque se manifeste par la formation d'un chancre cortical. *P. cinnamomi* est surtout actif à des températures de 20 à 25 °C, ce qui limite sa distribution actuelle à la façade atlantique en Europe. Une élévation de la température moyenne de l'ordre de 3 °C aurait comme conséquence une extension considérable de la répartition de ce champignon. De même, l'aire d'extension de certaines rouilles du peuplier comme *Melampsora medusae*, introduite dans le Sud-Ouest de la France et qui ne semble pas se disséminer actuellement, pourrait être élargie par un réchauffement climatique. L'augmentation de la température pourrait également accroître l'importance des maladies virales transmises par les insectes, lorsque la température constitue le facteur limitant le développement des populations de vecteurs. En Grande-Bretagne, l'incidence des deux virus responsables de jaunisses de la betterave (les virus de la jaunisse modérée et de la jaunisse grave) est fonction du nombre de jours de gel qui influence directement la survie des pucerons vecteurs de

l'inoculum primaire. Des hivers plus doux accroîtraient donc la sévérité de ces deux virus. L'augmentation de la température peut aussi affecter directement la résistance de la plante. Ainsi, les gènes de résistance de l'avoine à la rouille noire (*Pg3* et *Pg4*) sont inactifs lorsque la température dépasse 20 °C. La durabilité des gènes de résistance pourrait être indirectement diminuée si l'élévation de la température s'accompagne d'une augmentation du nombre de cycles infectieux bouclés par un parasite pendant une saison de culture.

Les changements climatiques, l'évolution des systèmes de cultures (itinéraires techniques, intrants, sélection variétale, etc.), le volume croissant du commerce international des plantes et produits végétaux, ont un impact profond sur l'apparition et l'importance des maladies. La fin du 20^e siècle a connu un accroissement de la fréquence de nouvelles maladies (maladies émergentes) dont on peut parfois identifier la (ou les) raison(s) du développement, mais dont il est très hasardeux de prédire l'évolution future.

Un premier exemple est l'importance socio-économique que prennent les plantes parasites. D'abord perçues comme des curiosités botaniques, leur impact actuel dépasse dans certains pays la gravité des maladies dues aux microorganismes (virus, bactéries, champignons). Il s'agit d'un phénomène qui s'est fortement accéléré en Afrique, en liaison avec l'évolution des pratiques culturelles, des pressions démographiques et des changements climatiques.

Les maladies émergentes. Plusieurs maladies initialement cantonnées dans des zones géographiques précises connaissent une extension à l'échelle de continents et menacent des zones de production jusque-là indemnes. La cercosporiose des agrumes causée par *Phaeoramularia angolensis* illustre ce problème. Deux pathologistes portugais découvrent en 1952 une nouvelle maladie sur les agrumes en Angola et au Mozambique ; ils identifient rapidement l'agent causal initialement appelé *Cercospora angolensis*. En Afrique tropicale humide cette maladie représente une sérieuse contrainte de production qui pourrait constituer une menace pour les zones subtropicales (Afrique du Sud mais également Moyen-Orient). Malgré les enjeux pour l'agrumiculture, nos connaissances de cette maladie (son épidémiologie, la variabilité des souches, la résistance/sensibilité des différents groupes de *Citrus*) demeurent fragmentaires.

On assiste dans le monde à un développement spectaculaire des *Geminivirus* transmis par l'aleurode *Bemisia tabaci*. Cette espèce, d'origine subtropicale, sévit sur tous les continents et est largement présente dans l'Union européenne. La grande plasticité qui aboutit à l'existence de nombreux biotypes, parmi lesquels le biotype B, probablement originaire du

Moyen-Orient, peut être mis en évidence par des marqueurs enzymatiques et moléculaires. Jusqu'il y a peu, *B. tabaci* était principalement nuisible sur les cultures tropicales comme le manioc, le cotonnier, la patate douce et la tomate. L'extrême polyphagie du biotype B (plus de 600 espèces hôtes !) l'a rendu dommageable sur de nombreuses plantes cultivées en serre dans les pays du nord de l'Europe (courgettes, concombres, poinsettia, laitues, gerbera, hibiscus, etc.). L'émergence de *B. tabaci* qui associe grande polyphagie et forte capacité à transmettre de nombreux virus (*Geminivirus*, *Closterovirus*, *Nepovirus*, *Carlavirus*, *Potyvirus*, etc.), explique le développement de plusieurs maladies virales nouvelles comme la maladie des "feuilles jaunes en cuillère de la tomate" (*Tomato Yellow Leaf Curl Virus* ou TYLCV). Le TYLCV appartient à la famille des *Geminiviridae*, au genre *Begomovirus* qui regroupe tous les *Geminivirus* transmis par *B. tabaci*. Deux souches de TYLCV existent. L'une, TYLCV-Sar, est présente dans l'ouest du bassin méditerranéen (Italie, Sicile, Sardaigne et Espagne) tandis que l'autre, TYLCV-IL, est originaire de l'est de ce bassin (Turquie, Égypte, Chypre, Iran, etc.). TYLCV-IL a gagné l'Espagne et a été identifié pour la première fois en Camargue (France) en 1999 sur des plantes originaires d'Espagne. L'extension de TYLCV-IL ne s'est pas limitée à l'Europe, car cette souche est également décrite aux USA, dans les Caraïbes et l'Île de la Réunion. Ce virus constitue une grave menace pour la France, car il provoque de gros dégâts sur des cultures comme le haricot et le piment. Il s'agit d'un organisme de quarantaine dans les pays de l'Union européenne. À ce titre, son introduction et sa dissémination doivent être interdits. Les risques d'introduction de nouveaux foyers demeurent cependant élevés, étant donné la présence du biotype B de *B. tabaci* dans de nombreuses serres, et l'existence de plantes tolérantes au TYLCV risque de compromettre l'efficacité de l'éradication des foyers primaires. De plus, une adaptation progressive du vecteur à des conditions plus froides, tout comme son extension géographique suite à une élévation de la température, ne sont pas à exclure.

L'accélération prodigieuse des connaissances et les nouvelles exigences du public

Tout le monde reconnaît que ces défis et questions, comme les exigences sociétales, demandent la mise en place de nouvelles méthodes de production, et la protection des cultures jouera un rôle central dans cette évolution. Mais alors même que nos capacités techniques sont incomparablement plus riches que dans le passé, les doutes exprimés par la société vis-à-vis du progrès suscitent des phénomènes de rejet qui handicapent notre capacité à répondre aux défis futurs.

Ces phénomènes de rejet furent longtemps sous-estimés par les scientifiques, les politiques et les communicateurs ; ils montrent à suffisance que l'innovation ne saurait se réduire au seul processus de création et de diffusion de nouvelles technologies.

Alors que la science a eu longtemps l'ambition de réduire les doutes et nourrir le public de certitudes, nos découvertes débouchent sur de nouvelles questions, sur des incertitudes qu'il convient de gérer. Pour y répondre, certains considèrent que l'innocuité doit être démontrée avant toute utilisation dans la pratique agricole. Mais, dans son interprétation par certains groupes de pression, ce principe de précaution est progressivement associé à la notion de "dommage zéro" comme norme sociale. Paradoxalement cette attitude véhicule inconsciemment la croyance positiviste en une science capable de réduire toute incertitude moyennant la poursuite suffisante de la recherche. Une telle affirmation ignore (et veut masquer) l'existence de poches d'indétermination qui rend le principe du "risque zéro" impossible à mettre en œuvre *a priori*, et que nous sommes condamnés à gérer l'incertitude.

Dans le même temps, les consommateurs des pays développés expriment leur conviction que des risques nouveaux accompagnent l'intensification de l'agriculture. Dès lors, la responsabilité et les actions des opérateurs de la production agricole s'enracinent toujours plus dans les composantes sociologiques, économiques et culturelles de la société. Une des préoccupations majeures du public concerne les effets secondaires d'un développement technologique inconscient ou peu soucieux de ses conséquences.

Le modèle scientiste supposant que les progrès des connaissances issus de la dynamique endogène de la science (indépendante de la demande sociale) débouchent quasi automatiquement sur des progrès techniques porteurs d'une évolution positive pour la société a définitivement vécu.

Cela implique que les scientifiques doivent prendre en compte des préoccupations et des valeurs qui concernent la demande sociale qu'ils doivent contribuer à construire en interaction avec les consommateurs. Toute nouvelle technique doit dès lors être évaluée dans son ensemble par le concept global de "*technology assessment*" et, simultanément, de réponse aux besoins sociaux. Trois critères d'évaluation constitueront la pierre angulaire de la recherche agronomique :

- le refus du risque additionnel, les consommateurs n'acceptant pas l'idée de courir le moindre risque supplémentaire sans avantage évident pour eux ;
- l'exigence de l'utilité sociale des propositions techniques afin d'éviter le rejet des innovations proposées et
- le droit d'être informé et la liberté du choix chez le citoyen.

Le thème des activités de l'année académique 2000–2001 (Une "Faculté à l'écoute de la société") s'inscrit dans la perspective de ces réflexions sur l'avenir de notre Faculté, de son rôle en tant que pôle de référence d'un monde en pleine évolution.

Bibliographie

Kuate J. (1998). Cercosporiose des agrumes causée par *Phaeoramularia angolensis*. *Cah. Agric.* 7, p. 121–129.
Polston JE., Anderson PK. (1997). The emergence of whitefly-transmitted Geminiviruses in tomato in the

Western Hemisphere. *Plant disease* **81** (12), p. 1358–1369.

Marçais B., Bouhot-Delduc L., Le Tacon F. (2000). Effets possibles des changements globaux sur les microorganismes symbiotiques et pathogènes et les insectes ravageurs des forêts. *Rev. For. Fr.* Numéro spécial, p. 99–113.

Oerke EC., Dehne HW. (1997). Global crop production and the efficacy of crop protection – current situation and future trends. *Eur. J. Plant Pathol.* **103**, p. 203–215.

(4 réf.)