

Les impossibles de l'agronomie

GUY PAILLOTIN

Les avantages des progrès de l'agriculture sont diversement mesurés en fonction de la richesse des pays. La gestion de la Terre, village agricole global, est à inventer.

Il y a 10 000 ans, au Néolithique, les hommes du Proche-Orient inventaient simultanément l'agriculture et l'élevage. Cette révolution verte allait conquérir le monde. Parallèlement, les meilleurs rendements à l'hectare des cultures et les conditions plus douces de la vie sédentaire augmentaient la population du Globe, et, dans une certaine mesure, amenaient le problème actuel : le surcroît de population contrecarre-t-il le confort apporté par une meilleure exploitation du sol ?

Où en sommes-nous aujourd'hui ? Nos ressources alimentaires sont-elles suffisantes ? Sont-elles renouvelables ? Est-il possible d'éliminer les pestes, insectes et champignons qui pénalisent les cultures ? Est-il définitivement impossible de pratiquer l'agriculture dans certaines régions du Globe ? Une des causes de la Révolution française a été les grandes famines qui ont frappé la France sous l'Ancien régime. Pouvons-nous pallier les écarts climatiques et de quelle façon ?

Est-il possible d'extraire des produits végétaux et animaux, des éléments chimiques élaborés dont la synthèse est difficile et coûteuse ? La chimie verte a-t-elle un avenir, ou sommes-nous définitivement condamnés à tout extraire du pétrole ? Enfin, pouvons-nous nourrir le monde ?

LA FAIM DU MONDE

Huit cent millions de personnes sur les six milliards cinq cent mille habitants de la Terre souffrent de la faim alors que la production agricole dans le monde permettrait de distribuer à chaque habitant du Globe une ration journalière suffisante de 2 700 calories. Il n'y a pas d'impossibilité physique à nourrir le monde, il y a de douloureuses réalités économiques qui sont faites d'inégalités. La croissance

démographique est de 1,6 pour cent en moyenne ; elle est un peu plus élevée, 1,9 pour cent, dans les pays en développement, ce qui fait 100 millions d'habitants en plus par an. La croissance du PNB est de trois à quatre pour cent, donc il y a des chances pour que le chiffre de 800 millions diminue encore. La difficulté n'est pas technique, elle est économique.

Il reste paradoxalement douloureux que des terres soient mises en jachère dans les pays développés et que les habitants des pays pauvres souffrent de malnutrition. Le problème est de savoir si les progrès de l'agriculture s'appliqueront aux cultures adéquates, et si l'augmentation des volumes produits ne renforcera pas les disparités ; la question pèse à la fois sur les relations pays industrialisés-pays en développement, et sur le fonctionnement des sociétés industrielles.

LA GESTION DES RESSOURCES

Cela étant, il est impossible que les ressources du Globe soient indéfiniment renouvelables ; toutefois, si elles étaient suffisantes pendant la durée de l'existence de la Terre, cette limitation ne serait pas très contraignante.

Trois paramètres sont à l'ordre du jour : la biodiversité, les ressources en eau et les ressources des sols.

La biodiversité c'est la variabilité génétique : si elle diminuait trop, notre capacité d'adaptation serait réduite. Le risque n'est pas aussi fort qu'on le dit, mais la vigilance s'impose, notamment pour les espèces céréalières.

Les sols et l'eau sont plus difficiles à gérer. Les surfaces cultivables sont inégalement réparties : aux États-Unis ou en Australie, il y a un hectare ou plus de sols cultivables par habitant, en France un tiers d'hectare et dans certains pays moins

d'un dixième d'hectare. De plus, ces disponibilités peuvent être dégradées par l'érosion ou la surexploitation dans les pays pauvres. Enfin l'inégalité des ressources en eau est encore plus marquée : certains pays comme Israël et l'Égypte consomment aujourd'hui 100 pour cent de l'eau renouvelable recueillie (20 pour cent en France).

La gestion de l'eau est très complexe, et les biologistes tentent de mettre au point des plantes moins consommatrices d'eau ou qui acceptent des eaux de moindre qualité, c'est-à-dire des eaux usées ou un peu salées. Là encore, le facteur économique est prépondérant : avec de l'énergie, on peut tout faire, même des sols artificiels, mais à un coût rédhibitoire. Un impossible économique actuel est de dessaler l'eau de mer pour l'irrigation des cultures.

On a longtemps fondé quelques espoirs sur les ressources alimentaires océaniques. Hélas la plupart des mers sont aujourd'hui surexploitées, et les marins pêcheurs sont malheureusement obligés d'aller de plus en plus loin des côtes pour capturer leur prise. La raréfaction des ressources océaniques est une réalité et il faudrait y pallier.

LA LUTTE CONTRE LES GRANDS FLÉAUX

La lutte contre les grands fléaux est aujourd'hui plus efficace. Il y a deux ans, on s'est inquiété, non sans raison, de pullulations de criquets en Afrique. De temps en temps, dans des conditions climatiques favorables, un grand nombre de criquets éclosent : quand ces criquets se concentrent sur un territoire, ils changent de comportement et deviennent grégaires et dévorent les cultures.

La lutte chimique est assortie d'une veille attentive pour intervenir le plus vite possible, avant la grégarisation. Des réseaux d'observations existent, animés notamment par une équipe du CIRAD, à Montpellier, des processus d'alerte et de lutte chimique sont en place. Cependant des progrès restent à faire dans la spécificité de la nocivité et l'on recherche constamment des molécules moins nocives pour l'homme. Ces progrès souhaités passent par une meilleure connaissance de la biologie animale, la caractérisation des hormones de développement du criquet par exemple.

Toutefois, l'évolution a conféré aux insectes une forte capacité de résistance génétique à des substances toxiques et la lutte est délicate : la dissémination d'un poison crée, par pression de sélection, une population

résistante. Il y a toujours une course entre le glaive et le bouclier et les moyens de lutte sont perpétuellement affinis. Le glaive, c'est la lutte chimique : on cherche des molécules de plus en plus spécifiques qui n'attaquent que les insectes et puis des insectes spécifiquement redoutables.

On cherche aussi des molécules, surtout pour les maladies bactériennes, qui puissent activer les défenses des plantes : c'est le bouclier. La lutte biologique englobe aussi l'utilisation de toxines biologiques, le renforcement de l'acti-

vité des prédateurs – on a mis au point une espèce qui mange les œufs d'une espèce qui attaque le maïs – et la dissémination d'insectes stériles ou anormaux. Enfin la lutte génétique consiste à sélectionner les plantes qui ont développé une résistance aux insectes ou à transférer des gènes de résistance aux insectes.

On a pensé à des champs-pièges qui concentreraient les pestes ; malheureusement les nuisibles se déplacent des champs pièges aux champs cultivés... Les tas de bois qui pourrissent en forêt

sont ainsi d'excellents réservoirs d'insectes. Un piège actuel, plus élaboré, permet d'attirer les insectes par des phéromones sexuelles, afin de les y détruire.

Pour lutter contre les champignons, on essaie aussi d'enrober les semences, c'est-à-dire qu'on met le produit, le fongicide, sur la semence de manière qu'il agisse au moment où la plante pousse. Le fongicide est actif *in situ* au bon endroit et au bon moment, et à de faibles concentrations. On étudie également pourquoi une bactérie est patho-



Fresque du peintre de la révolution mexicaine, Diego Rivera, illustrant la culture et la préparation de galettes de maïs. Le maïs est cultivé et cuisiné depuis 4 500 ans au Mexique, on en retrouve les

traces sur les silex taillés du Néolithique. Les techniques agricoles modernes sauvegardent les gènes de rusticité des anciennes cultures et insèrent de nouveaux gènes de résistance.

gène pour une plante et on confère à la plante, par génie génétique, la résistance adéquate.

LE REMÈDE ET LE MAL

Il est cependant impossible d'imaginer qu'on puisse se débarrasser des bactéries, des insectes ou des virus. La lutte est perpétuelle et sans relâche, d'autant que l'on perturbe un système écologique global.

Prenons l'exemple des fruits, symbole du paradis terrestre : n'importe qui a envie de manger des fruits, y compris les insectes, donc ils méritent une protection très forte à base de traitements insecticides. Hélas ces traitements détruisent aussi une flore utile des sols et font place nette pour la prolifération des nuisibles résistants dont on a éliminé la concurrence. Tout déplacement de l'équilibre peut empirer une situation.

Il subsiste des maladies, comme la maladie de l'orme, où il n'y a pas de produit, pas de solution agronomique : l'impossible est peut-être temporaire, mais tant que la solution est absente... vous ne pourrez jamais définitivement éliminer un champignon pathogène et, partant sa dissémination épidémique, d'autant qu'on ne met pas en œuvre les mêmes moyens pour sauver un arbre et pour sauver un homme.

On sait transformer les animaux en insérant de nouveaux gènes, et l'on sait aussi cloner ces animaux. Une équipe de Jouy-en-Josas a cloné des veaux, il y a maintenant quatre ans. Aujourd'hui l'INRA examine avec l'INSERM la possibilité de modifier les porcs, afin qu'ils puissent servir de porte-greffe pour l'homme. On touche, ce faisant, des problèmes éthiques car nous avons en tête le docteur Moreau qui transformait des cochons en hommes. Le public et aussi les chercheurs tentent de déterminer une éthique déterminant les responsabilités de la science, plus d'ailleurs que celle des scientifiques.

LES RAISONS DE L'IRRATIONNEL

Je crois à trois points. Le bien-être animal qui bien sûr doit être respecté ; nous tentons de mesurer ce bien-être, ce qui est difficile. Le monde agronomique porte une attention particulière aux animaux, qui ne sont pas considérés comme des cobayes, mais en tant que partenaires d'étude. Le deuxième point est le transfert de ces connaissances au cas de l'homme. Il faut se donner un impossible moral : ne pas conduire d'expériences inutiles et ne pas faire sur l'homme un certain nombre d'expériences qu'on fait sur l'animal. L'exemple typique est

le clonage des veaux. D'ailleurs quand l'INRA a fait son expérience, j'ai interrogé les scientifiques. Leurs réponses ont été satisfaisantes : les expériences sur les animaux clonés sont utiles car elles permettent de distinguer clairement ce qui est dû au génome de ce qui est dû à l'environnement. Elles permettent des recherches sur la résistance aux maladies ou sur la nutrition qui sont beaucoup plus économiques en termes animaux.

On ne peut voir avec la même indulgence les débuts de clonage d'embryons humains pratiqués aux États-Unis peu de temps après et cela avait scandalisé tout le monde. Il faut savoir cloisonner ce type de recherche. Dans les années 1986-1987, on avait trouvé une sonde d'acide nucléique qui se greffait spécifiquement sur le chromosome Y et déterminait si l'embryon était mâle ou femelle. Son utilisation chez l'Homme est interdite.

Le troisième point dépasse l'éthique, laquelle n'est pas toujours un garde-fou suffisant : le consommateur n'acceptera jamais des produits issus de traitements zootechniques qui leur paraîtraient déviants par rapport aux relations de l'homme avec l'animal.

Cette attitude irrationnelle a en fait un sens. Même si les hormones de synthèse sont en tout point identiques aux hormones naturelles, elles détruisent l'image du lait associé à la pureté : le public assimile l'injection d'hormones à un dopage. Les sensibilités sont évidemment dépendantes de la richesse du pays.

L'augmentation de la productivité est toujours une préoccupation, cependant, et c'est horrible à dire, les estomacs solvables sont saturés. Bien sûr, ces techniques pourraient être utiles dans les pays où le lait manque, mais, là encore, pouvons-nous préconiser dans les pays en développement des techniques qu'on ne voudrait pas utiliser ?

L'AGRICULTURE, SOURCE D'ÉNERGIE ?

L'utilisation de végétaux comme source d'énergie ou de molécules intéressantes est ancienne : jusqu'à la révolution industrielle, le bois de chauffage assurait l'essentiel de notre approvisionnement énergétique et, après le choc pétrolier des années 1973, nombre de scientifiques ont voulu exploiter l'énergie solaire.

La consommation d'énergie par habitant dans un pays développé comme le nôtre est de quatre tonnes équivalent-pétrole par habitant, dont 20 pour cent pour les transports, alors que le rayonnement solaire correspond à 280 tonnes équivalent en pétrole par habitant. Le second chiffre impressionne. Hélas, il faut

regarder le rendement : avec un rendement de conversion d'un pour cent, un tiers de la surface cultivable devrait être alloué aux transports. Or le rendement de la photosynthèse est entre 0,1 et 0,33 pour cent et de plus cette énergie est diluée alors que les énergies fossiles sont concentrées.

La rentabilité économique des biocarburants est encore inférieure à celle des carburants fossiles par un facteur de deux à trois et elle dépend de la fiscalité. Mais il subsiste un coût d'opportunité : un agriculteur peut avoir intérêt à mettre une jachère en production industrielle de biocarburants.

On cherche aussi à coupler la production de biocarburants à la création de produits à forte valeur ajoutée. Il y a une filière éthanol qui vient du blé et le sous-produit va en alimentation animale et il y a une filière diester avec le colza qui laisse du glycérol ; Rhône-Poulenc examine une chimie fondée sur le glycérol de manière à augmenter la valeur du tout. Parallèlement les matériaux biodégradables comme les huiles ou les détergents seraient écologiquement intéressants, car la pollution naissant de déversement d'huile, de vidange notamment, est une menace pour l'environnement. Toutefois, ces cultures ne doivent évidemment pas employer trop d'engrais à base de nitrates ou de phosphates.

LA CHIMIE VERTE

Les plantes sont des usines chimiques absolument extraordinaires : elles synthétisent ce que l'homme lui-même n'est pas capable de synthétiser très facilement et très spontanément. On part de l'énergie solaire et à la fin, grâce à cette usine végétale, on produit des molécules extrêmement complexes. On exploite cette capacité pour faire des médicaments et des produits de base de l'industrie chimique, et l'ingénierie génétique peut nous aider à produire des éléments à haute valeur ajoutée.

Les impossibles en agriculture sont rares, mais les progrès ne sont pas économiquement transposables d'un pays à l'autre. La difficulté majeure est celle d'un village agricole global interdépendant où les transferts, bénéfiques et maléfiques, sont rapides. La gestion de l'écosystème Terre reste à imaginer.

Guy PAILLOTIN est Président de l'Institut National de la Recherche Agronomique.

Ce texte est la retranscription du débat enregistré avec Émile Noël, qui sera diffusé sur France Culture le 8 mai 1996, à 9 heures.
