



Les cafés de la statistique

**"La statistique éclaire-t-elle
les questions de société" ?**

Soirée du 11 mars 2014

Nourrir correctement et durablement 9 milliards d'humains dans une planète aux ressources limitées

Synthèse des débats ^[*]

Nous sommes déjà près de 7,2 milliards d'humains dans le monde et nous serons probablement aux alentours de 9,5 milliards d'habitants en 2050. L'émergence de nouvelles classes moyennes dans quelques grands pays d'Asie et d'Amérique latine (Chine, Inde, Brésil, etc.) et la hausse de leur pouvoir d'achat se manifestent d'ores et déjà par de profondes transformations dans les modes d'alimentation avec une consommation croissante de produits animaux (œufs, lait et viande). Il est donc à prévoir une augmentation encore plus rapide de la demande en produits végétaux, puisque 3 à 10 calories végétales sont nécessaires pour produire une calorie animale. Il nous faudra donc envisager au moins un doublement en quarante ans de la demande mondiale en grains, tubercules et autres produits amylicés (bananes plantain, fruit à pain, etc.) pour espérer satisfaire la demande croissante en aliments divers. A priori, le contexte ne semble guère favorable : les agriculteurs vont devoir en effet adapter leurs systèmes de production agricole aux conséquences du réchauffement climatique global et ne pas sacrifier les potentialités productives de leur environnement à long terme au nom de l'urgence de satisfaire des besoins immédiats : ne pas mettre en péril la "fertilité" des sols, ne pas provoquer de déséquilibres écologiques majeurs, etc.

Quelles techniques agricoles envisager pour répondre positivement à ces défis ? Quelles conditions socio-économiques réunir pour qu'elles puissent être mises en œuvre avec succès ?

Invité :

Marc Dufumier, professeur émérite à AgroParisTech¹

^[1] Tant l'exposé liminaire que le contenu des échanges sont structurés en quelques thèmes, sans suivre l'ordre chronologique. Par ailleurs, l'identité des intervenants n'était pas toujours connue et l'on a choisi de ne pas attribuer nominativement les propos. Au reste, ceux-ci ont été reconstitués à partir des notes du secrétariat sans reprendre leur formulation détaillée. Pour retracer le débat, les thèmes sont souvent introduits sous forme d'une question : ce qui vient ensuite n'est pas la seule réponse de l'invité, mais l'ensemble des contributions des participants.

Propos liminaire :

L'animateur de la soirée informe les participants qu'il est procédé, à titre expérimental, à l'enregistrement des propos de l'invité, avec bien sûr l'accord de ce dernier. Le débat ne sera pas enregistré (sinon il aurait fallu recueillir autant d'autorisations individuelles que de participants, compte tenu de l'état de la réglementation sur le droit à l'image). Les organisateurs réfléchissent à la possibilité de procéder lors d'autres Cafés à un enregistrement intégral.

L'animateur remercie vivement Marc Dufumier d'avoir accepté d'ouvrir la soirée. Marc Dufumier a été titulaire de la chaire d'agriculture comparée et de développement agricole fondée en son temps par René Dumont, qui fut candidat à l'élection présidentielle de 1974². Marc Dufumier est enseignant et a accompli de nombreuses missions d'assistance technique dans beaucoup de pays. Il est par ailleurs membre de différents conseils scientifiques.

Exposé introductif :

L'invité précise que le sujet de la soirée est bien de savoir comment nourrir correctement et durablement les 7,2 milliards d'habitants de la planète, qui seront selon les estimations 9 à 10 milliards en 2050. D'ores et déjà, d'après la FAO (Food and Agricultural Organisation)³, 800 millions à 1 milliard de personnes ont faim, c'est-à-dire ne bénéficient pas des 2 200 kilocalories quotidiennes qui sont jugées nécessaires pour subsister dans de bonnes conditions. C'est dire que toutes ces personnes sont dans l'incapacité de fournir jour après jour l'énergie nécessaire à un travail normal. Un milliard d'habitants présentent des carences nutritionnelles.

Nourrir *correctement* la population supposerait que les habitants des pays du Sud accèdent à une consommation de protéines d'origine animale : lait, viande et œufs. Or il faut trois à dix calories végétales pour produire une calorie animale. Par conséquent, compte tenu de l'accroissement de la population et de l'émergence de populations pouvant désormais payer une nourriture d'origine animale, la demande mondiale de calories végétales d'ici 2050 va plus que doubler.

Mais il faut aussi nourrir *durablement* la population, c'est-à-dire ne pas pénaliser les générations qui viendront. Cela se heurte à de multiples problèmes sur lesquels on reviendra, comme par exemple l'effondrement de la population des insectes pollinisateurs.

¹ L'Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement, dit AgroParisTech, est un établissement français d'études supérieures et de recherche scientifique ; établissement public à caractère scientifique, il est placé sous la tutelle du ministère chargé de l'agriculture.

² René Dumont (1904 - 2001), agronome français, est connu pour son combat pour le développement rural des pays pauvres et son engagement écologiste. Il a écrit de nombreux ouvrages dont *L'Afrique noire est mal partie* en 1962 et *L'Utopie ou la mort !* en 1973

³ Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture : cette organisation intergouvernementale compte 194 Etats membres, deux membres associés et une organisation membre, l'Union européenne. Son objectif est d'« aider à construire un monde libéré de la faim »

Par ailleurs, le contexte est celui du réchauffement climatique. Les rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)⁴ annoncent un accroissement de la fréquence et de l'intensité des accidents climatiques. Il faudra donc rechercher une certaine résilience des modes de production agricole. Le contexte est aussi celui d'une agriculture qui dégage beaucoup de gaz carbonique, de méthane (ce dernier dû à l'éruccation des ruminants et au fumier) et de protoxyde d'azote N₂O, lequel représente plus de la moitié de la contribution de l'agriculture au réchauffement climatique ; à rebours, l'agriculture est aussi en mesure de fixer de grandes quantités de carbone dans la biomasse et dans l'humus. Le contexte est enfin celui d'un accroissement fort de la population, accompagné d'un exode rural massif.

Dans ces conditions, faut-il considérer que la nourriture sera insuffisante pour nourrir - certes modestement, mais correctement et durablement - l'ensemble de la population ? La réponse est clairement non. Il faut en effet l'équivalent de 200 kg de céréales ou de produits équivalents par habitant et par an pour atteindre cet objectif. Or la production actuelle dépasse 300 kg par habitant et par an. C'est en réalité la pauvreté monétaire qui interdit à des populations entières l'accès à une nourriture convenable. En outre, une part importante de la production disparaît en raison du gaspillage que pratiquent les populations riches, est consacrée à la consommation de céréales ou de produits équivalents destinée à l'alimentation animale et enfin à la production de carburants⁵.

Tout cela se fait sur fond de profondes inégalités de revenus, dont le Brésil offre un bon exemple. Les deux tiers ou les trois quarts des personnes qui souffrent de faim et de malnutrition sont des paysans de l'hémisphère Sud. Leur niveau de revenu leur interdit de s'équiper pour procéder à des cultures vivrières dans des conditions de bonne rentabilité. Beaucoup parmi eux tirent leur maigre revenu des cultures d'exportation comme le café, le cacao, la vanille ou l'arachide. L'autre tiers ou quart des personnes qui ont faim sont celles qui ont rejoint les villes et n'y trouvent pas d'emploi. Ainsi naissent les bidonvilles, y compris en Chine.

Quelle est l'origine de ce phénomène ? C'est, fondamentalement, le manque de compétitivité du travail manuel sur un marché qui s'est internationalisé. Prenons l'exemple du riz : le repiquage à la main est un travail lent. On estime qu'un cultivateur d'un pays en développement ne peut s'occuper valablement de plus d'un demi-hectare. Sans engrais, il parviendra au mieux à un rendement de 1,1 t à l'hectare. Une fois mises de côté les semences nécessaires, il disposera sur son demi hectare de 500 kg de paddy (riz encore recouvert de sa balle) qui, après décorticage, donneront 400 kg de riz, ce qui en principe est suffisant pour nourrir deux personnes pendant un an. Mais avec cette récolte, le cultivateur devra obtenir d'autres produits, par exemple des médicaments. Il va donc vendre une partie de sa récolte sur le marché et se trouvera alors en concurrence avec le riz importé. Or, dans les pays occidentaux, en France par exemple, un seul actif peut produire 500 t de paddy par an (100

⁴ Le Giec est un organisme intergouvernemental ouvert à tous les pays membres de l'ONU. Il a pour mission d'évaluer les informations d'ordre scientifique, technique et socio-économique nécessaires pour mieux comprendre les risques liés au changement climatique d'origine humaine, cerner plus précisément les conséquences possibles de ce changement et envisager d'éventuelles stratégies d'adaptation et d'atténuation. Il n'a pas pour mandat d'entreprendre des travaux de recherche ni de suivre l'évolution des variables climatologiques ou d'autres paramètres pertinents. Ses évaluations sont principalement fondées sur les publications scientifiques et techniques dont la valeur scientifique est largement reconnue.

⁵ Un participant observera que la production de biocarburants n'est pas d'une nature différente de celle de toutes les cultures industrielles qui ont précédé. C'est l'ampleur des superficies qu'on lui consacre qui est susceptible de changer la donne.

ha cultivés avec un rendement moyen de 5 t/ha). Il est donc mille fois plus productif ! Si l'on raisonne en valeur ajoutée, sur les 500 t produites, 400 devront être consacrées au paiement des consommations intermédiaires. Il reste 100 t de valeur ajoutée, ce qui est 200 fois plus qu'avec une production manuelle. La valeur ajoutée par un actif est donc 200 fois plus faible dans le Sud que dans le Nord. Dit autrement, sur le marché d'une ville du Sud, il y a 200 fois plus de travail humain dans le kilo de riz produit localement que dans le kilo de riz importé ; dans ces conditions, il est impossible au paysan du Sud qui doit vendre son riz au même prix que le riz concurrent de dégager des revenus suffisants pour épargner, investir et progresser. A noter, au passage, que certains phénomènes de spéculation ou de pénurie sont susceptibles de déclencher des émeutes alimentaires qui débouchent sur la chute de certains gouvernements.

Comment remédier à tout cela ? Faut-il rechercher l'autosuffisance des pays du Sud en développant un protectionnisme à l'égard des produits en surplus venant du Nord ? Ou bien renoncer à y produire des biens vivriers et y produire les denrées que les paysans occidentaux ne produisent pas ? De fait, ces derniers savent réduire leurs excédents. Sauf spéculations occasionnelles, on a observé une tendance à la baisse des prix jusqu'en 2006. Les stocks étaient abondants au point qu'il a fallu mettre des terres en jachère par voie autoritaire. Après dix ou quinze ans les stocks ont été résorbés.

Des droits de douane seraient-ils efficaces ? Oui, sans aucun doute, pour que les agriculteurs puissent bénéficier de prix plus rémunérateurs et s'équiper. Il reste beaucoup de terres cultivables et non cultivées sur lesquelles de multiples techniques agro-écologiques peuvent être déployées. On estime à 1,6 milliards d'hectares la superficie des terres cultivées (chiffre qui n'inclut pas les forêts exploitées) et à près de 6 milliards d'hectares celle des terres cultivables⁶. Les modes de culture sont évidemment très différents selon les lieux. Ainsi, il existe des techniques d'abattis et de brûlis qui permettent de cultiver pendant un ou deux ans sur les terres ainsi gagnées, jusqu'à l'épuisement des cendres et l'apparition des mauvaises herbes. On laisse ensuite ces terres en repos ; les friches et les recrus forestières reconstituent le sol en une dizaine d'années.

Le rendement à l'hectare traduit la plus ou moins grande efficacité de la photosynthèse. Or, il y a une sous-utilisation manifeste de la ressource solaire. Tout rayon du soleil devrait tomber sur un végétal capable de transformer l'énergie solaire en énergie alimentaire. En Algérie par exemple, 40 % des terres cultivables restent en jachère ; ce sont autant de pertes quant à l'utilisation du rayonnement solaire... Le carbone du gaz carbonique est à utiliser massivement pour la production des hydrates de carbone (sucres, amidon et lipides). Mais il faut de l'eau en quantité suffisante afin que la plante transpire, mécanisme nécessaire pour qu'elle puisse capter le carbone. Cela impose de récupérer toute l'eau pluviale par infiltration dans les sols. Pour l'élaboration des protéines, le cheminement est coûteux en énergie car il faut extraire l'azote de l'air (ressource au demeurant abondante puisque l'air contient 79 % d'azote). Mais plutôt que d'avoir recours à des engrais azotés de synthèse coûteux en énergie fossile, il est préférable de cultiver des légumineuses capables d'intercepter elles-mêmes cet azote de l'air par des voies biologiques. Il faut enfin des éléments minéraux comme le calcium, le potassium, etc. La fertilisation minérale pose un problème en ce qui concerne le phosphore dont les ressources s'épuisent et dont l'exploitation devient de plus en plus coûteuse. La solution technique existe là encore ; elle consiste à récupérer et utiliser les déjections

⁶ Un participant émettra l'idée qu'une partie des terres cultivables ne sont pas cultivées en raison des troubles politiques de toute nature.

animales, à fabriquer du fumier, à récupérer aussi les minéraux qui se trouvent en sous-sol (dans les schistes, le granite ou le calcaire) grâce aux arbres à racines profondes qui font remonter ces éléments jusque dans les feuilles ; lorsque celles-ci tombent, leur décomposition fertilise les sols et reconstitue l'humus. On peut également utiliser les champignons mycorhiziens qui, associés aux racines des arbres, produisent un mycélium très fin récupérant les minéraux coincés dans les sols. Passer du labour aux vers de terre, qui rendent le sol poreux sans détruire l'humus et au contraire en le reconstituant progressivement, est une technique recommandable elle aussi.

Sans la concurrence des surplus alimentaires des pays du Nord, toutes ces solutions permettraient aux pays du Sud d'intensifier leur production agricole, même en partant des techniques d'abattis-brûlis, et en faisant pousser des arbres susceptibles de produire divers biens, tel le latex. L'acacia albida (arbre de la famille des légumineuses) multiplie par deux à trois les rendements du mil planté autour de lui grâce aux nutriments qu'il fait remonter du sous-sol et dont ses feuilles mortes abondent ensuite le sol. Il faut aussi enrichir le sol en humus et les techniques existent pour apporter le carbone et l'azote nécessaires à cet effet.

La réponse à la question de départ est donc assurément positive sur le plan technique. Oui, on pourrait nourrir convenablement et durablement toute l'humanité, même si elle comptait 12 milliards d'individus. Mais la réponse est-elle positive aussi sur le plan politique ? On peut en douter.

Débat :

1 – Agronomie et agro-écosystèmes

Un participant intervient pour dénoncer ce qu'il considère comme des méfaits de l'agriculture moderne : mauvaise qualité des produits, fruits insipides, animaux élevés dans des conditions exécrables et bourrés d'antibiotiques, emploi inconsidéré de produits chimiques dangereux pour l'homme, appauvrissement de la diversité génétique, etc. et, pire, organisation méthodique d'un monopole de grandes firmes, telles Monsanto, sur les semences. Un grand danger nous menace, estime-t-il.

Sans adhérer à une vision aussi sombre, l'invité considère qu'il est effectivement nécessaire de prendre une vue globale de plusieurs phénomènes si on veut se situer au cœur de la problématique : comment faire pour nourrir tout le monde convenablement et durablement ? Le défi est de faire émerger partout où c'est possible une autosuffisance alimentaire reposant sur une exploitation intelligente des caractéristiques de l'agro-écosystème, entendu comme la combinaison de la terre, des hommes, du climat, des espèces végétales et animales (domestiques et sauvages) et des techniques compatibles avec les moyens humains et financiers locaux. Au cours des décennies écoulées, en privilégiant exagérément les progrès génétiques, l'agronomie a perdu de vue cette vision globalisante alors que l'agro-écologie aurait dû rester centrale dans la pensée scientifique.

Les conséquences de cela ont été multiples. Avec une planète qui est ce qu'elle est et une population qui s'accroît, l'agronomie de ces dernières décennies a cherché – avec succès : c'est ce qu'on a appelé la révolution verte – à augmenter les rendements à l'hectare. Elle a voulu sélectionner à cet

effet le type idéal de plante permettant de n'avoir que le minimum de perte de rayonnement solaire. Ainsi se sont développées des stations expérimentales de recherche, évidemment coûteuses et qui, de ce fait, étaient conduites à aller vite au but, à savoir des variétés de plantes à haut potentiel génétique de rendement et capables de pousser un peu partout, en prohibant toutes les caractéristiques fondées sur la localité. Dans ce cadre de pensée, une variété était qualifiée « d'améliorée » si dans 95 % des cas de mise en culture en station expérimentale, elle donnait des rendements supérieurs aux autres.

Mais on voit bien ce sur quoi on a débouché en voulant comparer ces variétés « toutes choses égales par ailleurs » : dans les parcelles expérimentales, on ne veut surtout pas que passe un troupeau de sangliers, donc on clôture ; on ne veut pas plus de chenilles qu'ailleurs, donc on épand des insecticides ; on ne veut pas davantage de champignons, donc on introduit des fongicides, etc. Dans ces conditions, la variété sélectionnée a, certes, le plus haut potentiel génétique de rendement, mais à la condition qu'il n'y ait aucun ravageur ni agent pathogène. Or l'expérience montre que les écosystèmes les plus fragiles sont ceux qu'on a le plus simplifiés. Alors, un puceron résistant aux insecticides apparaît et prolifère, on met au point une deuxième molécule pesticide, puis une troisième et ainsi de suite. La logique de production industrielle dans l'élevage est de même nature. Si on produit des poulets à grande échelle dans un élevage industriel, on fait en sorte qu'ils soient tous calibrés à l'identique pour être ensuite plumés et découpés de manière automatisée ; l'éleveur subit des pénalités si ses poulets s'écartent de certaines normes de taille.

Outre que les productions traditionnelles et artisanales ont souvent meilleur goût que les productions industrielles, celles-ci sont susceptibles de poser des problèmes de santé publique. Au Sénégal par exemple, l'utilisation massive pour les cultures maraîchères de pesticides liposolubles réservés normalement à la seule culture du cotonnier entraîne des risques considérables du fait que ceux-ci persistent sur les légumes à manger, même après lavage. On s'interroge par ailleurs sur les conséquences potentielles de l'exposition prolongée des agriculteurs et des consommateurs à ceux des pesticides qui sont des perturbateurs endocriniens⁷.

Les OGM ont été conçus pour corriger ces désordres. Pour éviter que le maïs puisse être tué par une chenille, on a cherché à ce que ce soit le maïs qui tue la chenille. La toxine qui dans le maïs tue la chenille est la toxine Bt⁸. Mais la pression de sélection en faveur d'éventuelles chenilles résistantes à la toxine s'exerce alors pendant toute la durée de croissance du maïs, et on a donc observé la prolifération bien plus rapide de tels insectes résistants. En outre, il est légitime de se poser la question de savoir si la toxine Bt est dangereuse pour l'homme. La réponse est que la toxine Bt ne traverse pas la paroi intestinale de l'homme et se retrouve dans ses excréments. Pourtant, des essais

⁷ Ce sont des molécules qui miment, bloquent ou modifient l'action d'une hormone et perturbent le fonctionnement normal d'un organisme.

⁸ Le maïs est génétiquement modifié pour produire une toxine qui dans la nature est produite par la bactérie du sol *Bacillus thuringiensis* (Bt), d'où son nom de toxine Bt. Celle-ci a pour caractéristique d'avoir pour cible possible des larves de lépidoptères. La toxine, ingérée par l'insecte, va se dissocier en deux protéines dont l'une perfore l'intestin de l'insecte en provoquant sa mort. Le maïs transgénique synthétise donc cette toxine lui-même, se protégeant ainsi des attaques de l'insecte et permet, théoriquement, de ne plus devoir utiliser d'insecticide épandu par l'agriculteur. Un des problèmes de ce type de plantes génétiquement modifiées est la production continue d'insecticide dans l'aliment lui-même, phénomène absent de la pratique non quotidienne de pulvérisation d'insecticide.

effectués sur des rats en Allemagne semblent montrer certains effets délétères sur l'organisme⁹. Si cela est confirmé, quelle est l'origine de ces effets ? Il faudra pour avoir les idées claires augmenter le nombre et la durée des expériences. Y a-t-il eu réactivation de « gènes dormants » à l'origine de la sécrétion d'une nouvelle protéine toxique ?

On a pu en poussant loin la même logique fabriquer des sojas transgéniques qui devaient être les seuls végétaux à pouvoir résister à un « herbicide total » : le glyphosate. Mais des mauvaises herbes résistantes à cet herbicide sont très vite apparues et devenues envahissantes aux Etats unis d'Amérique (USA), au Brésil et en Argentine. On est ici face à des phénomènes avérés qui appellent, du point de vue de l'invité, des comportements non plus seulement de précaution mais de prévention.

À titre personnel, l'invité voit plus d'inconvénients que d'avantages à l'utilisation des OGM de première génération : l'enjeu n'en vaudrait pas la chandelle. Quant aux OGM de deuxième génération, qui donnent aux plantes une plus grande tolérance au stress hydrique et à la salinité, on n'y verra clair quant à leurs effets environnementaux possibles que dans une vingtaine d'années. Car ces modifications du métabolisme des plantes concernées sont polygéniques. Or, la durée des brevets est de vingt ans. D'où le fait que c'est surtout la recherche publique qui prend en charge les questionnements relatifs à ces nouveaux OGM.

C'est bien l'ensemble de notre agriculture industrielle qui mérite d'être remise en question aujourd'hui. Avec de grosses difficultés, car toutes les décisions microéconomiques qui en ont été à l'origine étaient en soi rationnelles mais c'est leur addition qui aboutit à un désordre indéniable, du point de vue macro-économique et environnemental. L'agronomie qui a trop segmenté ses recherches sur les sols, le climat, les plantes et les animaux (pris isolément), et qui est devenue exagérément normative, doit laisser place désormais à une approche holistique et considérer que l'objet de travail des agriculteurs est à chaque fois un agro-écosystème.

Un participant s'enquiert du sort des abeilles : la raréfaction des abeilles pose-t-elle un réel problème ? Oui, et pas seulement celle des abeilles. La mortalité des insectes pollinisateurs dans les pays industrialisés devient préoccupante ; en France, la production de miel a baissé de moitié en quinze ans ; aux USA, on fait souvent appel à des apiculteurs pour uniquement polliniser les champs. Le colza et le tournesol ont absolument besoin de ces insectes, dont la surmortalité est un phénomène difficile à comprendre et qui a sans doute plusieurs causes. Les pesticides sont mis sur la sellette car les molécules systémiques¹⁰ sont soupçonnées de se retrouver dans le pollen mais on ne parvient pas à démontrer cela de manière certaine¹¹. On constate par ailleurs la prolifération d'acariens et l'apparition de champignons qui attaquent les insectes pollinisateurs, tandis que l'invasion par le frelon asiatique fait elle aussi des dégâts.

⁹ On ne se réfère pas ici aux travaux du professeur Séralini, dont la validité statistique a été fortement contestée. Le lecteur intéressé trouvera dans le premier numéro de la revue « Statistique et Société » un dossier sur cette polémique. Voir : http://publications-sfds.fr/index.php/stat_soc/issue/view/21/showToc

¹⁰ Dans les insecticides systémiques, les molécules du produit libèrent leurs principes actifs au fur et à mesure de la croissance de la plante

¹¹ Les néonicotinoïdes sont parmi les insecticides les plus utilisés à travers le monde. Cette classe d'insecticides agit sur le système nerveux central des insectes ; sa toxicité serait inférieure chez les mammifères. De nombreux apiculteurs mettent en cause ces molécules pour expliquer le syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles.

Le phénomène est donc multifactoriel et sans doute lié à la perte de biodiversité ; par exemple, il y a beaucoup moins de luzerne et donc beaucoup moins de nourriture pour les insectes. Tout cela est objet de recherche en agro-écologie. Il faut avoir des modèles prédictifs de ces interactions. Notre agriculture n'est pas seulement trop « chimisée », elle est aussi et surtout bien trop simplifiée.

2 – Il existe d'autres solutions que l'agriculture industrielle

Avant tout il faut faire un meilleur usage du rayonnement solaire et cette ressource est garantie : dans 1,5 milliard d'années il y en aura encore ! Fabriquer une protéine alimentaire est certes coûteux en énergie, mais cette énergie est disponible. Même dans les régions semi arides où les pluies sont rares mais abondantes on peut venir à bout du problème de l'eau : on a vu l'intérêt de l'acacia albida qui parvient à pousser en Afrique sahélo-soudanienne. Bien sûr, l'irrigation peut donner à court terme des résultats spectaculaires mais la maintenance et l'entretien des canaux nécessitent des moyens financiers qui sont le plus souvent hors de proportion avec les revenus des agriculteurs, de sorte que les réhabilitations de réseaux d'irrigation qui sont nécessaires finissent par appauvrir les nations concernées.

Le foncier ne devrait pas être un goulot d'étranglement : on a vu que les terres cultivables ne manquent pas. Néanmoins, on ne peut que regretter les déprises de bonnes terres liées à l'urbanisation : les meilleures terres agricoles sont bitumées en France, alors même que la France est déficitaire pour les deux tiers en matière de protéines alimentaires, et l'Union européenne pour les trois quarts... Ne faudrait-il pas proscrire les pavillons en région parisienne pour protéger les terres cultivables ? En Chine, au Vietnam, l'urbanisation accélérée produit des effets bien plus catastrophiques. Il faudrait réussir à densifier les villes sans bitumage excessif. Cela dit, « végétaliser » des toits à Paris ne permettra pas de nourrir les Parisiens ! Il y a par ailleurs une déprise des terres liée dans le Nord à l'exode rural ou au retour à la friche. Pourtant, il serait bien utile de produire des céréales, des sucres, des protéines... Une priorité devrait être la culture des légumineuses, dont les résidus fertilisent les sols en azote. Il faut faire ici le lien avec les abeilles car c'est la biodiversité qui peut entretenir les populations de pollinisateurs.

Un participant s'interroge sur l'achat de terres arables par certains pays à d'autres pays ; les pays qui consentent à ces achats n'ont-ils pas là une source de financement possible pour leur développement ? En effet, environ 80 millions d'hectares de terre sont accaparés par des fonds souverains, des fonds de pension ou des multinationales, sous la forme le plus souvent de baux emphytéotiques ou de concessions. Mais il faut être conscient que les capitaux investis dans la terre sont des capitaux peu rentables, sauf dans le cas d'une agriculture extensive (par exemple le soja en monoculture au Brésil ou les ranchs d'élevage dans les latifundia d'Argentine) caractérisée par un faible équipement en matériel à l'hectare et peu de main-d'œuvre (dès qu'on emploie dix ouvriers agricoles, il faut en effet ajouter un contremaître, ce qui est coûteux). On ne peut pas pratiquer d'agriculture intensive dans ces conditions. Par ailleurs, en dépit de la grande variabilité des droits fonciers, l'État qui concède des terres à des capitaux étrangers prive de fait le paysan de ses droits, ce qui constitue un danger pour l'avenir. La question est donc éminemment politique. Madagascar a dû renoncer à céder des terres à un holding coréen.

Il n'y a pas que les végétaux à pouvoir fournir des protéines. En dehors de l'élevage de mammifères, l'aquaculture et l'élevage d'insectes ouvrent des perspectives. Des progrès considérables ont été faits. D'ores et déjà, à peu près la moitié de la consommation de poisson vient de l'élevage en mer et

de l'élevage en eau douce (surtout en Asie). La collecte raisonnée d'espèces fourragères¹² se développe. Bien sûr, le développement de l'aquaculture ne va pas sans soulever des problèmes, comme celui de la prolifération du pou de mer dans les élevages en Norvège (où on élève surtout des poissons carnivores en espaces confinés). Si l'élevage des insectes se développe (il a commencé en Thaïlande), des problèmes et des craintes de même nature ne manqueront pas d'apparaître aussi. Cela dit, les insectes sont une source remarquable de protéines et de minéraux, qu'on peut obtenir avec un bon rendement d'une calorie d'insecte obtenue à partir de deux calories végétales seulement. Deux milliards d'humains mangent occasionnellement ou régulièrement des insectes et, selon le témoignage de l'invité, un grillon grillé en apéritif est excellent...

Par ailleurs, moins de gaspillage de nourriture serait salubre. La FAO estime que le gaspillage atteint 50 % sur la nourriture destinée aux animaux et un tiers pour la nourriture destinée aux humains ! Ces chiffres - qui incluent les pertes sur les récoltes - font réagir des participants : l'un se demande comment ils sont élaborés ; un autre se déclare allergique aux gros chiffres non fondés qui lui paraissent destinés à répandre une terreur douce dans le bon peuple. Faudrait-il conclure de ces chiffres, ajoute-t-il, qu'avec un peu moins de gaspillage on résoudrait tous les problèmes ? Ce serait assurément absurde, ne serait-ce que parce qu'on ne peut guère réduire le gaspillage dans de telles proportions. Ce participant se déclare attaché à l'idée qu'un chiffre doit avoir du sens. A quoi l'invité répond que face à l'ampleur des phénomènes concernés, il convient de considérer certains chiffres comme des ordres de grandeur qui ont le mérite d'appeler l'attention sur des problèmes bien réels, comme le rapport de 1 à 200 entre les quantités de travail humain contenues dans un kilogramme de riz selon qu'il est produit au Nord ou au Sud. Les gaspillages sont de fait considérables et tous ne sont pas inéluctables : l'essentiel des pertes de récoltes au Sud vient des mauvaises conditions de conservation après la récolte. Au Nord, le gaspillage se joue pour l'essentiel au stade de la consommation, depuis les grands distributeurs qui gèrent avec des précautions parfois excessives les dates de péremption jusqu'à la gestion approximative par les particuliers des denrées entreposées dans leur congélateur individuel.

Mais en dernière analyse, la solution au problème de la nourriture de tous les êtres humains passe par une agriculture respectueuse des environnements, utilisant intelligemment toutes les potentialités de ces environnements, et par des politiques assurant au paysan un revenu suffisant pour qu'il puisse, non seulement faire vivre sa famille grâce au produit de son travail, mais aussi investir dans des équipements adaptés. Par exemple, un motoculteur permet à un riziculteur de résoudre le problème des pointes de travail et de faire deux récoltes par an. La pauvreté de la paysannerie du Sud est l'une des causes de l'exode vers les villes et des migrations internationales.

3 – Comment faire ?

L'un des participants adhère à l'objectif d'autosuffisance partout où elle est possible mais fait référence à un exercice de prospective à l'horizon 2050¹³ qui a débouché sur le constat que, dans les

¹² Les espèces fourragères sont situées bas dans la chaîne alimentaire aquatique et constituent une importante source de nourriture pour au moins quelques prédateurs.

¹³ Scénarios et défis pour nourrir le monde en 2050. *Sandrine Paillard, Edition 2010. Comment nourrir près de 9 milliards d'individus à l'horizon 2050 tout en préservant les écosystèmes desquels d'autres produits et services sont également attendus ?*

« Le 21e siècle doit relever un triple défi pour l'agriculture et l'alimentation : la sécurité alimentaire, la protection de l'environnement et la raréfaction des énergies fossiles. Dans cette perspective, en 2006, l'Inra et le Cirad ont lancé l'initiative d'une plate-forme prospective sur les enjeux relatifs aux systèmes alimentaires et agricoles mondiaux à l'horizon 2050. Cet ouvrage présente les repères statistiques pour la période 1961-2003 et l'outil de simulation Agribiom permettant d'établir des bilans entre les emplois et les ressources de biomasses alimentaires. Ensuite, sont considérés

six grandes zones étudiées, les résultats seraient bien différents. Pour trois zones - en gros celles des pays développés - on peut parvenir à l'autosuffisance. Les trois autres zones seraient déficitaires. Ainsi de la zone Sud méditerranéenne, par exemple avec l'Égypte qui importe la moitié de son blé alors pourtant qu'elle en produit avec un rendement élevé de 6,5 t à l'hectare. Comment envisager l'avenir de l'approvisionnement de ces zones ?

L'invité est d'accord avec la plupart des conclusions de l'étude Agrimonde¹⁴, sauf sur le passage obligé par la révolution verte de type classique. A ses yeux, nombre de rééquilibrages sont nécessaires, en tenant compte précisément des données de chaque situation. En Égypte, on cultive le blé en hiver et le coton ou le riz en été. Doit-on y avoir une agriculture tournée vers l'exportation ou une agriculture vivrière tournée vers la satisfaction des besoins locaux ? Viser une totale autosuffisance alimentaire dans les pays les plus densément peuplés peut être illusoire, comme en Chine. Une bonne formule serait d'importer du soja depuis le Brésil ou l'Argentine afin d'alimenter du bétail qui à son tour fertiliserait les sols en azote avec les effluents d'élevage.

En ce qui concerne la France et l'Union européenne, la politique de subventions aux céréaliers par l'intermédiaire de la politique agricole commune conduit à vendre des céréales aux pays du Sud à des prix artificiellement bas ; faire évoluer cela se heurte au poids électoral des céréaliers... Notre agriculture est ainsi subventionnée, alors qu'au Sud c'est l'agriculture qui doit financer l'industrialisation ! Ces subventions et le dumping qui en résulte contribuent au maintien de la pauvreté des paysans du Sud qui ne disposent que d'un outillage manuel ; il faut donc s'y opposer. Cela dit, les effets de cette politique sont du deuxième ordre par rapport à l'écart de productivité de 1 à 200 déjà évoqué.

Les pays du Sud doivent-ils organiser un protectionnisme efficace ? Le FMI, l'OMC (Organisation mondiale du commerce) et la Banque mondiale¹⁵ sont hostiles aux droits de douane, même modulés. Selon l'invité, ces institutions considèrent que le protectionnisme n'est pas une réponse économique correcte et que depuis Ricardo on sait que le Sud a intérêt à se spécialiser dans les produits qui ne peuvent pas être cultivés au Nord. Il estime que ce raisonnement ne tient pas devant le fait que pour de nombreuses cultures (colza, tournesol, arachide, etc.) il faut 200 fois moins de travail agricole dans le Nord que dans le Sud pour produire 1 litre d'huile. En concurrence libérale parfaite, on aboutirait assurément à un optimum collectif. Mais, pense l'invité, ce libéralisme complet devrait concerner tous les facteurs de production et conduire à accueillir les Sénégalais en région parisienne et les Haïtiens aux USA. L'immigration massive est la réponse naturelle aux déséquilibres actuels, mais les pays du Nord ne semblent guère vouloir l'accepter, tout en refusant de voir que les mouvements migratoires massifs sont le résultat politique d'un libéralisme à sens unique. En fait, observe un participant, l'autosuffisance alimentaire au niveau régional impose qu'on sache combiner de bonnes politiques démographiques et agricoles ; au lieu de quoi, et en dehors de

deux scénarios à l'horizon 2050 : Agrimonde GO est un scénario tendanciel qui mise sur la croissance économique dans un contexte où la préservation de l'environnement n'est pas une priorité ; Agrimonde 1 est un scénario qui a pour but de nourrir la planète tout en préservant les écosystèmes. » Voir <http://www.quae.com/fr/r274-agrimonde.html>

¹⁴ Agrimonde est un rapport prospectif sur les agricultures et les alimentations du monde en 2050, initié par le CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) et l'INRA (Institut national de la recherche agronomique).

¹⁵ L'appellation « Banque mondiale » recouvre plusieurs organisations dont la principale est la Banque internationale pour la reconstruction et le développement (BIRD).

toute rationalité, on s'accommode de flux migratoires mal maîtrisés doublés de programmes alimentaires mondiaux qui laissent entier le problème du développement local¹⁶.

Un autre participant objecte : les 199 heures sur 200 de travail local ne pourraient-elles être consacrées à fabriquer des moissonneuses-batteuses dans le Sud ? Même en Chine, avec 10 % de croissance chaque année, rétorque l'invité, l'industrie ne crée pas assez d'emplois pour absorber les migrants internes. 500 millions de Chinois ont migré vers les villes. Il a fallu en Europe plus de 150 ans pour asseoir et consolider l'industrialisation. Et il ne s'agissait pas des mêmes machines industrielles qu'aujourd'hui. L'industrie textile ne crée pas de nos jours au Sud la même quantité d'emplois que chez nous autrefois. Aucun industriel n'investira en Haïti, du fait de l'insécurité qui résulte de la misère engendrée par un exode rural bien trop rapide et massif. Il faut s'orienter dans les pays du Sud vers des types de production qui génèrent de très nombreux emplois et ce peut être le cas de l'agriculture dès lors que le paysan en tirera un revenu et des conditions de vie plus intéressantes que ce à quoi il peut s'attendre en ville. Encore une fois, l'essentiel est de parvenir à dégager des revenus locaux suffisants. C'est à la fois une nécessité économique et une question de justice sociale.

Quant à la relation entre autosuffisance et démographie, l'invité note qu'on est en transition démographique dans beaucoup de pays. En Asie – mis à part le cas de la Chine, où la politique de l'enfant unique a conduit à une situation spécifique – on a pu observer que ce sont les sociétés qui se sont enrichies qui ont fait progressivement moins d'enfants. Au Niger et au Mali, pays très pauvres, la natalité reste en revanche élevée car l'existence d'une nombreuse descendance y garantit la retraite et il faut y compenser une grosse mortalité infantile. L'éducation, surtout celle des filles, peut néanmoins jouer un rôle dans la transition démographique. Mais il ne faut pas oublier qu'on peut produire suffisamment de nourriture pour tout le monde. Ce qui ne rend pas moins nécessaire un planning familial.

In fine, c'est le rôle du scientifique d'expliquer et celui du politique de prendre les décisions.

4 - Comportements collectifs et comportements individuels

Un participant, élu parisien, considère que le rôle du politique est de mobiliser le citoyen. Pour illustrer son propos, il fait état de la fable de Pierre Rabhi¹⁷ : un incendie se déclenche ; tous les animaux s'affolent ; un colibri se met au travail et, prenant de l'eau dans son bec, arrose le feu ; tous les animaux se moquent mais lui répond : « Je prends ma part ! ». C'est au citoyen de prendre conscience de la portée de ses choix lorsqu'il achète des aliments : manger de la viande rouge, c'est contribuer à la déforestation qui assurera la production des aliments OGM dont on nourrira le bétail ; acheter des produits agricoles, c'est à tout instant promouvoir ou non une production de qualité. Le politique peut encourager de bons choix. Ainsi, dans les écoles, organiser chaque

¹⁶ Mais personne, évidemment, ne contestera l'aide alimentaire d'urgence qui est parfois nécessaire.

¹⁷ Pierre Rabhi, né en 1938, est un agriculteur biologiste, romancier et poète français, d'origine algérienne, inventeur du concept « Oasis en tous lieux ». Il défend un mode de société plus respectueux de l'homme et de la terre et soutient le développement de pratiques agricoles respectueuses de l'environnement et préservant les ressources naturelles, l'agro-écologie, notamment dans les pays arides.

semaine une journée sans viande, sans pour autant appauvrir la nourriture des enfants, est un choix politique.

Faut-il, demande un participant, réduire la place de l'élevage et de l'alimentation carnée ? De fait, estime l'invité, il existe trois arguments pour consommer moins de viande :

- d'abord notre propre santé. Un régime carné (surtout en ce qui concerne les viandes rouges) favoriserait l'apparition de mauvaises graisses, de mauvais cholestérol, etc. Même le lait pourrait semble-t-il, au terme de réactions chimiques complexes, entraîner une décalcification osseuse ;
- ensuite, les ruminants produisent beaucoup de méthane. Faut-il faire moins d'élevage en France ? Dans une filière donnée - car c'est le mode de raisonnement qui est utilisé - la filière du lait par exemple, le bilan en équivalent-carbone est défavorable à cause de la production du méthane. Mais si on prend en compte les effets collatéraux, à savoir que les légumineuses fourragères et le bétail contribuent à fertiliser les sols sans émissions exagérées de protoxyde d'azote, on arrive plutôt à un bilan équilibré. N'oublions pas non plus que dans certains pays du Sud, on pratique l'élevage de ruminants sur des terres de parcours où on ne pourrait pas faire de cultures ;
- enfin, il faut trois à dix calories végétales pour produire une calorie animale. Et les grains achetés par des usines d'aliments du bétail parfaitement solvables échappent aux populations les plus pauvres du Sud. Pourtant, il ne faudrait pas s'en tenir à cet argument ; la lutte contre la faim et la malnutrition dans les pays du Sud passe bien davantage par une réduction des inégalités de revenus à l'échelle mondiale que par le changement des habitudes alimentaires au Nord. La question de fond est d'améliorer les revenus des populations du Sud.

Avec nos technologies actuelles, on peut estimer pouvoir nourrir correctement 12 milliards d'habitants sur notre planète. De plus les techniques évoluent. Et il faut garder à l'esprit que seulement 1,6 milliards d'hectares sont cultivés actuellement. Mais cela ne dispense pas de lutter avant toute chose contre la misère dans les campagnes. A ce propos, un participant se demande si l'importante proportion de personnes dénutries dans les campagnes du Sud ne serait pas un artefact statistique lié au fait que les gens meurent plus vite en ville.

En termes économiques, le comportement du paysan qui abandonne sa terre pour aller en ville est parfaitement rationnel, du moins à court terme. Souvent il est chassé de sa terre par l'affectation de larges superficies à des cultures d'exportation et par la substitution de machines ou de produits chimiques à la main-d'œuvre agricole. L'herbicide le plus connu de Monsanto est évidemment plus compétitif et rentable pour l'employeur que le désherbage à la main¹⁸. Ainsi se développent les bidonvilles brésiliens. La ville a par ailleurs de grandes capacités d'attraction. Un cireur de chaussures à Bogota gagne beaucoup plus d'argent qu'un agriculteur dans la campagne environnante. En ville, des emplois de jardinier, de gardien ou de nounou peuvent se trouver et les revenus qu'ils procurent permettent parfois à leurs heureux bénéficiaires d'avoir leurs propres domestiques ! La concurrence entre les cireurs de chaussures est donc féroce sur les bouts de trottoir... Les gens installés en ville et y trouvant un revenu font venir leur famille ; mais lorsqu'ils perdent leur emploi, leur situation tourne à la catastrophe économique et conduit à des comportements de survie par le basculement dans la délinquance. Or, les emplois urbains sont généralement très précaires.

Il faut donc que l'agriculture devienne moins répulsive pour les populations, ce à quoi des participants opposent quelque scepticisme quant au réalisme de cet objectif : dans un monde

¹⁸ du moins à court terme car des herbes résistantes apparaissent ensuite.

d'image et de communication, à l'heure d'une urbanisation massive de l'humanité, peut-on croire que les enfants des paysans du Sud, ceux-ci eussent-ils atteint un revenu décent, préféreraient aux lumières de la ville les contraintes d'une exploitation agricole ? Et puis, combien de temps faudra-t-il pour une mutation vers cette nouvelle agriculture que l'invité décrit ? Les participants ont bien compris que la réponse à la question de départ est positive sur le plan technique et reste ouverte sur le plan politique, mais ils aimeraient savoir si l'invité est, en fin de compte, optimiste ou pessimiste sur l'avenir.

Celui-ci répond qu'il convient en premier lieu de supprimer la mise en concurrence d'agriculteurs dont le rapport de productivité du travail est de 1 à 200, sachant que les pays du Nord ne sont pas prêts à accueillir « toute la misère du monde ». Il croit à la nécessité de réorienter notre agriculture vers des produits de meilleure qualité destinés aux marchés solvables, quitte à obtenir de moindres rendements à l'hectare, plutôt que d'exporter à vil prix des excédents de produits bas de gamme, afin notamment d'assurer une meilleure rémunération des paysans du Sud. Quand on pense que 9 milliards d'euros sont accordés chaque année à 300 000 exploitants agricoles français dans le cadre de la politique agricole commune, on se prend à rêver d'une meilleure utilisation de cet argent. On devrait utiliser ces subventions pour inciter nos agriculteurs à mettre en œuvre des systèmes de production plus respectueux de l'environnement et de la qualité sanitaire des aliments. Par exemple, l'agriculteur qui produirait une nourriture biologique pour la restauration collective hors domicile serait rémunérés pour ce faire ; idem pour celui qui réintroduirait des haies, et donc des coccinelles, afin de lutter contre les pucerons par la voie biologique. Celui qui accepterait de substituer des vers de terre à certaines formes de labour, ou de travailler avec des méthodes plus artisanales, serait lui aussi rémunéré en conséquence.

Si on en revient à l'optimisme de Pierre Rabhi - pour qui l'humus fait référence à l'humain – et à sa parabole du colibri, il est vrai que cela dépend de chacun d'entre nous ; sans attendre d'être sûr que la situation puisse s'améliorer. Que chacun apporte sa pierre. Que chaque être humain se transforme en colibri.



Annexe : « Sécurité alimentaire et développement durable – *Repenser l'agronomie et les échanges internationaux* » - Marc Dufumier – Futuribles n° 352, mai 2009

Sécurité alimentaire et développement durable

REPENSER L'AGRONOMIE
ET LES ÉCHANGES INTERNATIONAUX

PAR MARC DUFUMIER ¹

Le secteur agricole a connu une vaste révolution dans la seconde partie du XX^e siècle, marquée par un changement radical dans les techniques de production qui a engendré une hausse spectaculaire de la productivité et, in fine, des volumes produits dans le monde. Mais cette « révolution verte » a eu ses laissés-pour-compte, à commencer par les paysans du Sud qui ne pouvaient s'aligner sur ce nouveau mode de production, et plus généralement les habitants des régions pauvres qui continuent de souffrir de la faim.

Plus récemment, la situation agricole mondiale s'est nettement modifiée sous l'effet de la forte augmentation des prix des matières premières agricoles (liée à une baisse des stocks, conjuguée à une hausse de la demande alimentaire et une concurrence nouvelle, celle des agrocarburants). Dans un tel contexte, il devient indispensable, selon Marc Dufumier, de repenser l'agronomie et les échanges internationaux, afin de parvenir à concilier la sécurité alimentaire de tous et le développement durable.

Après une présentation de la situation alimentaire et écologique actuelle, cet article montre les défis qui se posent à l'agriculture mondiale (demande croissante, sols appauvris, biodiversité en baisse...), laissant deux voies possibles : l'extension des surfaces cultivées ou — préférable — l'intensification de la production à l'hectare. Marc Dufumier souligne ensuite combien il est désormais indispensable que les chercheurs en agronomie travaillent en bonne intelligence

i. Professeur d'agriculture comparée à AgroParisTech, auteur notamment d'*Agricultures africaines et marché mondial*. Paris : fondation Gabriel Péri, 2007.

avec les agriculteurs, qui sont les premiers concernés par le bon fonctionnement de l'agro-écosystème. Mais, conclut-il, compte tenu des disparités Nord / Sud dans le secteur, on ne pourra résoudre l'équation agroalimentaire mondiale sans une réforme substantielle des règles du marché agricole mondial. S.D. ■

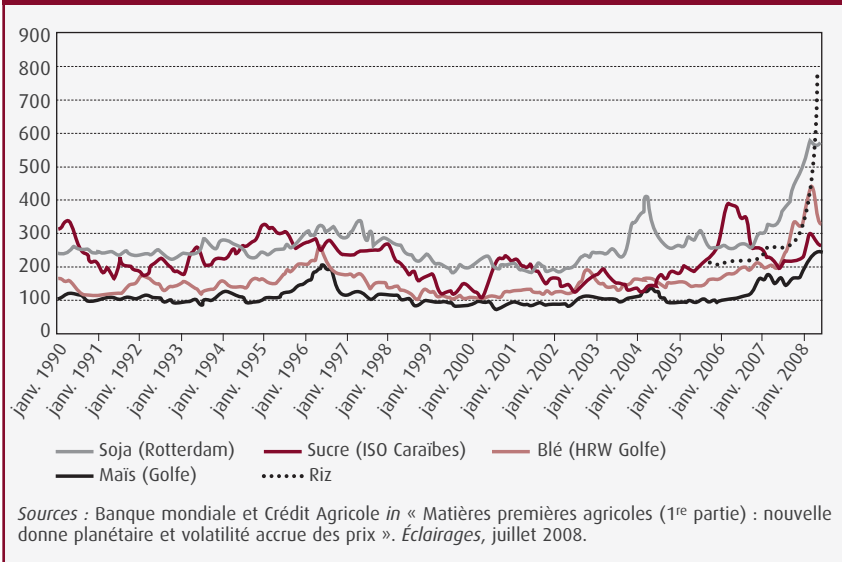
Une situation alimentaire et écologique préoccupante

Il n'y a pas encore très longtemps, notre planète semblait crouler sous le poids de « surplus alimentaires » en provenance des quelques pays (États-Unis, Canada, Union européenne, Argentine, Brésil, etc.) où prédomine une agriculture hautement motorisée et mécanisée, ayant aussi très largement recours à des intrants chimiques : engrais de synthèse, pesticides, vaccins, hormones de croissance, etc. Mais les stocks mondiaux de céréales sont désormais au plus bas et la presse s'est très largement fait l'écho de la hausse récente des cours mondiaux des produits agricoles et de l'insécurité alimentaire qui en résulte pour de trop nombreuses populations, principalement (mais pas exclusivement) dans les pays du Sud. Certes, la faim et la malnutrition ne sont pas des phénomènes totalement nouveaux, mais le plan alimentaire mondial de la FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) ne parvient même plus, de nos jours, à réunir les vivres qui lui seraient nécessaires pour faire face aux situations d'urgence. Le risque n'est donc pas nul de revoir prochainement des famines du type de celles qui avaient fait des millions de morts au milieu des années 1970, si des accidents climatiques ou phytosanitaires survenaient dans les pays les moins avancés au cours des toutes prochaines années.

Sans doute faut-il tout d'abord repérer les causes de l'augmentation brutale des prix des céréales, des oléagineux et des protéagineux, sur le marché mondial. Certaines sont purement conjoncturelles, à savoir : la diminution des stocks qui a résulté du « gel de terres » (mise en jachère) et des quotas laitiers imposés dans certains pays du Nord, les sécheresses intervenues en Australie et en Ukraine, et les inondations dans le Middle West nord-américain. Mais d'autres semblent bien davantage structurelles : l'augmentation de la consommation de produits carnés dans les pays d'Asie où émergent de nouvelles classes moyennes, la demande accrue en agrocarburants et l'élévation du prix des énergies fossiles. Il ne faut toutefois pas exclure que les prix agricoles soient amenés à redescendre à moyen terme, lorsque les pays d'agriculture extensive (Brésil, Argentine, Ukraine, Russie, Kazakhstan, Nouvelle-Zélande, etc.) où prédominent de grandes exploitations latifundiaires auront étendu leurs surfaces cultivées à coûts réduits et accru légèrement leurs rendements à l'hectare avec les équipements modernes dont ils disposent déjà.

À y regarder de plus près, on découvre que c'est bien plus la pauvreté que l'insuffisance globale des productions agricoles qui explique pourquoi plus

Graphique 1 — Prix du riz, du soja, du sucre, du blé et du maïs, 1990-2008 (en dollars US par tonne)



de 850 millions de personnes souffrent encore de la faim dans le monde. À l'échelle mondiale, la production végétale dépasse en effet déjà les 300 kilogrammes d'équivalent céréales, en moyenne annuelle par habitant, alors même qu'il n'en faudrait qu'environ 200 kilogrammes pour que chaque personne puisse satisfaire correctement ses besoins vivriers. Mais le fait est qu'une part croissante des productions végétales vise désormais à alimenter des animaux² ou abreuver des véhicules et engins à moteur, alors même que les populations les plus pauvres du monde ne parviennent même plus à en acheter pour leur alimentation. La hausse continue des prix du pétrole contribue à aggraver cette situation de deux manières : d'une part, elle incite de nombreux pays à détourner une partie de leurs productions de grains, de sucre et d'huile, vers la fabrication d'agrocultures (éthanol et agrodiesel) pour la vente desquels il existe encore bien des marchés solvables ; et elle entraîne d'autre part l'augmentation des prix des carburants, des engrais azotés et des produits phytosanitaires, dont la fabrication exige le recours aux énergies fossiles, et accroît inévitablement les coûts de production agricole dans les exploitations qui en font le plus usage.

Le paradoxe est que plus des deux tiers de ceux qui souffrent de la faim et de la malnutrition sont des paysans du Sud dont les bas revenus ne leur permettent pas d'acheter suffisamment de nourriture ou de s'équiper correctement pour produire par eux-mêmes de quoi manger. Le dernier tiers est constitué de familles dont les parents ont quitté prématurément la cam-

2. Il faut entre trois et dix calories végétales, environ, pour produire une calorie animale.

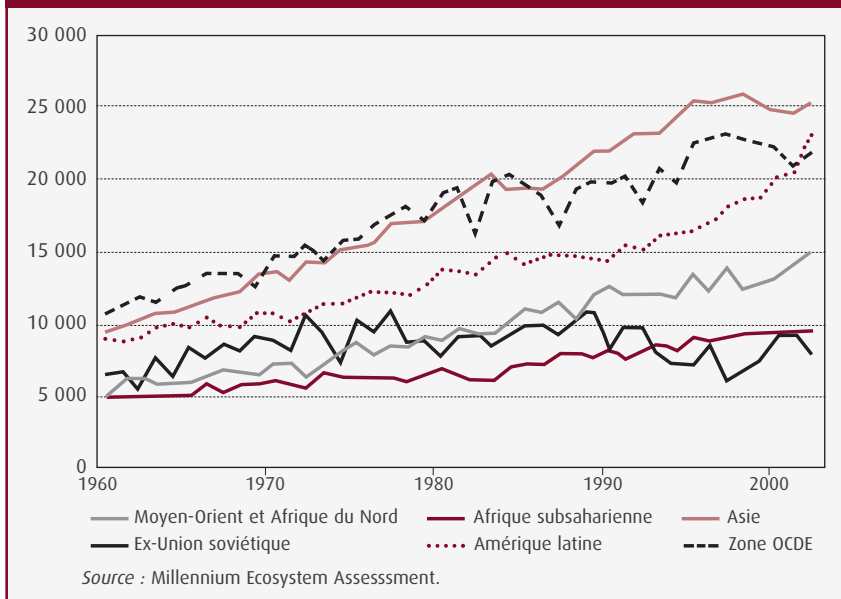
pagne, faute d'y être restés suffisamment compétitifs, et ont donc rejoint les faubourgs des grandes cités, sans pour autant y trouver des emplois rémunérateurs. Les pays émergents excédentaires en nourriture n'échappent pas à cette règle : l'Argentine, le Brésil et l'Inde exportent des grains et de la viande sur les marchés solvables du Nord, alors même qu'une part importante de leur population (parfois même plus de 20 %) souffre encore de malnutrition.

Du fait de leur faible compétitivité sur les marchés nationaux et internationaux, nombreux sont les agriculteurs qui ne parviennent plus à dégager des revenus suffisants pour à la fois satisfaire les besoins vivriers de leurs familles et reproduire leur capital d'exploitation. Cette décapitalisation ne se manifeste pas seulement par le non-renouvellement de leur matériel et de leurs infrastructures ; elle se traduit aussi par une exploitation « minière » des écosystèmes cultivés : déforestation croissante, moindre couverture des sols par la biomasse, perte de biodiversité, diminution du taux d'humus des sols et de leur teneur en éléments minéraux, érosion croissante des terrains, abaissement des nappes phréatiques, etc. Et s'il est attesté que les paysanneries pauvres ne sont pas le plus grandement responsables des émissions de gaz à effet de serre (malgré la déforestation occasionnée par certaines d'entre elles), il n'en reste pas moins vrai qu'elles risquent de souffrir très largement des effets du réchauffement climatique global, du fait notamment d'intempéries (sécheresses, inondations) plus fréquentes.

Nombreuses sont désormais les familles paysannes qui se retrouvent contraintes de chercher des revenus non agricoles, quitte à devoir désertier précipitamment leur région d'origine. Mais l'exode rural intervient souvent avant même que l'industrialisation, hautement capitalistique et peu pourvoyeuse d'emplois, soit à même de leur fournir un travail salarié. D'où la misère et les graves problèmes sociaux qui règnent de nos jours dans les bidonvilles en pleine extension. D'où aussi la poursuite de la colonisation agricole des dernières forêts primaires de la planète (Amazonie, Bornéo, etc.) et les mouvements migratoires incontrôlés vers l'étranger. Même si les migrants clandestins ne sont pas toujours issus des paysanneries les plus pauvres (car il leur faut déjà pouvoir payer les passeurs), il n'en reste pas moins vrai que ce sont les écarts de rémunération sur les marchés internationaux des produits agricoles et de la force de travail, qui expliquent pourquoi autant d'hommes et de femmes prennent aujourd'hui le risque de l'expatriation dans des conditions plus qu'aléatoires. Et il est à craindre que cette émigration clandestine vers les pays industrialisés ou les dernières forêts intertropicales se poursuivra dans l'avenir, du moins tant que les agriculteurs pourvus d'outils exclusivement manuels ou attelés resteront exposés à la concurrence d'exploitations agricoles bien plus équipées.

Les questions relatives à la sécurité alimentaire et au développement agricole durable ne seront finalement résolues que si les paysanneries du Sud parviennent par elles-mêmes à sortir de leur pauvreté en accroissant durablement leur productivité, au sein même de leurs pays, sans mettre en péril les potentialités productives et la biodiversité des agro-écosystèmes, et sans

Graphique 2 — Production alimentaire végétale par hectare cultivé, 1961-2003 (en kilocalories/ha/jour)



devoir migrer prématurément vers les villes, les dernières forêts denses ou l'étranger. Trois questions majeures se posent alors :

— Comment parviendra-t-on à satisfaire correctement les besoins alimentaires d'une population mondiale en croissance continue et à répondre à sa demande en de nouveaux biens et services d'origine agricole (agrocarburants, biomatériaux pour la construction et les industries, services environnementaux, etc.) ?

— Quels systèmes de culture et d'élevage permettraient aux paysannes les plus modestes d'accroître rapidement et durablement leur productivité et leurs rémunérations, tout en n'occasionnant aucun dommage majeur pour l'environnement ?

— À quelles conditions économiques et sociales ces paysannes pourraient disposer des moyens nécessaires à la mise en œuvre de tels systèmes de production et y avoir objectivement intérêt ?

Extension des surfaces cultivées ou intensification agricole à l'hectare ?

Notre monde compte déjà près de 6,7 milliards d'habitants et nous y serons sans doute un peu plus de neuf milliards en 2050. Plus de 850 millions de personnes souffrent encore aujourd'hui de la faim et deux mil-

liards d'individus sont toujours en proie à la malnutrition. La souhaitable élévation du niveau de vie des populations les plus pauvres de la planète risque d'aller de pair avec une consommation accrue de produits animaux (lait, œufs et viandes) dont la fourniture va sans doute exiger des productions accrues en céréales, tubercules, protéagineux, fourrages grossiers, etc. Les populations les plus aisées manifestent d'ores et déjà des exigences de plus en plus pointues en matière de diversité, sécurité sanitaire et qualité gustative des aliments. À quoi s'ajoute aussi une demande croissante en agrocarburants et en matières premières d'origine agricole de la part des autres secteurs de l'économie (construction, textile, pharmacie, parfums, etc.). L'agriculture va donc être de plus en plus sollicitée dans les années à venir et il nous faut sans doute envisager un doublement de la production végétale mondiale (céréales, protéagineux, oléagineux, canne et betterave à sucre, plantes à fibres, etc.) d'ici 2050.

Le défi est de parvenir à ce doublement sans porter préjudice à notre cadre de vie. Or on sait que les formes d'agriculture qualifiées de « productivistes » sont déjà réputées pour leurs atteintes à l'environnement. Sont particulièrement dénoncés, entre autres :

- la déforestation et les pertes de biodiversité résultant de l'élargissement des surfaces cultivées ou pâturées aux dépens d'écosystèmes « naturels » ;
- l'utilisation parfois outrancière des eaux de surface et souterraines pour les besoins de l'irrigation, de l'abreuvement des troupeaux et de l'entretien des bâtiments d'élevage³ ;
- la pollution des aliments, de l'air, des eaux et des sols par les engrais, les produits phytosanitaires et les hormones de croissance ;
- le recours inconsidéré aux formes d'énergie fossile (produits pétroliers et gaz naturel) pour le fonctionnement des tracteurs et autres engins motorisés (moissonneuses-batteuses, motopompes, ensileuses, broyeurs divers, etc.) ainsi que pour la fabrication des engrais azotés de synthèse (urée, nitrates d'ammonium, etc.) ;
- les émissions de gaz à effet de serre : gaz carbonique produit par la combustion des carburants, méthane issu de la rumination de nombreux herbivores, protoxyde d'azote dégagé lors de l'épandage des engrais azotés, etc. ;
- les paysages défigurés par l'installation de bâtiments d'élevage et l'établissement d'infrastructures d'irrigation ou de drainage.

À quoi s'ajoute aussi l'exigence de ne pas sacrifier les potentialités productives à long terme (la « fertilité ») des écosystèmes cultivés et pâturés pour la satisfaction des seuls besoins immédiats. Il convient en particulier de bien préserver le taux d'humus des sols et d'éviter, autant que faire se peut, leur érosion, leur compactage et leur salinisation. De même faut-il éviter les

3. À l'échelle mondiale, l'agriculture consommerait actuellement 70 % environ de nos besoins en eau.

AGROCARBURANTS ET AGRICULTURE

Biocarburant, agrocarburant, nérocarburant, *biofuel*, carburant végétal ou carburant vert, tous ces termes définissent un même produit : un combustible issu de matériaux organiques non fossiles. L'emploi d'expressions différentes reflète la variété d'opinions sur le sujet. Ainsi, l'expression « biocarburant », apparue la première, est plébiscitée par les promoteurs de ce type de carburant. Certains scientifiques et médias lui préfèrent le terme plus neutre d'« agrocarburants », estimant que le préfixe « bio » constitue, en français, une référence trompeuse au mode de production biologique. Des courants écologistes hostiles à ce type de carburant parlent plus volontiers de « nérocarburants » pour mieux dénoncer les risques écologiques et sociaux posés par leur développement. Enfin, le terme anglais *biofuel* est souvent utilisé en raison de sa neutralité.

Il existe deux familles d'agrocarburants :

- les agrocarburants à base d'huile (tournesol, colza, soja, jatropha, ricin, palme) alimentent les moteurs à essence, ce sont les huiles brutes et le biodiesel lorsqu'il y a eu transformation ;
- les agrocarburants à base d'alcool (canne à sucre, betterave sucrière, maïs, blé, ulve) alimentent les moteurs diesel, ce sont le bioéthanol et son dérivé l'ETBE (éthyle tertio butyle éther).

La production d'agrocarburants (1,6 milliard d'hectares soit 1 % des terres cultivables dans le monde ¹) se situe principalement en Europe (France et Allemagne notamment), aux États-Unis, au Brésil, au Canada, en Inde, en Chine, en Malaisie et en Indonésie. Les agrocarburants actuels (dits de « première génération ») sont essentiellement issus de productions agri-

coles à vocation générique, leur développement pose donc la question de la concurrence possible dans l'utilisation des cultures avec la production alimentaire.

Le danger principal est que le surcroît de demande en productions agricoles pour fabriquer des agrocarburants provoque une forte augmentation des prix de ces productions. C'est la prévision faite par l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI), qui estime que d'ici 2020, l'essor des agrocarburants devrait entraîner un renchérissement des prix du maïs (+ 26 %), des graines oléagineuses (+ 18 %), du manioc (+ 11 %) et du blé (+ 8 %). Ces produits constituant souvent la base de l'alimentation des populations les plus pauvres, une telle hausse conduirait à une baisse de l'apport en calories comprise entre 2 % et 5 %, et à une augmentation de la malnutrition infantile de l'ordre de 4 % en moyenne à l'horizon 2020 ².

Outre leur impact sur l'offre alimentaire, les agrocarburants menacent aussi les petits producteurs. Car s'ils semblent pouvoir dynamiser l'agriculture des pays en développement, dans les faits, ce sont surtout les multinationales qui achètent des terres pour y développer la production d'agrocarburants. Ce faisant, elles privent les producteurs locaux de terre, d'eau et de débouchés, attentent à la sécurité alimentaire locale en renforçant les monocultures et risquent de mettre en péril des écosystèmes fragiles en détruisant des forêts pour étendre les plantations. C'est par exemple le cas en Malaisie où 87 % de la déforestation entre 1985 et 2000 est due à l'exploitation des palmiers à huile ³, mais aussi et surtout au Brésil, où plus de la

1. AIE (Agence internationale de l'énergie). *World Energy Outlook*. Paris : AIE, 2006.

2. MSANGI Siwa (IFPRI). *Biofuels, Food Prices and Food Security, 2008*. Rome : FAO, présentation pour l'Expert Meeting on Global Fuel and Food Security, 18-20 février 2008.

3. *Palm Oil: The Survival of the Orang-utan and UK Company Law Reform*. Londres : Friends of the Earth, mai 2006.

moitié de la production de canne à sucre est destinée aux agrocarburants. La surface dédiée à cette culture, actuellement de 5,6 millions d'hectares, pourrait y doubler dans les 10 prochaines années, ainsi que les prix des terres⁴ ; la canne à sucre est en passe d'y devenir une monoculture, obligeant le Brésil à importer ses produits alimentaires et empiétant sur la forêt amazonienne (avec pour conséquence une moindre absorption des émissions de CO₂).

L'impact des agrocarburants sur la sécurité alimentaire, l'agriculture et la biodiversité s'annonce considérable si l'on reste dans la filière de « première génération », alors même que ceux-ci ne pourront se substituer que dans une faible mesure aux énergies fossiles au cours de la prochaine décennie. Les États-Unis, le Canada et l'Union européenne à 15 devraient consacrer 30 % à 60 % de leurs superficies respectives actuelles pour remplacer 10 % seulement de leur consommation de carbu-

rant par des agrocarburants⁵. Par ailleurs, l'effet des agrocarburants sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre, principale raison de leur promotion, varie selon la culture de base utilisée, le lieu, les pratiques agricoles et la technologie de conversion utilisée. Souvent, l'effet se révèle finalement négatif⁶.

L'avenir des biocarburants reste cependant largement ouvert grâce aux avancées possibles des filières dites de « deuxième génération » — basée sur une biomasse non alimentaire : résidus agricoles (paille, tiges, feuilles, bagasse, etc.) et forestiers, voire herbes — ; et de « troisième génération » (utilisant les algues). Si les paris scientifiques et techniques étaient tenus, on disposerait alors d'une matière première plus abondante, suscitant beaucoup moins de critiques que la filière de première génération aujourd'hui.

Futuribles

4. NAYLOR Rosamond et alii. « The Ripple Effect: Biofuels, Food Security, and the Environment ». *Environment*, vol. 49, n° 9, novembre 2007.

5. *Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO, 2007-2016*. Paris : OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques), 2007.

6. *La Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Les biocarburants : perspectives, risques et opportunités*. Rome : FAO, 2008.

risques de prolifération intempestive de prédateurs, d'espèces envahissantes et d'agents pathogènes, pouvant être nuisibles aux plantes cultivées et aux troupeaux domestiques.

En outre, il faudra faire en sorte que l'agriculture puisse créer ou maintenir des emplois en nombre suffisant pour ralentir les mouvements migratoires jugés les moins désirables, tout en fournissant du capital et un marché stable aux autres secteurs de l'économie (industrie, commerce, etc.) dont on souhaite aussi favoriser parallèlement la croissance. C'est dire combien il nous faut reconnaître le caractère multifonctionnel de l'agriculture, propriété malheureusement trop souvent négligée par les politiques publiques au cours des récentes décennies. La question se pose alors de savoir par quelles voies et quels moyens il deviendra possible de satisfaire simultanément la plupart de ces exigences.

**Tableau 1 — Surfaces cultivables et surfaces cultivées
(en hectares) dans le monde et par régions**

| | Surfaces cultivables | Surfaces cultivées | % de terres cultivées |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Monde | 4 967 579 000 | 1 591 681 700 | 32,0 % |
| Europe (dont Russie) | 478 061 100 | 296 358 300 | 62,0 % |
| Amérique du Nord | 482 517 000 | 229 292 000 | 47,5 % |
| Amérique centrale | 127 395 000 | 35 501 000 | 27,9 % |
| Amérique du Sud | 581 274 000 | 121 917 000 | 21,0 % |
| Asie centrale et orientale | 979 964 000 | 199 321 000 | 20,3 % |
| Asie du Sud et du Sud-Est | 424 134 800 | 328 616 800 | 77,5 % |
| Afrique | 1 145 919 000 | 239 275 000 | 20,9 % |
| Moyen-Orient | 270 874 600 | 49 181 700 | 18,2 % |
| Océanie | 464 734 000 | 54 771 900 | 11,8 % |

Source : FAO, 2005.

Face à l'augmentation actuelle des prix de la plupart des produits agro-alimentaires, l'offre en produits agricoles ne peut que présenter une certaine rigidité à court terme dans la mesure où on ne peut guère envisager de rapides substitutions dans l'affectation des superficies agricoles disponibles. D'où la crainte de voir surgir des disettes ou des famines dans les pays les plus déficitaires et les plus pauvres dans le cas d'éventuelles sécheresses, inondations ou attaques de prédateurs. Mais il ne faut pas exclure non plus un accroissement sensible de l'ensemble des productions à moyen terme, du fait de l'extension rapide des surfaces exploitées dans les pays d'agriculture extensive déjà équipés en matériel adéquat : Brésil, Argentine, Ukraine, Kazakhstan, etc. Il ne manque en effet pas de superficies encore disponibles pour ce faire : la FAO considère que sur près de cinq milliards d'hectares cultivables dans le monde, seuls 1,6 milliard sont cultivés de nos jours. On observe d'ores et déjà un élargissement considérable des superficies dédiées à la canne à sucre et au soja au Brésil, et une extension rapide des plantations de palmiers à huile en Indonésie et en Malaisie (île de Bornéo). Mais ces surfaces sont conquises aux dépens de savanes et forêts encore très peu occupées par l'homme. Et l'on peut craindre malheureusement la disparition prochaine d'écosystèmes parmi les plus riches en biodiversité.

On ne peut guère espérer un accroissement sensible des rendements à l'unité de surface dans les régions d'agriculture intensive (Asie orientale et du Sud-Est, Europe de l'Ouest, etc.) où les agriculteurs font déjà très largement appel aux engrais de synthèse et aux produits phytosanitaires, dont les coûts se sont considérablement accrus en relation directe avec la hausse récente des prix du pétrole et du gaz naturel. Force nous est de reconnaître aujourd'hui les limites de ce que l'on a sans doute un peu trop vite qualifié de « révolution verte ». Fondée sur l'emploi de variétés à haut potentiel génétique de rendement, mais souvent très sensibles aux accidents climatiques, insectes prédateurs et agents pathogènes, cette « révolution » s'est

LES VARIÉTÉS À HAUT POTENTIEL DE RENDEMENT

On appelle communément « révolution verte » le processus par lequel des agronomes ont mis au point et vulgarisé dans le tiers-monde (Mexique, Philippines, Inde, etc.) de nouvelles variétés de blé, maïs, riz, haricot, etc., capables de bien intercepter l'énergie lumineuse, de façon à pouvoir optimiser la photosynthèse et produire le maximum de calories et protéines alimentaires à l'hectare.

Le problème est que ces nouvelles variétés n'ont vraiment été capables de fournir de hauts rendements que moyennant l'emploi de grandes quantités d'engrais chimiques et de produits phytosanitaires (insecticides, fongicides, etc.). Elles n'ont donc guère pu être mises à profit par les paysans les plus pauvres et ont été souvent à l'origine de graves pollutions chimiques.

M.D.

bien vite révélée fort coûteuse en carburants, fertilisants chimiques et pesticides divers. Depuis déjà quelques années, les rendements céréaliers n'augmentent d'ailleurs déjà plus dans les mêmes proportions et tendent même parfois à baisser lorsque, du fait des pratiques agricoles employées, sont apparus de graves déséquilibres écologiques : prolifération d'insectes prédateurs résistants aux pesticides, multiplication d'herbes adventices dont les cycles de développement sont apparentés à ceux des plantes trop fréquemment cultivées (sans véritable rotation), épuisement des sols en certains oligoéléments, salinisation des terrains mal irrigués et insuffisamment drainés, etc. À quoi s'ajoutent la pollution fréquente des eaux de surface et souterraines, liée à l'utilisation répétée de produits chimiques, la propagation involontaire de maladies ou de parasites véhiculés par les eaux d'irrigation (bilharziose, paludisme, etc.), l'exposition accrue des sols à l'érosion pluviale ou éolienne, etc.

Le défi est donc d'éviter dorénavant l'extension inconsidérée des surfaces cultivées et d'accroître effectivement les productions à l'hectare, tout particulièrement dans les pays les plus vulnérables du point de vue de la sécurité alimentaire, en ayant le moins recours aux énergies fossiles et aux produits toxiques. Ce qui impliquera notamment de faire un meilleur usage des eaux de pluie et de l'énergie solaire pour les besoins de la photosynthèse, et de l'azote de l'air pour la synthèse des protéines.

L'agro-écosystème, objet de travail des agriculteurs

Dans les écosystèmes naturels, les végétaux interceptent une fraction de l'énergie solaire et fixent du carbone présent dans l'air, par le biais de la photosynthèse, sous la forme de liaisons chimiques entre atomes de carbone et d'hydrogène. Une partie de l'énergie fixée dans la biomasse végétale sous la forme d'hydrates de carbone sert ensuite à la prolifération de microbes divers, à l'alimentation animale, et peut être finalement utilisée pour satisfaire les besoins de l'homme. Une partie du carbone extrait du gaz carbo-

nique se retrouve dans les matières organiques accumulées sur les terrains et dans les sols, contribuant ainsi au maintien de leur taux d'humus.

L'agriculture est l'ensemble des pratiques au moyen desquelles les humains sélectionnent les espèces vivantes, variétés végétales et races animales, qui leur paraissent les plus utiles, et « artificialisent » ensuite les écosystèmes en vue de favoriser leur croissance et leur développement en leur sein. Pour transformer ainsi les écosystèmes, les agriculteurs ont plus ou moins directement recours à d'autres formes d'énergie : force de travail humaine, traction animale, et diverses formes d'énergie fossile (carburants pour actionner les moteurs, gaz naturel pour la synthèse des engrais azotés, etc.) dont la photosynthèse a été préalablement à l'origine. Les agro-écosystèmes sont finalement des créations humaines qui se présentent sous la forme d'écosystèmes relativement simplifiés et, de ce fait, parfois aussi sensiblement fragilisés.

Pendant des millénaires, les agriculteurs ont pratiqué ce que les généticiens appellent la « sélection massale ». Ils choisirent délibérément leurs semences et les animaux reproducteurs au sein même de leurs productions et de leurs troupeaux, parmi les graines ou les individus qui présentaient les caractéristiques les plus recherchées par les sociétés dont ils faisaient partie. Ce faisant, ils sont parvenus à sélectionner une grande panoplie de variétés et races particulièrement adaptées à la grande diversité des environnements dans le monde. Ce n'est qu'assez récemment que les généticiens se sont efforcés de sélectionner ou fabriquer un nombre limité de variétés et races à haut potentiel génétique de rendement à l'hectare, destinées chacune à exprimer ce haut potentiel sur de très grandes étendues.

Les centres internationaux de recherche agronomique ⁴ qui ont été à l'origine de ce que l'on a un peu trop vite qualifié de « révolution verte », ont concentré leurs efforts sur la sélection et la création (par hybridation) de variétés capables de bien intercepter l'énergie lumineuse et de répondre aux cahiers des charges standards imposés par les grandes entreprises agroalimentaires. Au nom des économies d'échelle et de façon à rentabiliser au plus vite les investissements réalisés dans la recherche, il n'a été finalement sélectionné qu'un nombre limité de variétés dont la vocation était de pouvoir être cultivées en toute saison et sous toutes les latitudes, indépendamment de celles des quelques stations expérimentales dans lesquelles elles ont été sélectionnées. Les coûteux investissements réalisés dans la recherche génétique devaient ainsi théoriquement pouvoir bénéficier d'emblée au plus grand nombre possible de producteurs. Le travail de recherche a donc porté en priorité sur les trois principales céréales cultivées dans les

4. Parmi les centres parrainés par le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGIAR), il convient de citer tout particulièrement le Centre international d'amélioration du maïs et du blé (CIMMYT) dont le siège est au Mexique, l'Institut international de recherche sur le riz (IRRI), domicilié aux Philippines, du Centre international d'agronomie tropicale (CIAT), situé en Colombie, le Centre international de la pomme de terre (CIP) établi au Pérou, et l'Institut de recherche sur les cultures des régions tropicales semi-arides (ICRISAT), localisé en Inde.

régions intertropicales concernées : riz, blé et maïs. Les haricots et la pomme de terre ont aussi un peu retenu l'attention des sélectionneurs ; mais force est de reconnaître que le manioc, le taro, les ignames, la banane plantain, le sorgho, les millets, le sarrasin et la quinoa, ont été largement délaissés malgré leur importance dans l'alimentation quotidienne de plusieurs populations d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine.

De façon à pouvoir strictement comparer leurs potentiels génétiques, toutes choses égales par ailleurs, les nouvelles variétés ont été testées en stations expérimentales, dans des conditions écologiques et techniques parfaitement maîtrisées : parcelles planes bénéficiant d'une totale maîtrise de l'eau, sols profonds et de grande fertilité naturelle, emploi d'engrais chimiques et de produits phytosanitaires, implantation de chacune des variétés en « culture pure », sans association avec d'autres espèces végétales, etc. Mais cultivées ensuite en dehors de leurs lieux de sélection, ces variétés se sont souvent révélées très sensibles à la concurrence des herbes adventices et aux dommages occasionnés par les insectes ravageurs. Nombreux ont alors été les dégâts occasionnés par leur utilisation, en l'absence d'intrants chimiques et dans des conditions de faible maîtrise de l'eau : maïs hybrides affectés par des stress hydriques en période de floraison dans les associations de cultures d'Amérique centrale, plants de riz à pailles courtes submergés par les inondations sur la côte est de Madagascar, cultivars de riz attaqués par des insectes piqueurs-suceurs dans l'île de Java, etc. Conçues à l'origine pour être « passe-partout », les nouvelles variétés ne purent en fait diffuser aisément que dans des régions déjà fertiles et bien équipées : Pendjab indien et pakistanais, périmètres irrigués du Nord-Est mexicain, plaines alluviales du Sud-Est asiatique, etc.

Partout ailleurs, il fallut préalablement procéder à de gros investissements en matière d'irrigation, de drainage, de travail du sol, et de lutte chimique contre les plantes adventices et les insectes prédateurs. Plutôt qu'utiliser des variétés et races adaptées à la diversité des milieux, les agriculteurs ont été contraints d'adapter les écosystèmes aux nouveaux matériels génétiques, quitte à ce que ces derniers soient très fortement artificialisés, simplifiés et fragilisés : travaux répétés des sols, irrigation et drainage, fertilisation chimique, épandage de pesticides, etc. La sélection d'un faible nombre de variétés et races conçues pour devenir « standards » est donc allée de pair avec un emploi sans cesse accru d'énergie fossile et a déjà abouti à des pertes considérables de biodiversité.

La question se pose en fait de savoir si c'est bien la génétique qui est aujourd'hui le facteur limitant de la production agroalimentaire et des revenus paysans dans les pays du Sud. La productivité du travail n'y est-elle pas davantage restreinte par la faible diversité des outils et des équipements à la disposition des paysanneries pauvres pour faire le meilleur usage de l'énergie lumineuse ? N'oublions pas que dans les pays anciennement industrialisés, les gains de rendement issus de l'« amélioration variétale » et de la fertilisation minérale ne sont finalement intervenus qu'après des progrès décisifs en matière de cultures fourragères, traction animale, association

agriculture-élevage et fertilisation organique. Et on imagine mal comment il pourrait en être différemment dans les pays du Sud, en dehors des plaines et vallées rizicoles dans lesquelles la reproduction de la fertilité des sols était déjà très régulièrement assurée par les eaux riches en alluvions et peuplées de cyanophycées (les bactéries qui réalisent la photosynthèse).

Plutôt que vouloir à tout prix conformer les agro-écosystèmes aux exigences de variétés végétales ou races animales à haut potentiel de rendement, et prendre ainsi le risque de les simplifier et de les fragiliser exagérément, il conviendra en fait désormais d'aider et d'inciter les agriculteurs à ajuster leurs techniques de production aux conditions écologiques prévalant dans les diverses régions de culture et d'élevage : adaptation aux sols, aux microclimats, aux insectes prédateurs, aux agents pathogènes, aux mauvaises herbes, etc. Les agriculteurs seront alors à même de tirer au mieux profit des cycles du carbone, de l'azote et des éléments minéraux, en sélectionnant à chaque fois, au sein des divers écosystèmes, les espèces, races et variétés les plus à même de produire les calories alimentaires, protéines, vitamines, minéraux, fibres textiles et molécules médicinales, dont la société a le plus besoin. Ils privilégieront ainsi la croissance et le développement des animaux et plantes sélectionnés dans leurs écosystèmes d'origine, sans avoir à remanier totalement ces derniers.

Plus que les banques de gènes et de semences dont l'efficacité et les *ratios* bénéfiques / coûts semblent être relativement faibles et incertains, le maintien et l'essor dans les campagnes de systèmes de production agricole hautement diversifiés paraissent plus à même de garantir la conservation de la biodiversité agricole et spontanée. Mais notre connaissance et notre compréhension de ces systèmes restent encore très limitées. D'où l'appel des scientifiques impliqués dans la récente évaluation internationale des connaissances, des sciences et technologies agricoles, pour le développement (IAASTD : *International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development*) à repenser totalement la fonction des chercheurs en agriculture et à prendre davantage en compte les pratiques et savoir-faire traditionnels accumulés par les paysans. Sans doute faudrait-il donc que les chercheurs acceptent tout d'abord de reconnaître que l'objet de travail des agriculteurs ne se réduit jamais à un simple terrain cultivable ou à un troupeau, mais consiste plutôt à chaque fois en un agro-écosystème d'une plus ou moins grande complexité.

Le fait est qu'il existe d'ores et déjà des techniques agricoles qui permettent d'accroître les rendements à l'hectare dans la plupart des régions du monde, sans coût majeur en énergie fossile ni recours intensif aux engrais de synthèse et aux produits phytosanitaires. Elles consistent en premier lieu à associer simultanément ou successivement plusieurs espèces et variétés (céréales, tubercules, légumineuses et cucurbitacées) dans un même champ, de façon à ce que l'énergie solaire puisse être au mieux interceptée par leur feuillage et transformée en calories alimentaires par le biais de la photosynthèse. Ces associations de cultures recouvrent rapidement les sols, protègent ceux-ci de l'érosion, limitent la propagation des agents patho-

L'ACACIA ALBIDA EN AFRIQUE SAHÉLO-SUDANIENNE

La présence d'acacias *albida* dans les champs cultivés permet de doubler les rendements du mil semé sous leur frondaison. Ces arbres de la famille des légumineuses ont un enracinement puissant et prélèvent ainsi du calcium, du phosphate et de la potasse dans les couches profondes du sol, tout en développant leur feuillage, riche en azote, pendant la saison sèche. Ils perdent ensuite leurs feuilles



en tout début de saison des pluies, fertilisant ainsi la couche superficielle des sols, pour le plus grand profit de la culture du mil qui n'a plus alors à craindre un excès d'ombrage. Partiellement élagué en saison sèche, le feuillage des acacias *albida* procure aussi un excellent fourrage pour les bovins qui circulent librement sur les terrains soumis à la vaine pâture.

M.D.

gènes et contribuent à minimiser les risques de très mauvais résultats en cas d'accident climatique.

L'intégration de plantes de la famille des légumineuses (haricots, fèves, pois, lentilles, trèfle, luzerne, etc.) dans les associations et les rotations culturales, permet de fixer l'azote de l'air pour la synthèse des protéines et la fertilisation des sols. La présence d'arbres d'ombrage au sein même des parcelles cultivées, ou le maintien de haies vives sur leur pourtour, protège les cultures des grands vents et d'une insolation excessive, avec pour effet de créer un microclimat favorable à la transpiration des plantes cultivées, et donc à leurs échanges gazeux avec l'atmosphère, à la photosynthèse et à la fixation de carbone. Les arbres et arbustes hébergent aussi de nombreux insectes auxiliaires des cultures, favorisent la pollinisation de celles-ci et contribuent à limiter la prolifération d'éventuels insectes prédateurs. L'association des élevages à l'agriculture facilite l'utilisation des sous-produits végétaux dans les rations animales et favorise la fertilisation organique des sols grâce aux excréments animaux.

Outre l'azote, les plantes cultivées doivent trouver aussi dans les sols un certain nombre d'éléments minéraux indispensables à leur croissance et à leur développement : phosphore, potassium, calcium, magnésium, oligo-éléments, etc. L'épandage d'engrais de synthèse sur les terrains cultivés ou pâturés vise alors généralement à restituer aux sols les éléments minéraux qui en ont été extraits par les plantes. Mais on peut craindre l'amenuisement progressif des mines dont on retire les minerais à l'origine de leur fabrication. Ainsi en est-il surtout des mines de phosphate, dont l'épuisement pourrait intervenir dans seulement quelques décennies. D'où l'intérêt qu'il peut y avoir d'implanter, au sein des parcelles ou à leur lisière, des arbres et arbustes à enracinement profond, capables d'intercepter les éléments minéraux dans les sous-sols, au fur et à mesure de la décomposition

de leurs roches mères (hydrolyse des silicates). Transférés dans la biomasse aérienne des arbres et arbustes, les éléments minéraux sont ensuite déposés à la surface même des terrains lors de la chute des feuilles et branches, et peuvent alors contribuer à leur fertilisation. Fixés momentanément dans l'humus des sols ou entre les feuillettes d'argile, les éléments minéraux peuvent être plus ou moins facilement solubilisés et absorbés par les racines des cultures. De toute évidence, la recherche agronomique devrait désormais centrer son attention sur les moyens d'optimiser ces processus biochimiques de transferts verticaux des éléments minéraux depuis les profondeurs des sous-sols jusqu'aux racines des plantes cultivées.

Plutôt que des recherches variétales conduites en milieu parfaitement contrôlé, « toutes choses égales par ailleurs », les agriculteurs semblent en fait avoir surtout besoin de modèles prédictifs fiables sur ce qui pourrait intervenir à l'issue de leurs innovations, dans chacune de leurs localités et au sein de leurs exploitations. Ne conviendrait-il pas alors de mettre les compétences des chercheurs au service d'un suivi attentif des techniques agricoles et d'une évaluation rigoureuse de leurs résultats, lorsque les paysans mettent en œuvre leurs propres expérimentations ? Et cela, bien sûr, sans préjuger de ce qui serait « meilleur » pour eux. Mais cette évaluation devrait alors non plus porter sur les rendements de telles ou telles variétés ou races considérées isolément les unes des autres, mais centrer plutôt son attention sur le fonctionnement des populations végétales et animales, et les résultats des systèmes de production considérés dans leur ensemble.

Le plus urgent pour la recherche agronomique ne serait-il donc pas de rendre plus intelligible le fonctionnement des agro-écosystèmes aménagés par les agriculteurs et de modéliser leurs dynamiques d'évolution ? Ne faudrait-il pas en premier lieu expliciter comment se constituent les rendements des cultures et des élevages dans les exploitations paysannes, au fur et à mesure de la croissance et du développement des plantes cultivées et des animaux domestiques, toutes choses inégales par ailleurs ? Ne faudrait-il pas aussi toujours mieux expliquer et prévoir dans quelles conditions et selon quelles modalités les agro-écosystèmes aménagés par les paysans pourraient évoluer encore dans l'avenir, sous l'influence de nouvelles modifications techniques, écologiques (*cf.* le réchauffement climatique) et socio-économiques ?

Revoir les modalités des échanges agricoles internationaux

Les obstacles à l'accroissement des productions agricoles dans les pays du Sud ne sont pas d'ordre exclusivement technique ou agro-écologique, et résultent bien plus du manque de ressources financières et matérielles, de structures agraires injustes, de législations foncières inadéquates, et des conditions inégales dans lesquelles se manifeste la concurrence entre agriculteurs sur les marchés mondiaux des produits agricoles et alimentaires. Les paysans du Sud ne disposent en effet pas toujours des équipements qui

IMPACT DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE SUR LA PRODUCTION AGRICOLE

Les prévisions relatives au réchauffement, et notamment celles issues du rapport du GIEC (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat) d'avril 2007, ont pour horizon temporel les années 2080. Concernant l'agriculture, les menaces sont sérieuses : les pays du Nord comme ceux du Sud souffriront du changement climatique, même si, pour ces derniers, les effets s'annoncent plus dévastateurs.

Les principales conséquences du changement climatique devraient être l'augmentation de la teneur de l'atmosphère en dioxyde de carbone (CO₂) et la hausse des températures (+ 4,4 °C en moyenne pour les terres agricoles d'ici 2080¹). Mais d'autres effets se feront également sentir comme la multiplication des épisodes violents de type inondation et sécheresse, l'expansion de l'aire géographique des agents pathogènes et des insectes ravageurs, et l'élévation du niveau des mers. Bien qu'importantes, les pertes agricoles résultant de ces changements, difficiles à quantifier, ne sont pas prises en compte par les estimations.

Une légère hausse des températures, comprise entre 1 °C et 3 °C, peut dans un premier temps être bénéfique à l'agriculture de certains pays éloignés de l'équateur (on peut imaginer l'essor de l'agriculture en Sibérie), mais les régions situées aux plus faibles latitudes seront très probablement confrontées à un recul de la production et donc à des risques accrus de disettes, voire de famines². Dans le cas d'une élévation des températures supérieure à 3 °C (ce que prévoient les estimations actuelles), les inconvénients l'emportent sur les avantages. Et quel que soit son

niveau, une hausse des températures entraîne une diminution du cycle agricole et donc une moindre productivité. À ce jour, les estimations portent à 3,2 milliards le nombre de personnes confrontées à de sévères pénuries d'eau d'ici 2080 et à 600 millions celui des victimes de famines³.

Par ailleurs, selon certains scientifiques, l'augmentation des émissions de CO₂, principale cause du réchauffement, pourrait cependant favoriser l'agriculture en améliorant la photosynthèse de certaines plantes (blé, riz, soja...). Mais Nord et Sud restent inégaux face à ce phénomène : les pays développés pourraient enregistrer des pertes de 6 % de leur production agricole en l'absence de ce phénomène dit de « fertilisation carbonée » et un gain de productivité de 8 % s'il se produit ; les pays en développement auraient à subir des pertes d'environ 25 % sans fertilisation carbonée, et de 10 % à 15 % avec. Sans fertilisation carbonée, les pays d'Afrique, d'Amérique latine et d'Asie du Sud seraient les plus affectés, mais la quasi-totalité de la planète serait concernée par la baisse de la productivité agricole.

Le réchauffement climatique devrait donc porter un coup dur à l'agriculture mondiale, accentuant encore le déséquilibre Nord / Sud. En effet, les agricultures les plus menacées sont celles des régions arides et semi-arides où l'agriculture est déjà rendue difficile par les températures élevées. Les pays plus riches, au Nord, devraient subir moins de pertes agricoles et sont surtout plus à même d'investir pour s'adapter au changement climatique.

Futuribles

1. CLINE William R. *Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country*. Washington, D.C. : Center for Global Development and Peterson Institute for International Economics, 2007.

2. Allocution de Jacques Diouf, directeur général de la FAO, prononcée lors de la conférence de la Fondation de recherche M.S.Swaminathan à Chennai (Inde) le 7 août 2008.

3. *Bilan 2007 des changements climatiques. Impacts, adaptation et vulnérabilité. Contribution au quatrième rapport d'évaluation GIEC*. Genève : GIEC (Groupe de travail II), avril 2007.

leur seraient nécessaires pour mettre en œuvre des systèmes de production à la fois plus productifs et plus respectueux de leur environnement. Nombreux sont encore ceux qui ne disposent que d'outils manuels et n'ont même pas les moyens de manipuler et transporter les matières organiques (fourrages, sous-produits de culture, fumier, etc.) : ni fourche, ni râteau, ni animal de bât, ni charrette, etc. Force est de reconnaître qu'il leur est souvent difficile (et trop risqué) de s'endetter pour acheter des matériels dont ils ne sont pas sûrs de pouvoir toujours assurer la rentabilité. Et celle-ci ne peut être évaluée indépendamment des conditions économiques et sociales dans lesquelles opèrent les différentes catégories d'agriculteurs : plus ou moins grande précarité de la tenure foncière, dépendance à l'égard de commerçants usuriers, opportunités de travail et de revenus dans d'autres activités non agricoles, plus ou moins grande solidarité au sein des clans ou des villages, etc.

Les agriculteurs du Sud dont l'outillage est manuel ne peuvent guère résister à la concurrence des exploitations moto-mécanisées des États-Unis, de l'Union européenne, d'Argentine et du Brésil, car leur productivité de travail y est bien inférieure. Un paysan pauvre de Casamance (Sénégal) qui laboure sa parcelle à la bêche et repique le riz à la main ne peut guère espérer cultiver plus d'un demi-hectare de rizières par an. Sans engrais aucun, son rendement net en paddy⁵ ne peut guère dépasser une tonne à l'hectare, soit une production nette de seulement 500 kilogrammes par actif et par an. S'il veut vendre une partie de sa récolte sur le marché de Dakar, de façon à pouvoir y acheter des produits de première nécessité, il lui faut affronter la concurrence de riz asiatiques, européens et nord-américains. Aux États-Unis, où les *farmers* de Louisiane ou de Caroline du Sud disposent de tracteurs et de moissonneuses-batteuses automotrices, un actif peut à lui seul cultiver plus de 100 hectares par an, avec des rendements supérieurs à cinq tonnes à l'hectare, soit une production brute mille fois supérieure. Même en considérant que les quatre cinquièmes de cette production représentent un coût en intrants chimiques et en dépréciation de matériels, la valeur ajoutée annuelle n'en équivaut pas moins à 100 tonnes de paddy par actif,

Tableau 2 — Comparaison du travail agricole d'un paysan de Casamance et d'un paysan de Louisiane

| | Casamance (Sénégal) | Louisiane (États-Unis) |
|--------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Surface annuelle par actif | 0,5 ha | 100 ha |
| Rendement à l'hectare | 1,1 t/ha | 5 t/ha |
| Production brute par actif et par an | 0,55 t/actif | 500 t/actif |
| Consommations intermédiaires | Semences : 100 kg/ha | ≈ 400 t/actif |
| Production nette par actif et par an | 0,5 t | 100 t/actif |
| <i>Source</i> : à préciser. | | |

5. Rendement en riz non encore décortiqué, une fois retiré la part de semence nécessaire au cycle cultural postérieur.

soit une productivité nette 200 fois supérieure à celle du paysan sénégalais. Cela veut dire que sur le marché de Dakar, les sacs de riz en provenance de Casamance et des États-Unis se vendent à peu près au même prix, alors qu'il y a 200 fois plus de travail dans les premiers que dans les seconds. Le paysan casamançais ne peut donc vendre son riz que s'il accepte une rémunération 200 fois moindre que celle perçue par son concurrent nord-américain. Comment pourrait-il, dans ces conditions, dégager des revenus suffisants pour manger correctement et investir dans son exploitation ?

Les producteurs du Sud qui spécialisent leurs systèmes de production agricole vers les cultures de rente telles que les caféiers, les cacaoyers et les hévéas, ne sont pas mieux lotis, même si la concurrence ne s'exerce ici qu'entre producteurs manuels du tiers-monde. Car ces paysans du Sud qui ne pouvaient résister à la concurrence des produits vivriers du Nord ont déjà tenté cette reconversion de leurs systèmes de culture, avec pour effet de provoquer périodiquement une suroffre de café, cacao ou caoutchouc, sur le marché mondial. Les cours de ces productions ne cessent alors de baisser que lorsque les paysans les moins compétitifs abandonnent les cultures d'exportation et retournent à des systèmes de culture vivriers, c'est-à-dire lorsque les prix du café, du cacao ou du caoutchouc deviennent encore moins rémunérateurs que ceux des productions alimentaires. Le café, le cacao et le caoutchouc ne parviennent donc eux aussi à n'assurer qu'une rémunération 200 fois inférieure à celle perçue par les exploitants hautement équipés du Nord !

Les nations du Sud ont plus que jamais besoin d'assurer par elles-mêmes leur approvisionnement alimentaire, de façon à ne plus risquer des disettes ou des famines lors des périodes où la nourriture vient à manquer sur le marché mondial, comme c'est le cas actuellement. Il conviendrait donc de faire en sorte qu'elles aient le droit de réaliser ce que les pays européens ont eux-mêmes entrepris avec succès au lendemain de la Deuxième Guerre mondiale : protéger leurs agricultures vivrières dans le cadre de marchés communs régionaux par le biais de droits de douanes conséquents. D'où la nécessité pour l'Europe de ne plus vouloir leur exporter à vil prix des céréales, viandes et poudres de lait lorsque réapparaîtront les surplus céréaliers, carnés et laitiers. Il faut plutôt réorienter résolument l'agriculture européenne vers des formes de production sans doute plus artisanales et destinées au marché intérieur européen. La défense d'une agriculture plus respectueuse de l'environnement et de la qualité des aliments en Europe n'est donc en rien contradictoire avec le droit des nations du Sud de reconquérir leur sécurité et leur souveraineté alimentaires.
