

Mai 2008

OGM : FANTASMES ET REALITES

LE POINT DE VUE D'UN GENETICIEN

Depuis plus de dix ans, les OGM sont au centre d'une controverse qui n'est ni des plus claires, ni des plus sereines et cet état de choses a plutôt tendance à s'aggraver au fil du temps. Ce qui était au départ un simple débat a pris des allures de polémique, pour ne pas dire plus.

Une première condition indispensable pour qui veut tenter de clarifier les choses est de dissocier deux aspects très différents de cette question, l'un relevant du domaine scientifique, l'autre de questionnements socio-économiques et éthiques.

1) L'aspect scientifique comporte lui-même deux volets. Le premier relève directement de la génétique : les OGM représentent-ils quelque chose de radicalement nouveau dans le monde vivant ? L'autre concerne leurs risques et avantages éventuels.

2) L'aspect socio-économique peut se résumer en une question : les OGM, au bénéfice de qui ? Mais cette question en cache une autre, bien plus cruciale : faut-il accepter la privatisation du patrimoine génétique des êtres vivants ?

Ces deux aspects sont constamment amalgamés dans le débat public. La distinction entre eux est pourtant essentielle car ils peuvent conduire à des prises de position très différentes.

Qu'est-ce qu'un OGM ?

Le sigle OGM signifie « Organisme Génétiquement Modifié ». On entend par là un type de modification qui consiste à insérer, dans les chromosomes d'une espèce vivante, une molécule d'ADN¹ étrangère. Cette opération est possible grâce à des enzymes qui permettent de couper et de ligaturer avec précision des filaments d'ADN. La molécule insérée peut soit correspondre à un ou plusieurs gènes qui apportent de nouvelles fonctions à l'hôte soit, au contraire, aller bloquer le fonctionnement d'un gène donc supprimer une fonction indésirable. Cette opération entre dans le cadre du génie génétique, on parle de transgénèse. L'organisme ainsi modifié est dit transgénique. Le ou les gènes transférés peuvent provenir d'un autre individu de la même espèce, d'une autre espèce ou même d'un autre type d'organisme. Ainsi un gène de bactérie peut être transféré dans un animal ou dans une plante et réciproquement.

Ici nous parlerons surtout des **plantes génétiquement modifiées (PGM)**, puisque ce sont elles qui sont au centre de la controverse.

Avant de disposer de cette technologie, comment procédaient les agriculteurs, et les chercheurs en amélioration des plantes, pour augmenter les qualités agronomiques des plantes cultivées ? La première méthode, probablement utilisée dès les débuts de l'agriculture, est une sélection très empirique : dans un champ, on choisit les plants qui présentent la meilleure qualité et on s'en sert pour obtenir les semences de la génération suivante. Depuis le début du XX^e siècle on utilise des méthodes plus sophistiquées : production de mutations au hasard avec des agents mutagènes chimiques ou physiques (certaines radiations) ; croisements avec d'autres variétés ou espèces voisines pour

¹ Petit condensé de biologie : L'unité de base de tous les êtres vivants est la **cellule**. Les êtres les plus simples sont constitués d'une seule cellule, les plus complexes peuvent être composés de milliards de cellules (environ cent mille milliards pour un être humain). Les **chromosomes** sont situés dans le noyau des cellules, ils sont constitués de très longues molécules d'ADN. Un **gène** est un segment d'ADN qui permet la synthèse d'une protéine, qui va elle-même remplir une fonction bien précise dans la cellule. Le **génom**e peut être défini comme l'ensemble des gènes nécessaires à la vie d'un individu. Ce dernier point est très simplificateur car le génome contient aussi une très grande quantité de séquences d'ADN qui ne sont pas des gènes 'classiques'; par exemple les éléments génétiques mobiles (voir note 2).

introduire des gènes intéressants (de résistance aux maladies par exemple). Cette dernière méthode était la plus utilisée jusqu'à ces dernières années. Il s'agit donc bien de créer des plantes génétiquement modifiées, mais avec des méthodes dites « classiques », bien qu'elles ne se contentent pas toujours d'imiter des voies naturelles. Certaines font appel à des techniques élaborées (la mutagenèse notamment).

Pour un chercheur en amélioration des plantes la transgénèse a l'avantage :

1) d'être plus rapide et plus ciblée que les techniques antérieures. On peut introduire un seul gène dans un génome au lieu de centaines, plus ou moins au hasard, avec des caractères non souhaités, comme c'est le cas avec un croisement ;

2) de rendre possible le transfert de gènes entre organismes très différents, par exemple d'une bactérie vers une plante, ce qui est évidemment impossible par croisement.

La transgénèse et les techniques traditionnelles de croisement ne s'excluent pas ; dans certains cas, elles sont même très complémentaires.

L'Homme et la Nature

Les principales inquiétudes exprimées sur les plantes transgéniques sont liées à la technologie elle-même, qui est perçue comme radicalement différente des méthodes classiques de sélection. On lui oppose deux grandes objections.

La première objection est qu'elle ne respecte pas la « barrière d'espèce » puisqu'elle permet des échanges génétiques entre espèces différentes, transgressant ainsi une loi fondamentale de la nature, une sorte de tabou mystique. C'est le mythe de l'apprenti sorcier ou du savant fou, qui motive une hostilité de principe aux PGM chez beaucoup d'opposants.

On retrouve là un très ancien penchant à la sacralisation du 'naturel', assez largement répandu, qui va de pair avec la croyance que « c'est naturel donc c'est bon ». Sous-entendu : ce que fait l'homme est artificiel donc mauvais. Dans cette logique, il faut alors admettre qu'il n'y a jamais eu grand-chose de bon pour les humains depuis les temps lointains où ils se sont mis à tailler des pierres pour en faire des outils. Est-il naturel d'habiter dans des maisons et d'utiliser l'électricité ou la voiture ? Cette sacralisation du naturel va de pair avec le vieux mythe de la « Mère Nature », peut-être très poétique, mais pas du tout réaliste. Les actes de férocité et les poisons abondent dans le monde vivant.

Cette inquiétude sur le tabou de la « barrière d'espèce » n'est pas nouvelle, elle avait été émise et débattue par les chercheurs eux-mêmes entre les années 1974 et 76, dès que les techniques de génie génétique ont été mises au point et utilisées comme outils de recherche en laboratoire. Elle les a même amenés à décider d'un moratoire de près de 2 ans sur ce type d'expérience.

Depuis cette époque, la génétique nous a appris que les transferts de gènes interspécifiques existent bel et bien dans les conditions naturelles. **Ce processus est appelé « transfert horizontal »**, par opposition au transfert vertical, qui se fait d'une génération à l'autre par la reproduction sexuée. Sa fréquence est faible, mais vu la durée de l'évolution biologique, son accumulation au fil des âges a dû être considérable.

C'est maintenant un fait bien acquis, tous les êtres vivants de notre planète sont le résultat d'une évolution de plus de 3 milliards d'années où se sont produits des échanges génétiques de toutes sortes entre espèces et entre organismes très différents. Ceux qui apportaient une innovation avantageuse ont été favorisés par le jeu de la sélection naturelle et se sont perpétués au fil de l'évolution. La question que se posent maintenant les évolutionnistes est celle de l'impact de ces transferts sur le déroulement du processus évolutif : négligeable ou essentiel ? A suivre.

Mais la transgénèse naturelle (ou spontanée) ne se produit pas uniquement de façon sporadique au fil des âges géologiques. Pour certains organismes, elle fait partie intégrante de leur mode de vie.

- Chez les bactéries, elle est monnaie courante et permet le transfert, entre espèces très différentes, des gènes de résistance aux antibiotiques.

- Certaines espèces bactériennes vont systématiquement insérer un petit groupe de leurs gènes, porté par un élément mobile (voir note 2), dans les chromosomes des plantes qu'elles infectent, amenant celles-ci à synthétiser des produits dont elles se nourrissent. Le mécanisme de cette transgénèse spontanée a d'ailleurs été utilisé par les chercheurs pour mettre au point la technologie des PGM.

- Pour certaines familles de virus, dont les « rétrovirus » (le plus connu est le virus du SIDA, mais d'autres sont inoffensifs), l'insertion de leur génome dans les chromosomes de l'organisme infecté est une étape obligatoire de leur reproduction. C'est là aussi une transgénèse tout à fait spontanée. Des dérivés de ces virus ont été les premiers outils utilisés pour les essais de thérapie génique.

-Une fois inséré dans un chromosome, le génome du rétrovirus peut se reproduire. Il peut alors arriver qu'un génome 'fils' incorpore accidentellement un gène de la cellule hôte, il sera devenu transgénique. Lorsqu'il infectera des cellules d'un nouvel hôte, il apportera avec lui ce gène qui se retrouvera alors en surnombre. Si le rôle normal du gène en question est de contrôler la reproduction des cellules, ce surnombre pourra entraîner des divisions cellulaires anarchiques et aboutir à un cancer. On a donc là une double transgénèse, du virus et de l'hôte. C'est par ce mécanisme qu'un certain nombre de rétrovirus des oiseaux et des mammifères sont devenus cancérogènes.

Une telle manipulation serait absolument interdite en laboratoire. La transgénèse spontanée est du génie génétique « sauvage », personne n'en contrôle ni le mécanisme, ni les effets. Seul joue le hasard, qui ne connaît pas le principe de précaution !

Bref, tous les organismes du monde vivant, depuis les virus jusqu'à l'homme, sont le siège de génie génétique naturel. Ce fut une grande surprise pour les généticiens de découvrir, depuis la fin des années 70, que les génomes sont capables d'une grande plasticité. Cette découverte a conduit à une véritable rupture conceptuelle avec la vision fixiste héritée de la première moitié du XX^e siècle.

«L'œuvre d'apprenti sorcier » n'est donc qu'une utilisation par les humains de mécanismes aussi anciens que le monde vivant. Précautions en plus !

La seconde objection faite à la transgénèse est que cette technologie est, en partie, aléatoire. L'insertion sur les chromosomes du gène transféré se fait au hasard et peut donc perturber le fonctionnement d'autres gènes. C'est vrai, mais pas vraiment gênant chez les plantes car on peut faire tous les contrôles nécessaires, sanitaires, écologiques et autres, sur une nouvelle variété avant de l'utiliser en agriculture. Nous venons d'ailleurs de voir que la transgénèse spontanée opérée par les rétrovirus est au moins aussi aléatoire. Ce qui n'est jamais dit par contre, et qui est pourtant connu depuis trente ans, c'est que par un simple croisement entre variétés d'une même espèce, on peut déclencher des perturbations génétiques bien plus importantes², comme par exemple des cassures et des pertes de chromosomes.

Enfin, il faut savoir qu'il se produit spontanément dans la nature des transferts génétiques bien plus conséquents que la simple transgénèse. Beaucoup de plantes, sauvages ou cultivées, sont nées de l'addition des génomes de deux ou trois espèces différentes, bien qu'assez proches. Dans ces cas-là, ce ne sont pas 2 ou 3 gènes d'une espèce qui sont transférés dans une autre, mais tous les chromosomes, c'est à dire des milliers de gènes. C'est le cas par exemple du blé et du colza. Le blé tendre cumule les génomes de trois espèces différentes. Le colza cumule les génomes du chou et du navet. Ces « fusions génomiques » se sont produites il y a des milliers d'années. L'homme n'y est

² Elles sont dues à des éléments génétiques mobiles (des sortes de 'gènes sauteurs'), qui sont insérés dans les chromosomes et peuvent changer de position. Ils existent chez tous les êtres vivants, des bactéries jusqu'à l'homme ; **ils font partie intégrante de leurs génomes** et peuvent parfois se transmettre d'une espèce à une autre. Certains d'entre eux sont très apparentés aux rétrovirus. Un stress physiologique ou un croisement, en perturbant leur régulation, peuvent déclencher chez eux une mobilité excessive, source d'anomalies génétiques (voir l'Encycl. Universalis, articles de l'auteur).

pour rien, il a simplement choisi de cultiver ces espèces parce qu'elles présentaient un intérêt alimentaire. Là encore, la nature a franchi allègrement la barrière d'espèce. Les chercheurs savent, depuis le début du XXe siècle, reproduire ce type de phénomène pour créer de nouvelles espèces d'intérêt agronomique.

L'utilisation médicale des OGM montre bien que privilégier le naturel par rapport aux oeuvres humaines n'est pas justifié. Depuis plus de 20 ans, on fait synthétiser par des microorganismes transgéniques, bactéries ou levures, des molécules à usage médical. On dispose ainsi d'une insuline très pure, de facteurs de coagulation sanguine, d'un vaccin contre l'hépatite B et de l'hormone de croissance. Cette dernière est un très bon exemple. Jusqu'à la fin des années 80, les enfants atteints de nanisme étaient traités par des hormones préparées à partir d'hypophyses humaines. On a ainsi transmis à certains d'entre eux la maladie de Creutzfeldt-Jakob, l'équivalent humain de la vache folle. En 2007, on avait enregistré chez ces patients plus de 100 décès en France (chiffre non définitif car cette maladie est à évolution très lente). Dans tous les pays, depuis 1988, on traite ces enfants par de l'hormone produite par génie génétique, beaucoup plus pure et il n'y a plus de problème. On a une situation analogue pour les facteurs de coagulation, qui évitent maintenant aux hémophiles des transfusions risquées.

Ces microorganismes génétiquement modifiés constituent donc un progrès médical incontestable même s'il est limité, car il n'est pas possible de produire n'importe quelle protéine humaine par cette voie. L'utilisation de ces OGM est d'ailleurs bien acceptée maintenant.

Les risques et avantages possibles sur les plans écologiques et sanitaires.

La controverse sur les risques biologiques des plantes transgéniques est un sujet complexe qui nécessiterait un livre à lui seul, d'autant plus que les risques et avantages doivent être discutés au cas par cas, chaque PGM étant particulier.

Contrairement à des affirmations très répandues, ces questions sont l'objet, depuis une dizaine d'années, de multiples recherches dans le monde. On peut recenser, de 2000 à 2007, près de 8000 publications scientifiques et rapports d'organismes officiels sur les impacts agronomiques, écologiques et sanitaires des plantes transgéniques.

Nous nous limiterons aux risques les plus souvent invoqués et les plus crédibles, en signalant au passage quelques avantages parmi les mieux étudiés³. Nous laisserons de côté certaines craintes trop fantasmagiques⁴. Il ne faudra pas s'étonner de trouver ici des éléments de réflexion ou d'information qui n'apparaissent jamais dans la plupart des media. L'information scientifique n'est pas toujours leur premier souci.

D'abord une remarque d'ordre général. Dans toutes les activités humaines, un risque n'est jamais considéré isolément mais toujours en balance avec les avantages. C'est, entre autres, parce que les consommateurs en France ne voient pas bien quels avantages les plantes transgéniques leur apporteront qu'ils sont aussi sensibles aux risques éventuels. On admet sans problème de risquer sa vie en voiture parce qu'il est devenu difficile de se passer de véhicule. De même, certains qui sont opposés aux PGM donneront de l'argent au téléthon pour développer les recherches sur les thérapies géniques, en

³ Le lecteur qui souhaiterait avoir des données beaucoup plus détaillées peut se reporter au livre d'André Gallais et Agnès Ricoch : « Les plantes transgéniques : faits et enjeux », paru en 2006 aux éditions Quae (éditions de l'INRA).

⁴ L'un des plus beaux exemples est sans conteste la peur d'une « pollution génétique irréversible de la planète ». Dans l'imaginaire de certains, l'invasion d'OGM aux pouvoirs maléfiques a remplacé celle des petits martiens verts (seule la couleur n'a pas changé !).

espérant accélérer la guérison de maladies génétiques. Pourtant la thérapie génique consiste à faire de la transgénèse sur des cellules somatiques⁵ humaines !

Ouvrons une parenthèse sur cet exemple car il constitue l'un des paradoxes les plus singuliers de ce débat. Les mêmes qui s'inquiètent d'éventuels inconvénients, de toutes natures, qui pourraient résulter des PGM, restent totalement silencieux sur les thérapies géniques. Les risques qu'ils attribuent à la transgénèse seraient-ils moins inquiétants pour l'homme que pour les plantes ? Un paradoxe qui interpelle d'autant plus que, du côté des généticiens, les positions sont inverses. La très grande majorité d'entre eux ne voit pas d'objections de principe aux PGM, mais ils sont nombreux à être très réservés sur les thérapies géniques, arguments scientifiques à l'appui⁶.

Mais revenons aux risques biologiques attribués aux PGM. Ils sont en gros de deux ordres : les risques pour la santé et les risques pour l'environnement et l'agriculture, disons « écologiques », au sens large du terme.

Les risques sanitaires invoqués portent sur la toxicité ou les allergies. Les recherches dans ces domaines ont fait l'objet de plus de 1000 publications et rapports depuis 7 ans.

Pour ce qui est des allergies, elles sont largement imprévisibles. Des précautions sont prises, à partir de méthodes d'analyses biochimiques, mais aucune ne permet de supprimer tous les risques d'allergie possibles. Certaines personnes sont allergiques aux fraises, aux kiwis, aux litchis ou à toutes sortes d'autres choses, les PGM ne constituent en aucune façon un cas à part.

Quant au risque de toxicité, il doit être évalué au cas par cas ; c'est le rôle des instances scientifiques spécialisées dont nous parlerons plus loin. Pour un bon résumé de l'état actuel des connaissances, citons Gérard PASCAL, directeur de recherche honoraire à l'INRA, spécialiste mondialement reconnu en nutrition et toxicité alimentaire : « *Aucun risque avéré des PGM mises en culture –ou dont une demande d'autorisation de mise sur le marché a été déposée- n'a pu être révélé à ce jour par une quelconque étude scientifique réalisée selon un protocole reconnu au niveau international. Nous ne prétendons pas que le risque de ces plantes est nul mais il semble que le risque sanitaire qu'elles représentent n'est pas plus important que pour les aliments courants* » (Janvier 2008).

Sur ces questions de toxicité, le maïs Bt nous fournit un élément de réflexion qui vaut la peine d'être connu et qui est complètement occulté dans le débat public. Cette plante transgénique a reçu un gène, venant de la bactérie *Bacillus thuringiensis*, qui lui permet de produire une protéine (dite Bt) tuant certains insectes, en particulier la pyrale et la sésamie, principaux ravageurs du maïs. Cette protéine est une variante d'une autre Bt, **déjà utilisée depuis plus de 30 ans comme insecticide en agriculture biologique**. Comme cette dernière, elle n'est pas toxique et très rapidement détruite par la cuisson et la digestion. En Angleterre, suite à un contrôle à l'automne 2003, 32 produits dérivés de maïs 'bio' ont dû être retirés du commerce, ils étaient contaminés par une mycotoxine dangereuse pour l'homme, une fumonisine. Les fumonisines sont une famille de toxines produites par des moisissures, les *Fusarium*. Elles sont très toxiques pour tous les mammifères, elles portent atteinte au système nerveux, au système immunitaire et sont cancérigènes.

Or, le développement des *Fusarium* chez le maïs est favorisé par les galeries creusées dans les tiges par la chenille mineuse de la pyrale. Ce qui signifie que la résistance à cet insecte diminue *ipso facto* l'infection par ces moisissures. Dès 1997, des travaux de recherche ont montré une nette diminution de la quantité de fumonisines chez les maïs Bt, par rapport aux maïs non transgéniques. Résultats largement confirmés depuis par plusieurs laboratoires.

⁵ On appelle cellules somatiques toutes les cellules de notre corps, à l'exception des cellules reproductrices.

⁶ Les essais de thérapies géniques conduits depuis 20 ans dans le monde ont entraîné un grand nombre de complications médicales, y compris des décès.

En 2004, un rapport de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA) concluait à ce sujet : « *Indubitablement, ce fait constitue un point positif dont il serait possible de tirer profit pour accroître la qualité sanitaire des alimentations humaine et animale.* ».

Les risques écologiques sont aussi au centre d'un débat très conflictuel. Ils concernent en gros deux types de caractères, quelquefois réunis dans une même plante transgénique : soit on introduit un gène qui permet à la plante de synthétiser un insecticide pour se défendre contre des insectes ravageurs, soit on introduit un gène qui lui confère la résistance à un herbicide total. Dans tous les cas, les gènes viennent des bactéries.

Pour le cas des insecticides, reprenons l'exemple du maïs Bt. Actuellement, la méthode de lutte la plus répandue en Europe consiste à traiter les champs aux insecticides chimiques qui détruisent aussi des insectes utiles et sont toxiques pour d'autres animaux, notamment les oiseaux, et pour l'homme. Les nappes phréatiques sont également polluées car on recourt à des produits plus ou moins persistants.

Ce maïs transgénique permet d'éviter ces traitements chimiques, qui sont de toute façon moins efficaces car la chenille, dans ses galeries, est à l'abri des pulvérisations... contrairement à l'agriculteur !

Deux objections sont faites à ce maïs Bt : d'une part le risque de sélectionner des pyrales résistantes à cet insecticide, d'autre part le risque de tuer d'autres insectes non nuisibles. Des craintes qui sont d'ailleurs tout autant valables, sinon plus, pour les insecticides chimiques. Cependant il s'agit de problèmes bien réels qui ont fait et continuent à faire l'objet de recherches. Depuis 7 ans, on a recensé plus de 1000 publications (dont 208 pour les maïs) portant sur l'impact des PGM insecticides sur la faune non-cible : insectes, lombrics et autres. Ce qui semble en ressortir, c'est que les maïs Bt respecteraient mieux la faune non-cible que les insecticides classiques (contrairement aux idées répandues depuis la polémique sur le papillon monarque). Quant au risque de sélectionner des pyrales résistantes, on peut le limiter en utilisant la méthode dite des 'zones refuges', déjà bien connue des agronomes et obligatoire aux Etats-Unis depuis 2000. Il serait trop long de la décrire ici.

Rappelons aussi que de nombreuses plantes fabriquent naturellement des insecticides puissants dont certains, comme le pyrèthre, sont commercialisés.

Le cas des PGM résistantes aux herbicides est plus délicat. Il s'agit de résistance aux herbicides totaux comme le glyphosate ('Roundup' de Monsanto) et le glufosinate ('Basta' produit par Bayer). Chacune de ces firmes veut introduire, dans un maximum de plantes cultivées, le gène de résistance à l'herbicide qu'elle vend. Le but étant de vendre aux agriculteurs à la fois l'herbicide et la plante résistante à celui-ci.

On peut craindre que le gène de résistance se transmette à d'autres espèces et qu'à la longue se multiplient les plantes résistantes à ces herbicides totaux, ce qui pourrait devenir très gênant pour les grandes cultures. Ce risque existe pour le colza et pour la betterave car ces deux espèces sont proches parentes de certaines mauvaises herbes et peuvent se croiser avec elles⁷. De plus, le colza peut être aussi envahissant qu'une mauvaise herbe (fait exceptionnel pour une plante cultivée). Pour ces raisons, **les cultures de colza et de betterave résistants aux herbicides ne sont pas autorisées en France**, en attendant les résultats d'études plus poussées.

Mais, de toute façon, le risque de sélectionner des mauvaises herbes résistantes existe avec l'épandage actuel d'herbicides sur les cultures conventionnelles. C'est d'ailleurs déjà fait, des mutations de résistance spontanées ont été identifiées dans de nombreuses espèces sauvages et peuvent donc se répandre et se propager à des espèces voisines.

⁷ Pour le maïs, la tomate et la pomme de terre ce problème n'existe pas en Europe. Ces plantes, originaires du 'nouveau monde', sont génétiquement très isolées sur notre continent où n'existe aucune espèce apparentée.

Les travaux de recherche sur les impacts économiques et écologiques de ces PGM résistants aux pesticides sont nombreux (près de 700 publications depuis 2000) et se poursuivent activement dans tous les pays où ils sont cultivés. Les résultats varient selon la plante et le pays concernés. Dans les grandes lignes, il en ressort qu'ils facilitent les conditions de culture et que les quantités de pesticides chimiques répandues en sont diminuées. Pour le coton Bt, aux Etats-Unis et en Chine, on utilise 3 à 5 fois moins d'insecticides chimiques que pour le coton conventionnel.

Le problème de la coexistence entre filières PGM et non-PGM.

C'est surtout en Europe que ce problème est posé. Plus particulièrement en France, où il constitue un point fort de la polémique. Malgré cela, nous passerons rapidement car l'importance accordée à cette question dépend surtout de la perception que l'on a de l'innocuité ou de la dangerosité des plantes transgéniques. Il est évident, là encore, que les inquiétudes sont directement liées à l'image de dangereuse invention contre nature que certains associent à la transgénèse. En effet, pour les plantes conventionnelles, personne n'a jamais exigé une absence de « contamination » entre produits issus de différentes variétés.

Pour organiser la coexistence entre les deux types de filières, PGM et non-PGM, il faut d'abord éviter la dissémination des transgènes par le pollen. Ce risque est très différent selon les espèces. Pour celles qui sont cultivées par multiplication végétative, comme la pomme de terre (on plante des tubercules), ce risque est nul, pour le maïs il existe réellement. Cette question a fait l'objet de 1500 publications et rapports depuis 7 ans, dont 170 pour le maïs. Des solutions techniques sont déjà connues, elles sont utilisées depuis longtemps pour reproduire les variétés classiques. Il reste toujours un léger « bruit de fond », comme disent les agronomes, mais il n'a pas empêché de maintenir la pureté de ces variétés.

Mais pour faire coexister les deux types de filières, il ne suffit pas de contrôler la dissémination du pollen, il faut aussi mettre en place une séparation complète au niveau de la collecte, du stockage, du transport et de la transformation en produit commercial.

Aux Etats-Unis, il n'y a aucun étiquetage particulier pour les OGM. Au Japon, le taux d'OGM accepté pour les produits étiquetés « sans OGM » (seuil d'étiquetage) est de 5%. L'Union Européenne s'oriente vers un seuil à 0,9%.

L'évaluation des risques.

Les variétés végétales obtenues par les méthodes conventionnelles font l'objet, avant commercialisation, de tests sur leur valeur agronomique mais rarement d'expertises sanitaires ou écologiques. Par contre, les plantes transgéniques et les produits qui en dérivent sont soumis à des réglementations strictes et évalués par des instances spécialisées. Ce sont actuellement, et de loin, les aliments les plus contrôlés. Cette différence de traitement n'est pas vraiment dictée par des considérations scientifiques mais plutôt par les inquiétudes du public vis à vis des PGM.

En France, les instances d'évaluation sont essentiellement :

- la Commission de Génie Biomoléculaire (CGB), créée en 1986, chargée de l'évaluation des risques sanitaires et écologiques pour chaque demande de mise sur le marché d'une variété transgénique ;

- l'AFSSA, que nous avons déjà citée. C'est un établissement public créé en 1999. Elle a un « rôle de veille, d'alerte, d'expertise, de recherche et d'impulsion de la recherche, contribue à l'amélioration de la santé publique, de la santé et du bien-être des animaux, de la santé des végétaux et de la qualité sanitaire de l'environnement ». Sa 'Commission des Biotechnologies' doit plus particulièrement évaluer la sécurité sanitaire des demandes de mise sur le marché des produits issus d'OGM (y compris les microorganismes)

et des semences de plantes transgéniques⁸. Au niveau de l'UE, existe un organisme équivalent : la « European Food and Safety Authority » (EFSA – en français : AESA)

On pourrait rajouter le Comité Technique Permanent de la Sélection (CTPS), bien que ses expertises ne soient pas réservées aux seules PGM et qu'il s'intéresse surtout à la valeur agronomique des variétés et à leur stabilité génétique.

Les évaluations sont donc diversifiées, elles doivent être convergentes pour qu'il y ait autorisation. Ces instances sont très exigeantes, il est même arrivé que sur certains dossiers la CGB et l'AFSSA rivalisent de précautions.

Mais l'étude des risques ne s'arrête pas aux demandes de mises sur le marché.

- Un Comité de Biovigilance, dépendant du ministère de l'environnement a été créé en 1998, puis réactualisé en 2003 et en 2005, il est chargé du suivi des risques théoriques, pour l'environnement, des PGM mises en culture, en particulier du contrôle de la séparation des filières PGM et non-PGM.

- Enfin, l'Agence Nationale de la Recherche, créée en 2005, a également un conseil scientifique qui finance des programmes de recherche dans tous les domaines qui peuvent être concernés par les PGM : environnement, santé humaine et animale, problèmes sociaux et éthiques.

Dans de nombreux pays américains et européens, des laboratoires universitaires font également des recherches de ce type. Pour l'Europe c'est surtout le cas en Espagne où les cultures de plantes transgéniques sont assez répandues.

Les PGM pour quoi faire et au bénéfice de qui ?

Nous quittons maintenant le domaine scientifique pour entrer dans les aspects socio-économiques et géopolitiques. Il s'agira juste d'un survol, d'une part parce que ce sujet est lui aussi très vaste, d'autre part parce que l'opinion que l'on peut en avoir dépend essentiellement des convictions éthiques et idéologiques de chacun.

Dans les pays riches et dans les pays pauvres, les problèmes agricoles se posent en des termes très différents. Les premiers sont déjà excédentaires et exportent leurs surplus. Il n'y a donc aucune nécessité vitale pour eux d'augmenter la production de 5 ou 10%. Par contre ils doivent produire de façon moins polluante, en diminuant l'utilisation des intrants (pesticides et engrais)⁹.

Pour les pays pauvres, le problème de la quantité de production est vital. Non seulement les surfaces cultivables sont souvent insuffisantes au regard de la population, mais pour les principales céréales (blé, riz, maïs), les pertes annuelles des pays où aucun traitement n'est fait (dues aux maladies, ravageurs et mauvaises herbes) peuvent dépasser 50% pour le blé, contre 18% en Europe de l'ouest. Pour le riz et le cotonnier cultivés sans traitements, les pertes moyennes dépassent 80%.

Des études économiques de la FAO affirment que la production agricole actuelle serait suffisante pour toute la planète. Certains en concluent que le problème de la malnutrition dans le tiers monde pourrait être résolu par une redistribution des ressources alimentaires. C'est une conclusion trop hâtive, pour au moins deux raisons.

1) Cette redistribution des pays riches vers les pays pauvres peut être utilisée comme un moyen de maintenir une dépendance néocoloniale. On parle même de « l'arme alimentaire ». De plus, la mondialisation commerciale a des effets très pervers. Actuellement les subventions, ouvertes ou déguisées, des gouvernements des Etats-Unis et d'Europe permettent à leurs agriculteurs non seulement de concurrencer les pays du tiers-monde sur les marchés extérieurs (cas du coton), mais même sur leurs propres marchés (cas du blé et des fruits et légumes). Notre système économique mondial démantèle donc encore plus l'agriculture de ces pays au lieu de les aider.

⁸ Les avis et rapports de l'AFSSA sont en libre accès sur internet dans leur intégralité.

⁹ En France, un rapport de 2005 alerte les pouvoirs publics sur le fait que près de 9000 pesticides différents sont en vente. De plus, notre pays arrive au deuxième rang mondial pour le tonnage de pesticides utilisés.

2) Il est prévu que la population mondiale atteigne 9,5 milliards d'habitants entre 2050 et 2100. Or les ressources agricoles mondiales actuelles ne sont pas indéfiniment extensibles, elles peuvent devenir insuffisantes. On estime qu'il faut maintenir une augmentation de la production végétale mondiale de l'ordre de 2,5% par an. Mais il vient s'ajouter maintenant un autre danger : la production des agrocarburants, qui risque de détourner d'immenses surfaces de cultures alimentaires. C'est déjà fait aux Etats-Unis pour le maïs.

La crise alimentaire qui éclate en cette année 2008, avec ses très graves conséquences pour les pays les plus pauvres, vient confirmer toutes ces inquiétudes. La seule solution valable pour les pays en développement est d'augmenter leur production de cultures vivrières pour devenir autosuffisants. **La souveraineté alimentaire est essentielle** pour garantir l'indépendance de tous les peuples, mais plus encore pour les pays du tiers monde.

Beaucoup de chercheurs en agronomie sont convaincus que les recherches sur les PGM pourraient contribuer, dans un avenir proche, à atteindre les buts énoncés plus haut : réduction de la pollution agricole dans les pays riches et augmentation d'une production non polluante dans les autres. Pour ces derniers, les possibilités les plus couramment envisagées sont l'obtention de résistances aux maladies et de tolérances aux conditions extrêmes : sécheresse, froid, salinité, qui permettraient de cultiver des sols qui sont, ou seront bientôt, inutilisables.

Du point de vue strictement technologique c'est certainement vrai. Soumis au contrôle d'organismes publics, le génie génétique peut être d'une aide appréciable dans certains domaines. Nous avons vu que c'est déjà le cas pour la santé.

Mais notre système économique mondial actuel va-t-il réellement dans ce sens ? Citons un texte de la FAO de 2004 : « *Les recherches sur les cultures transgéniques sont, pour la majorité, le fait de sociétés privées transnationales. Cette situation est lourde de conséquences pour le type de recherches effectivement engagées, ainsi que pour les produits élaborés. (...) Les plantes et les caractéristiques présentant un intérêt pour les pays pauvres sont dédaignées.* ».¹⁰ Avec la mondialisation néolibérale, les PGM risquent de n'être qu'un instrument de plus dans la concurrence entre les firmes semencières et entre les Etats riches ou émergents. Dans ce contexte de guerre économique, le danger est grand que ces nouveaux outils n'aggravent les problèmes alimentaires et écologiques urgents, au lieu de contribuer à les résoudre.

Les risques des PGM ou l'arbre qui cache la forêt

Le fait que le débat public porte presque uniquement sur les risques supposés des plantes génétiquement modifiées masque un enjeu essentiel : la « privatisation du vivant », pour utiliser un raccourci un peu rapide. La question se pose depuis trois décennies et dépasse largement le cadre de l'agriculture. Dans le contexte économique mondial actuel nous allons, par le biais du brevetage, vers une **privatisation des patrimoines génétiques des êtres vivants, génome humain compris**. Toutes choses qui font partie du bien commun de l'humanité, générations présentes et futures, et ne doivent en aucun cas être aliénées au profit de quelques empires industriels et financiers. C'est un problème socio-économique mais aussi une question éthique fondamentale qui est au moins aussi sensible dans le domaine médical que dans l'agriculture.

Pour les agriculteurs, il est essentiel de disposer d'un grand éventail de variétés cultivées pour que chacun puisse choisir les mieux adaptées à son terroir et à ses méthodes de culture. Or, les brevets et la concentration des entreprises semencières risquent d'amener la réduction de la diversité des variétés cultivables. De plus, les paysans du tiers monde doivent pouvoir ressemer des graines de leur propre récolte, ce qu'interdisent les brevets. C'est certainement pour eux que cette situation est la plus inquiétante et ils constituent la majorité des habitants de la planète.

¹⁰ La situation est exactement la même pour les médicaments.

Le système actuel des brevets sur les biotechnologies a été élaboré en 1980 aux Etats-Unis, pour la protection commerciale de souches de bactéries qui métabolisent les hydrocarbures. Depuis, sous la pression de ce pays, où les groupes dominants ont imposé une législation particulièrement dure, il se généralise, aussi bien en agronomie qu'en médecine, par l'effet de la concurrence commerciale mondialisée. Un pays qui refuserait de breveter ses innovations se les verrait confisquées par des firmes étrangères qu'il devrait alors rétribuer pour les utiliser.

La protection des brevets en vigueur aux Etats-Unis est d'une telle rigidité qu'elle a des effets négatifs flagrants et soulève de plus en plus de critiques. Ce système s'avère complètement inadapté à la complexité du vivant. Non seulement il constitue un frein aux innovations, mais il multiplie les contentieux juridiques entre les multinationales elles-mêmes.

C'est l'un des facteurs qui pousse à la concentration croissante des firmes depuis la fin des années 90, aussi bien dans l'industrie pharmaceutique que chez les semenciers. Chez ces derniers, il y a actuellement 6 groupes dominants au niveau mondial. Citons à ce propos une phrase de P.B. JOLY et B. HERVIEU¹¹ : « *Dans le domaine des biotechnologies, les brevets sont l'instrument de domination de quelques puissantes multinationales qui concentrent les capacités de recherche et tentent de s'approprier les ressources génétiques* ». L'exemple de Monsanto, qui contrôle à elle seule près de 90% des cultures transgéniques dans le monde, montre bien que ce danger n'est pas imaginaire. C'est une situation très préoccupante qui constitue l'un des éléments déterminants du débat actuel, poussant certaines organisations paysannes à une opposition radicale aux plantes transgéniques. **Pourtant ce n'est pas la transgénèse qui est en cause, mais le brevetage et les pratiques des multinationales.**

Pour compléter ce rapide tableau des dangers des brevets, tournons-nous du côté de l'industrie pharmaceutique. Citons juste deux exemples : 1) Les procès que les grandes firmes de ce secteur ont voulu tenter au gouvernement de l'Afrique du Sud à propos des médicaments contre le SIDA. 2) Ce que certains appellent la « biopiraterie », une dérive qui consiste à breveter, donc à s'approprier, des substances issues de plantes médicinales utilisées depuis des siècles par des peuples du tiers monde. Il s'agit là de pillage, tout simplement.

Quelles alternatives possibles ?

On peut évidemment rêver d'une suppression pure et simple des brevets et d'une exclusivité des organismes publics sur les recherches. D'un point de vue éthique, il serait tout à fait justifié que des secteurs aussi vitaux que l'agriculture et la santé soient totalement soustraits aux appétits financiers. Le moins que l'on puisse dire est que la politique mondiale actuelle ne va pas dans ce sens ! Cette vision est donc pour le moment utopiste d'autant plus que, pour les raisons vues plus haut, une telle solution n'est viable que si elle est adoptée par tous les pays du monde. Mais dans l'immédiat, d'autres solutions sont envisageables, forcément différentes selon les régions du monde et les types de cultures, et certaines sont déjà opérationnelles.

Une première mesure essentielle consisterait déjà à exclure du champ des brevets les gènes eux-mêmes. C'était le cas de la loi française jusqu'en décembre 2004. Depuis, la transposition de la directive européenne autorise dans certaines conditions leur brevetage.

Il est possible aussi de développer les modèles de mutualisation des ressources variétales qui existent déjà de par le monde. Certains de ces modèles se situent aux antipodes de la stratégie des multinationales et sont basés sur le principe de la « conservation à la ferme ». C'est le cas des « initiatives de sélection et de gestion participative », déjà bien structurés dans certains pays (Syrie, Mexique, Italie). Il s'agit de

¹¹ Ces deux auteurs sont directeurs de recherche à l'INRA, économistes et sociologues. Beaucoup d'informations sur les solutions alternatives sont issues d'un de leurs articles, paru en 2003 dans la revue 'Futuribles' et intitulé : « *La 'marchandisation du vivant'. Pour une mutualisation des recherches en génomique* ».

réseaux de paysans échangeant et valorisant des variétés anciennes. Cela se fait quelquefois en relation étroite avec les consommateurs, comme dans le cas des « *Associations pour le Maintien de l'Agriculture Paysanne* » (AMAP) bien connues en Provence. A partir de celles-ci, se met maintenant en place le réseau « Urgenci » qui se définit comme un « *réseau mondial des partenariats locaux solidaires entre producteurs et consommateurs* ». L'intérêt citoyen de ce système alternatif est qu'il se construit sur la base de préoccupations économiques et sanitaires mais aussi éthiques (la solidarité).

Des systèmes intermédiaires, à partir d'organismes officiels, ont aussi été créés qui visent à favoriser une « mutualisation des ressources génétiques ». On en a un exemple en France avec le programme « *Génoplante* » qui regroupe des organismes de recherche publique, des sociétés privées et des organisations d'agriculteurs, dans le but de mutualiser les moyens de recherche entre tous ces acteurs. Ce programme a été créé en 1999, avec un poids important des agriculteurs et des organismes publics. On pourrait imaginer qu'il soit prolongé par un système de mutualisation des brevets, ce qui changerait leur nature même. Un aspect particulièrement intéressant de *Génoplante* est que les agriculteurs des pays en voie de développement ont un libre accès aux résultats des recherches, permettant ainsi des transferts de technologie. Des scientifiques essaient de promouvoir cette expérience au niveau de l'Europe, comme alternative à la privatisation des ressources génétiques.

Brèves réflexions sur la controverse

Le débat actuel présente à la fois des aspects positifs et d'autres plus inquiétants. Le côté positif est de montrer aux décideurs économiques et politiques que les citoyens, après les tristes affaires du sang contaminé et de la vache folle (où les chercheurs n'avaient rien à voir, soit dit en passant), en ont assez d'être le jouet de sordides affaires de profits financiers. De plus, les inconvénients de l'agriculture intensive sur l'environnement et l'alimentation commencent à être perçus de tous, grand public comme spécialistes. Les citoyens exigent d'être mieux informés et plus impliqués dans les instances de décisions. Le « tais-toi et mange » n'est plus de mode ! Ce débat amène aussi les chercheurs à prendre conscience que leurs recherches ne sont pas politiquement neutres et qu'ils doivent se sentir concernés par les utilisations qui en sont faites. C'est tout le rapport entre science et démocratie qui est en cause. Vaste programme, surtout dans le contexte politique actuel !

Pourtant, la controverse ne peut avoir un sens et un intérêt que si elle permet de faire la part des vrais problèmes et des peurs irrationnelles, voire superstitieuses, et de ne pas se tromper de cible. Actuellement, c'est d'autant moins le cas que ces peurs sont exploitées par certains à des fins personnelles ou politiques et par d'autres à des fins commerciales. **Beaucoup de media préfèrent l'émotionnel et le « thriller » à la véritable information, c'est bien plus « vendeur ».**

On peut aussi s'inquiéter que, dans ce conflit, apparaissent de plus en plus souvent des relents, parfois inconscients peut-être, d'anti-recherche et d'anti-science. C'est toujours de très mauvais augure pour une société, même si on doit aussi se garder de la dérive scientiste. Il est devenu évident que certains courants d'idées remettent en question la démarche scientifique elle-même, c'est à dire les progrès de la connaissance, et pas seulement ses retombées technologiques. Ils contribuent ainsi à **la résurgence actuelle de toutes sortes d'obscurantismes, dont l'un des plus marquants est le créationnisme.** Ce dernier n'est d'ailleurs pas sans rapport avec la sacralisation du naturel, évoquée plus haut, à forte connotation religieuse elle aussi.



Jean-Claude Bregliano
Généticien
Professeur des Universités retraité

N. B. : Je remercie mes collègues de l'Université et de l'INRA qui, en me faisant bénéficier de leurs compétences, m'ont aidé pour la rédaction de ce texte.