

l'emploi d'organismes génétiquement modifiés en agriculture : quel intérêt et quelles limites au niveau économique ?

par Sylvie Bonny

INRA-ESR, BP 1, 78850 Grignon
bonny@grignon.inra.fr

Le génie génétique fait l'objet d'une vive controverse : ses applications en agriculture sont perçues par une partie des consommateurs comme inutiles et risquées et il ne leur paraît pas justifié de les mettre dès aujourd'hui sur le marché ; divers mouvements d'opinion s'y opposent même fortement. A l'opposé, les promoteurs du génie génétique, notamment les firmes qui ont investi dans ce domaine, les présentent systématiquement comme source de nombreux bénéfices pour les consommateurs, les agriculteurs et l'environnement et comme « indispensables pour nourrir l'humanité au XXI^e siècle ».

L'histoire montre que ce qui est appelé parfois la « résistance » aux innovations technologiques (terme corollaire de l'idée qu'« on n'arrête pas le progrès ») n'est en fait pas nouvelle même si elle connaît un renouveau (Salomon, 1982). La diffusion des innovations techniques ne suit pas toujours en effet le chemin facile et tout tracé qu'illustre par exemple la devise de l'Exposition internationale de Chicago en 1933 : « La science découvre, l'industrie applique, l'homme suit¹ » ou qu'évoque aussi une affiche publicitaire pour un nouveau matériel audiovisuel : « J'en ai rêvé, Sony l'a fait ». Les travaux de sociologie de l'innovation ont d'ailleurs substitué au schéma linéaire de développement un modèle relationnel où l'innovation est le fruit d'un ensemble de négociations et d'interactions entre divers acteurs, et non plus un produit sortant tout achevé du laboratoire de recherche et se diffusant alors tout naturellement en tache d'huile ou selon le modèle épidémiologique de la contagion (Callon, 1989 ; CGP, 1993). Depuis plusieurs décennies, on se préoccupe également d'évaluer les innovations si possible *ex ante*, ce qui a conduit à divers travaux de *technology assessment* {cf., par exemple : Derian et Staropoli, 1975 ; OCDE, 1978). On considère néanmoins en général que les progrès scientifiques et techniques accroissent le bien-être global : en effet, on produit à moindre coût le même bien, on fournit un produit de meilleure qualité ou encore un nouveau produit contribuant à améliorer le niveau de vie. Mais cette vision omet la répartition parfois fort inégale des bénéfices du progrès technique ainsi que les externalités non prises en compte. Or, désormais, on peut de moins en moins négliger les coûts écologiques et sociaux, les difficultés de restructuration de certains secteurs

¹ La devise originale est « *Science finds - Industry applies - Man conforms* » (Rydell, 1993, pp. 98-99).

(Parienty et Combemale, 1997), les externalités négatives (pollution, encombrement, dégradation des ressources naturelles), etc.²

Aussi paraît-il nécessaire de tenter un bilan bénéfices/risques de l'emploi du génie génétique en agriculture, en axant ici notre recherche essentiellement sur les aspects économiques, car d'autres publications traitent davantage des autres impacts {cf., par exemple : INRA, 1998}. On cherchera à établir notamment les bénéfices escomptés de l'introduction des OGM en agriculture et leurs risques potentiels. Les exemples choisis concerneront surtout les plantes, car elles sont à un stade de développement plus avancé que les animaux transgéniques. Mais, même si des plantes transgéniques sont cultivées en champ en vraie grandeur par des agriculteurs depuis 1995 dans quelques pays, il existe encore trop peu de bilans rigoureux *a posteriori* de leur emploi, par étude d'échantillons suffisamment importants d'exploitations, pour confirmer ou infirmer les divers aspects potentiels évoqués. Il sera donc utile de poursuivre l'analyse des impacts esquissée ici.

1. Les bénéfices potentiels escomptés de l'emploi du génie génétique en agriculture

Les apports de l'emploi du génie génétique en agriculture que l'on peut prédire sont notables avec, en particulier, un accroissement considérable des potentialités d'introduction de nouvelles caractéristiques dans les plantes et les animaux grâce à la meilleure connaissance des mécanismes en jeu et à la possibilité d'utiliser des gènes provenant de quasiment l'ensemble du monde vivant connu, ce qui marque une rupture technologique par rapport à l'amélioration génétique classique.

1.1. Une meilleure efficacité de la production agricole, avec diminution des quantités d'intrants par tonne de produit obtenu

Avec le développement de plantes résistantes aux herbicides, aux insectes, aux virus et à divers agents de maladies, les traitements chimiques pourraient diminuer là où on en emploie déjà, ou bien les pertes de production être moindres dans les cas où il n'existe pas de traitement (ou du moins pas de traitement rentable). Cette réduction des dommages aux productions serait d'un grand intérêt, car les pertes sont considérables {cf. encadré ci-après} et les traitements actuellement utilisés parfois polluants. En ce sens, pour évaluer l'apport éventuel du génie génétique, il faut le comparer au cas par cas aux méthodes actuellement employées face à tel ou tel problème et aux autres solutions alternatives possibles. La réduction des pertes pourrait également être obtenue par une meilleure conservation des végétaux après la récolte : on attend là aussi de nouvelles possibilités avec la transgénèse. L'intérêt d'une réduction des pertes de production serait particulièrement sensible pour ceux des pays en développement qui disposent de peu de terres arables par habitant et par actif agricole : cela permettrait d'accroître la production sans mettre en culture de nouvelles terres, ce qui conduit souvent à la déforestation ou à l'érosion et, par là, à une dégradation des ressources naturelles (Bonny, 1997). Mais chaque situation nécessite un examen approfondi. Il existe en effet d'autres moyens que les pesticides ou les OGM pour lutter contre les divers agresseurs des cultures : création de variétés résistantes par les méthodes classiques de sélection, rotations culturales, emploi de diverses techniques spécifiques (désherbage mécanique, lutte intégrée ou biologique), etc.

² On peut désormais de moins en moins les négliger en raison, d'une part, de la puissance des techniques actuelles et, d'autre part, de l'impact pris par les activités humaines sur le milieu naturel, et aussi de la capacité d'expression d'une plus grande partie de la population. En ce sens il est illusoire, comme certains le font parfois, de regretter un passé chimérique où « on ne se posait pas tant de questions », et cela d'autant plus que le degré d'avancement actuel des sciences donne des moyens pour mieux étudier les risques potentiels et chercher à les pallier ; cela constitue d'ailleurs souvent pour les sciences et techniques une opportunité de nouvelles découvertes.

Importance des pertes de production en agriculture

L'emploi du génie génétique pourrait contribuer à réduire les pertes, mais sont-elles importantes actuellement ? Des universitaires allemands ont tenté une estimation pour 1991-93 : en l'absence de toute intervention de protection des cultures, de la moitié aux cinq-sixièmes de la production mondiale actuellement possible serait perdue pour les grandes productions (tab. I) (Oerke *et al.*, 1994 ; Oerke et Dehne, 1997). Le rendement possible est défini ici comme le rendement maximum qu'on peut obtenir dans les conditions agropédoclimatiques locales en utilisant les meilleures techniques pour éviter les stress biotiques ; il s'agit dans ce cas du rendement possible en l'absence de tout ravageur ou adventice, à niveau donné des autres techniques (irrigation, fertilisation, variétés utilisées) ; on notera que cette étude a bénéficié d'un financement de l'European Crop Protection Association.

L'efficacité des traitements effectivement pratiqués en 1991-93 varie beaucoup selon les productions et les régions : les pertes réelles sont en moyenne de 42% pour les principales céréales, mais de 51 % pour le riz ; elles s'élèvent par ailleurs à 42% pour la pomme de terre et à 37% pour le coton en moyenne mondiale, mais avec des variations notables selon les grandes régions (tab. II). Ainsi en définitive, **en 1991-93, 42% de la production agricole potentielle était perdue à cause des maladies, des ravageurs, des mauvaises herbes**. Si ces dernières constituent le risque le plus élevé en volume potentiel de perte, elles sont aussi actuellement les mieux maîtrisées ; de ce fait, les diverses sources de pertes ont un impact proche (tab. III). Mais l'utilisation de ces chiffres doit être prudente. On ne vise guère en général l'absence totale de pertes qui serait trop coûteuse, on recherche plutôt un seuil de pertes acceptable.

Tableau I. Pertes de production dues aux maladies, ravageurs et mauvaises herbes, potentielles et réelles, en 1991-93 pour quelques grandes productions agricoles dans le monde (d'après Oerke et Dehne, 1997)

	Pertes potentielles* de récolte (en % production possible)	Taux d'efficacité des traitements effectués (% des pertes potentielles évitées)			pertes réelles (en % production possible)
		moyenne monde	minimum	maximum	
Riz	82,0	38	18	72	51
Maïs	59,3	36	11	69	38
Blé	51,6	35	11	68	34
Coton	83,8	56	24	66	37

(*) i.e. en l'absence de toute intervention et traitement pour limiter les pertes.

Tableau II. Pertes réelles de production en 1991-93 pour les principales céréales (blé, riz, maïs) selon les grandes régions du monde (en % de la production potentielle) (d'après Oerke et Dehne, 1997)

Monde	42
Europe de l'Ouest	18
Amérique du Nord et Océanie	32
Reste du monde	46

Tableau III. Origine des pertes et efficacité des traitements en moyenne mondiale 1991-93 pour les principales productions végétales (d'après Oerke et Dehne, 1997)

Origine	pertes potentielles de récolte (% production possible)	taux d'efficacité" des traitements (%)	Pertes réelles (% production possible)
Maladies	17,5	23	13,5
Ravageurs	22,7	31	15,7
Mauvaises herbes	29,6	55	13,3
Ensemble	69	40	42,5

" taux d'efficacité = % de pertes empêchées grâce aux traitements effectués.

Il serait donc important de comparer les diverses méthodes sur une durée assez longue en termes, d'une part, d'investissements et de temps nécessaires en recherches pour les mettre au point et, d'autre part, de résultats obtenus dans les domaines agro-économique, environnemental et de qualité, après une utilisation assez longue. Cela permettrait des évaluations plus précises des diverses méthodes sur différents critères, par exemple pour apprécier si les plantes transgéniques résistantes aux herbicides ou à certains ravageurs nécessitent effectivement moins de pesticides, ou des pesticides moins nocifs. Ainsi, les premières années de cultures montrent que les variétés tolérantes au glyphosate (« Roundup ») reçoivent souvent moins de traitements herbicides en général, mais bien sûr davantage de glyphosate (désherbant jugé peu nocif pour l'environnement). Toutefois, l'emploi de glyphosate sur de vastes surfaces ne va-t-il pas favoriser l'apparition d'adventices résistantes à cette molécule, qui perdrait alors son intérêt - pourtant jugé notable pour certains usages ?

1.2. Une amélioration des capacités de production en conditions difficiles

Les promoteurs du génie génétique mettent aussi en avant son intérêt pour introduire dans les plantes des caractères de résistance à la sécheresse, au sel ou aux métaux lourds, qui actuellement handicapent la production agricole dans un nombre croissant de régions. Des expériences sont aussi menées pour améliorer la tolérance au gel, par exemple par transfert de gènes d'organismes vivant en eau très froide ou par modification des bactéries naturellement présentes sur les plantes qui jouent un rôle déclencheur dans la transformation de l'eau en glace. Les possibilités en ces domaines de parvenir à des résultats applicables à grande échelle dépendent de la complexité des mécanismes en jeu : si une caractéristique de résistance est gouvernée par un seul gène, ou bien repérable sur le génome grâce à des marqueurs, la création de variétés tolérantes à ce stress tout en restant suffisamment productives sera facilitée et a plus de chances d'aboutir dans un délai court.

Cette amélioration des capacités productives est perçue par certains consommateurs comme inutile, voire nuisible, en période de surproduction dans les pays développés comme la France. Mais elle peut aussi y être utilisée pour produire la même quantité de production avec moins de produits chimiques ou de ressources naturelles (terre, eau, etc.) et pour diminuer les coûts de production tout en limitant les pollutions. En ce sens, tout dépend comment on utilise les possibilités des nouvelles technologies. « La science propose, la société dispose » pourrait-on dire : *les applications potentielles d'une invention peuvent être orientées dans diverses directions*. Une question importante sera alors de savoir *comment se fait cette orientation*, qui intervient dans les mécanismes de régulation, quels intérêts sont pris en compte. Quant aux problèmes actuels de malnutrition dans le monde, ils ne proviennent pas d'une insuffisance de la production agricole globale mais, d'une part, de guerres ou de facteurs d'insécurité et, d'autre part, de la faiblesse des revenus d'une partie de la population qui ne peut acheter la nourriture disponible. Une amélioration de leur situation nutritionnelle supposerait que ceux parmi eux qui font des cultures vivrières produisent davantage et mieux et que la situation économique des autres progresse, processus complexe ne dépendant pas d'une seule innovation technique...

1.3. Une amélioration de la qualité des productions

L'apport potentiel de la transgénèse en ce domaine est souvent mis en avant, mais les différents acteurs de la filière ne donnent pas la même signification au concept de qualité, d'où parfois des incompréhensions. Le transformateur, par exemple, se soucie de la qualité technologique, de la composition en certains glucides, protéines ou lipides, de l'aptitude à telle ou telle transformation industrielle. Les pouvoirs publics s'intéressent à la qualité sanitaire, à l'origine du produit et à l'absence de substances toxiques. Le distributeur recherche une belle apparence, une bonne capacité de conservation et un écoulement rapide. Quant au consommateur, il se préoccupe plutôt de la qualité

organoleptique et sensorielle et de plus en plus des aspects santé ou du mode d'obtention des produits : certains sont sensibles au caractère dit « naturel », d'autres à une évocation d'une typicité locale (origine montagne, etc.).

Différents aspects que recouvre la notion de qualité peuvent être modifiés par les biotechnologies et la transgénèse. En voici des exemples :

- amélioration de la capacité des productions à subir certains processus de transformation après la récolte ;
- modification de la teneur en certains acides gras chez les oléagineux en fonction de leur utilisation finale requérant la présence de tel ou tel d'entre eux, ou pour fournir des aliments enrichis ou appauvris en certains constituants ;
- augmentation de la teneur en certaines vitamines ;
- diminution des quantités de nitrates présents dans les organes végétaux consommés ;
- qualité organoleptique permettant peut-être une meilleure acceptabilité de certains aliments ;
- augmentation du taux de lactoferrine dans le lait, ce qui serait bénéfique pour les très jeunes enfants.

Pour les uns, les biotechnologies permettent ainsi une amélioration de la qualité, mais surtout sous l'aspect de la composition du produit, tandis qu'au contraire les opposants au génie génétique y voient une altération, voire une disparition de celle-ci vu le mode d'obtention perçu comme une « manipulation » trop poussée ou trop artificielle du vivant...

1.4. Une possibilité accrue de diversifier la production agricole

Le génie génétique et les biotechnologies pourraient donner à l'agriculture la possibilité de produire grâce aux plantes transgéniques de nouveaux produits comme, par exemple :

- des molécules pharmaceutiques ou des vaccins ;
- des aliments ou nutraceutiques (aliments-médicaments enrichis en certains éléments) ;
- diverses substances utilisées dans la production agricole et alimentaire comme la vanille, le pyrèthre, des alcaloïdes, des édulcorants très puissants, etc. ;
- des produits agricoles à composition modifiée adaptés à certains usages chimiques ou énergétiques, par exemple du colza enrichi en certains acides gras ;
- à plus longue échéance, des animaux transgéniques comme le porc pourraient produire des organes pour des greffes à l'homme, la transgénèse ayant pour but dans ce cas d'éviter le phénomène de rejet du greffon.

Les agriculteurs français sont souvent intéressés par cette perspective de nouveaux débouchés. Mais seront-ils substantiels ? Certains comme les molécules pharmaceutiques seront sans doute limités en quantité ; d'autres, comme les nouveaux produits pour la chimie ou l'énergie, pourraient être importants en volume. Cependant, pour que la végétalochimie puisse remplacer partiellement la pétrochimie dans les prochaines années ou décennies, diverses conditions sont requises, notamment une hausse substantielle du prix du pétrole et/ou une réduction du coût des matières premières agricoles grâce à une meilleure efficacité des processus productifs. Les matières premières énergétiques ou chimiques agricoles risquant d'être payées à bas prix, il n'est pas certain que cela puisse contribuer à faire vivre un nombre très important d'exploitations. Les agriculteurs gagneraient sans doute davantage en s'orientant vers des produits ou services à haute valeur ajoutée à condition qu'une part substantielle de la valeur ajoutée puisse leur revenir, ce qui implique en général qu'ils assurent eux-mêmes la transformation et/ou la vente, ou bien qu'ils puissent exercer un contrôle sur la

filière. Or cela risque d'être assez peu le cas, du moins dans un premier temps, pour les produits issus d'OGM.

En définitive, les potentialités du génie génétique en agriculture paraissent importantes. En particulier, on peut y voir une nouvelle voie *d'évolution technique reposant davantage sur les processus du vivant et sur l'information (la connaissance)* contenue dans les semences modifiées *et moins sur les intrants chimiques*, permettant ainsi d'ouvrir une voie pour échapper aux limites de ces derniers. De ce fait c'est un moyen d'adapter la production agricole à diverses contraintes, et aussi à divers usages.

2. Les risques économiques potentiels du génie génétique en agriculture

Le génie génétique représente de gros enjeux économiques et financiers en agriculture, et cela d'autant plus qu'il se situe dans un climat de compétition économique très aiguë. Compétition entre les firmes qui ont investi dans ce secteur, compétition entre pays agro-exportateurs sur les marchés mondiaux, compétition dans chaque pays entre producteurs agricoles et, enfin, compétition sur les marchés des produits de consommation finale entre firmes agro-alimentaires d'aval ainsi qu'entre grands distributeurs pour accroître leurs parts de marché. *Ce contexte de compétition exacerbée détermine très fortement l'orientation des biotechnologies et du génie génétique et, par là, ses impacts potentiels.* Or il peut être un facteur de risque en induisant une course en avant sans réflexion suffisante, même si les firmes, particulièrement soucieuses de leur image de marque, prennent et annoncent diverses précautions pour rehausser cette dernière ou pour ne pas subir de dommage en ce domaine.

2.1. Une emprise croissante du secteur industriel sur l'agriculture

Depuis plusieurs décennies, l'agriculture achète de plus en plus d'intrants à l'industrie, y compris des semences pour une part importante mais variable selon les cultures. Quels changements apporterait l'introduction de plantes transgéniques ? Les semences d'OGM vont être sensiblement plus chères pour pouvoir rémunérer la longue phase de recherche-développement et tous les travaux et investissements effectués par les firmes avant leur commercialisation. En cas de plante rendue résistante à un insecte, à un agent de maladie ou à un virus, l'agriculteur achètera moins de produits de traitement contre cet agent (ou bien, s'il n'existait pas de traitement, il aura un rendement meilleur) ; mais sa marge sera-t-elle augmentée de beaucoup compte tenu du prix plus élevé de la semence ? L'exemple des pays où les cultures transgéniques sont déjà bien implantées comme les États-Unis montre en général une amélioration de la marge (le prix de la semence est établi de sorte que l'agriculteur soit incité à utiliser la semence transgénique) et une progression des surfaces d'une année à l'autre témoignant de l'intérêt de celles-ci pour les producteurs, en raison, par exemple, d'une plus grande facilité de lutte contre le ravageur ou l'adventice visé. Il s'agit là cependant d'une vue à court terme, au niveau de la parcelle, qui n'intègre pas d'éventuels effets macro-économiques, sociaux, environnementaux ou de long terme (*cf.* en 2.3., ci-après). La facilitation de la conduite technique de la culture paraît pouvoir varier très fortement selon les situations : type de plante, assolement, cultures et plantes présentes dans le voisinage, rotation, durée, et est à voir de ce fait au cas par cas et sur une période assez longue (Meynard, *in* INRA 1998).

Par ailleurs en utilisant une semence transgénique, *l'agriculteur sera davantage lié à Vagro-industrie.* Ainsi avec une plante rendue résistante à un herbicide, il devra nécessairement utiliser ce type de désherbant et la marque vendue par la firme qui a participé à la mise au point de la semence

transgénique résistante ; il devra alors souvent utiliser un « package technologique » et suivre rigoureusement les prescriptions (plus rigoureusement qu'avec des plantes non transgéniques) s'il veut éviter toute difficulté, tant légale que technique.

Si l'agriculteur cultive une plante transgénique à composition modifiée (par exemple, du colza enrichi en tel ou tel acide gras), cela sera sans doute sous contrat avec une firme qui lui fournira la semence, les produits de traitement, un cahier des charges à respecter pour la culture et qui, enfin, lui achètera sa production. Si diverses formes de contrat ont existé de longue date dans une grande partie du secteur agricole (contrairement à l'image d'Epinal de l'agriculteur seul maître chez lui), on peut noter qu'elles ont rarement été à l'avantage des travailleurs de la terre eux-mêmes. En sera-t-il différemment aujourd'hui, alors que les agriculteurs ont obtenu davantage de pouvoir de représentation et de défense de leurs intérêts de par leurs syndicats ? L'agriculture risque en tout cas d'être de moins en moins « paysanne » et davantage industrielle, alors que pourtant le génie génétique offre la possibilité d'une agriculture valorisant mieux les processus du vivant et reposant moins sur les produits chimiques.

Un autre facteur d'emprise du secteur industriel sur l'agriculture pourrait être *le développement des brevets*. Compte tenu des coûts de recherche-développement du génie génétique, les firmes ont réclamé que les produits obtenus puissent être protégés par brevet comme pour les autres inventions de l'industrie sans s'en tenir aux simples droits d'obtention végétale. Les entreprises les plus importantes risquent ainsi de s'approprier une part du matériel génétique, ce qui pourrait freiner la création de nouvelles variétés par d'autres firmes. Diverses associations dénoncent par ailleurs les risques de « biopiratage » des ressources génétiques des pays du Sud. En effet la biodiversité, notamment spécifique et génétique, est nettement plus grande dans les pays du Sud. A partir de plantes médicinales traditionnelles des pharmacopées locales, des firmes peuvent extraire des principes actifs intéressants qu'elles protègent par brevet, puis commercialisent sous forme de médicaments. De même des plantes locales intéressantes, comme le quinoa ou le riz basmati, ont été transformées génétiquement dans des pays développés avec protection par brevet. Cela peut empêcher d'autres travaux utilisant le même matériel génétique au départ et priver aussi de débouchés les agriculteurs du Sud qui en produisaient pour l'exportation. Divers membres de pays en voie de développement (PVD) et d'organisations non gouvernementales (ONG) dénoncent par ailleurs le fait que rien ne revient aux pays du Sud qui ont découvert les intérêts de la plante (et évité ainsi aux firmes pharmaceutiques ou agrochimiques des criblages de milliers de molécules) et qui l'ont améliorée génétiquement avec des méthodes traditionnelles durant des millénaires, dans le cas des plantes cultivées qui ont bénéficié de sélection de la part des populations locales. Certes l'article 19 de la Convention de Rio sur la diversité biologique de 1992 stipule qu'une rémunération est due aux PVD pour leur matériel génétique, mais son acceptation et son application effectives rencontrent des obstacles (Ilbert, 1997 ; Sauvain, 1997). Toutefois, certains pensent que les pays du Sud ne doivent pas trop se faire d'illusions sur la source de richesse que sont les ressources génétiques (Macilwain, 1998) : dans le domaine pharmaceutique les techniques modernes de chimie combinatoire rendent moins nécessaires la bioprospection ; il en est de même du développement des banques de gènes pour trouver des gènes intéressants à transférer à des plantes en vue de leur conférer de nouvelles caractéristiques.

2.2. Une orientation surtout vers les marchés des pays riches

Les recherches en matière de biotechnologies et de génie génétique sont effectuées principalement par de grandes firmes privées qui visent les marchés solvables. Ainsi les essais aux champs de plantes transgéniques sur la période 1986-1995 ont été réalisés pour 92% d'entre eux dans les pays développés et pour 8 % seulement dans les PVD (notamment en Argentine et Chine) (James et

Krattiger, 1996). La part des essais effectués en Afrique n'était que de 0,7% et en Asie en développement (Chine incluse) de 1,7% pour la même période. Certes des travaux sur les biotechnologies et le génie génétique sont aussi menés dans les centres internationaux de recherche agronomique, par des organismes de recherche de certains pays du Sud et, enfin, par ceux des pays développés axés vers la coopération comme, en France, l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM) ou le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) ; par ailleurs diverses initiatives visent à développer des recherches tournées vers les besoins des PVD. Mais les ressources financières affectées paraissent actuellement bien insuffisantes face aux besoins. Les recherches en matière de génie génétique sont à l'heure actuelle tournées pour une large part vers les marchés des pays riches. Compte tenu des potentialités prêtées au génie génétique, *l'un des risques majeurs serait alors qu'il ne soit pas suffisamment orienté vers la demande de ceux qui en auraient le plus besoin*, mais qu'au contraire, il contribue à accentuer le fossé entre pays développés et certains pays du Sud ayant plus difficilement les moyens de le mettre en œuvre (rappelons que les pays du Sud sont dans des situations très diverses).

D'autant plus qu'avec les OGM, les pays du Nord pourraient produire diverses substances qu'actuellement ils extraient de produits achetés dans les PVD. Ainsi la production de divers types d'acides gras dans du colza transgénique pourrait presque anéantir les exportations d'huile de palme ou de coprah de certains pays. La production par génie génétique de thaumatococine ou d'arômes de vanille naturelle risque de ruiner leur culture ou leur cueillette dans certains pays du Sud (Leisinger, 1995 ; Galhardi, 1996). L'impact des biotechnologies dépend en ce domaine de divers facteurs, en particulier des possibilités de diversification de la production dans les pays du Sud et de leur situation : sont-ils importateurs ou exportateurs nets de produits agricoles ? Leur potentiel technologique est-il bas ou élevé ? Pourront-ils exporter d'autres types de produits ?

Le génie génétique est, par ailleurs, une technologie sophistiquée que certains pays du Sud qui manquent d'infrastructures de recherche-développement pourraient avoir du mal à développer, ou alors qui risquent d'absorber une part écrasante des ressources, en laissant peu de disponibles pour d'autres activités. Aussi peut-on s'interroger sur ce que sera l'apport effectif du génie génétique pour améliorer la production agricole dans les pays où une part de la population souffre de malnutrition alors que pourtant l'un des arguments les plus fréquemment avancés pour légitimer le génie génétique est qu'il sera indispensable pour nourrir l'humanité au XXI^e siècle³.

2.3. Une suspicion accrue des consommateurs occidentaux à l'égard des aliments et des techniques de production agricole

Un mouvement de suspicion s'est développé chez certains consommateurs envers les techniques agricoles modernes jugées trop artificialisées et polluantes et envers les aliments dont on déplore parfois qu'ils soient « sans saveur, gorgés d'eau, bourrés d'hormones, d'antibiotiques et de pesticides ». En 1996, la crise de la vache folle a réactivé ces interrogations et ces doutes envers la qualité des produits et leurs méthodes d'obtention. Dans ce contexte, la perspective d'aliments issus d'OGM a peu enthousiasmé les consommateurs. Ainsi, un sondage commandité par l'Union des industries de la protection des plantes (UIPP) à la SOFRES, réalisé en février 1998 sur un échantillon de 1 003 personnes, représentatif de la population française, montre que :

³ Certes on peut envisager une division internationale du travail accrue et un fort développement des échanges : les pays du Nord produiraient massivement les technologies et les denrées agricoles pour leur consommation intérieure et l'exportation ; les pays du Sud ayant peu de terres arables mais beaucoup de main d'oeuvre se spécialiseraient dans les produits manufacturés pour eux-mêmes et pour les vendre aux autres pays. Mais ce scénario d'internationalisation quasi-totale de la production et des échanges pourrait se heurter à diverses difficultés (chômage, etc.).

- 69% sont opposés à la culture de plantes transgéniques (32% tout à fait opposés, 37% plutôt opposés),
- 26% y sont favorables (4% tout à fait favorables, 22 % plutôt favorables),
- 5% ne savent pas.

Dans la dernière enquête Eurobaromètre de la Commission européenne portant sur les opinions à l'égard des biotechnologies, seulement 30% des répondants français et 29% des européens (Union européenne à 15) étaient plutôt d'accord avec la phrase «J'achèterais des fruits génétiquement modifiés s'ils avaient un meilleur goût». Et seulement 18% des Français (28% des Européens de l'UE) approuvaient plutôt l'idée suivante: «Nous devrions accepter certains risques des biotechnologies si cela augmente la compétitivité économique en Europe » (Eurobaromètre 1997, enquête effectuée fin 1996). Si certaines applications médicales du génie génétique, en particulier les tests de détection des maladies et la production de médicaments ou de vaccins, sont jugées utiles et moralement acceptables, les applications dans la production alimentaire sont moins bien accueillies (tab. IV, ci-dessous). L'emploi du génie génétique dans cette dernière risque donc d'accroître la suspicion d'une partie des consommateurs. *A contrario* cela entraîne un regain d'intérêt pour d'autres formes de production agricole, comme l'agriculture biologique. L'un des effets indirects du développement des OGM en agriculture pourrait ainsi être de contribuer au développement du créneau biologique, du moins à court terme ; mais ce dernier restera probablement assez limité, car une proportion sensible des consommateurs recherche des aliments bon marché et vite prêts (sauf fréquemment dans le cas des repas festifs).

Mais le génie génétique ne risque-t-il pas de ternir encore un peu plus l'image des techniques de production employées dans le reste de l'agriculture ? Il est en effet souvent perçu par certains consommateurs comme une artificialisation trop poussée de la production agricole. Ainsi dans le dernier sondage Eurobaromètre de 1996, plus de la moitié (54%) des répondants français se déclarent plutôt d'accord avec la phrase «On devrait utiliser exclusivement des méthodes traditionnelles de croisement» (16% choisissant de ne pas se prononcer). Cette proportion en faveur des méthodes traditionnelles s'élève à 70% en Autriche, à 69% en Grèce ; elle est par contre relativement plus

Tableau IV. Degré de soutien des personnes interrogées à divers types d'applications des biotechnologies
 (% des répondants en France d'accord avec l'assertion « utile », « comporte des risques », etc.) (Eurobaromètre 1997).

Applications (classées par degré de soutien décroissant)	utile pour la société		comporte des risques		moralement acceptable		doit être encouragée	
	Accord	NSP	Accord	NSP	Accord	NSP	Accord	NSP
Opinions (% des répondants)								
• tests génétiques de détection des maladies chez l'homme	88	4	38	6	80	6	83	16
• production de médicaments ou de vaccins par génie génétique	84	5	53	14	74	8	76	8
• plantes transgéniques résistantes aux insectes	71	5	52	13	65	8	57	10
• utilisation d'animaux transgéniques pour la recherche médicale	68	6	56	11	47	7	52	11
• production de xénogreffes pour les transplantations	59	9	63	12	39	10	44	12
• utilisation de biotechnologie pour la production alimentaire	48	8	66	8	51	9	39	10

Les colonnes "accord" indiquent le pourcentage de répondants se déclarant d'accord avec l'opinion mentionnée *supra*.

Les colonnes "NSP" indiquent le pourcentage de répondants déclarant ne pas pouvoir se prononcer.



faible aux Pays-Bas (41%), en Belgique et en Espagne (46%) (Eurobaromètre 1997). Toutefois les personnes interrogées jugent par ailleurs certains développements du génie génétique comme manifestement positifs à côté d'autres qualifiés de négatifs ou ambivalents ; de plus, la probabilité de réalisation des applications « positives » est estimée supérieure à celle des applications plutôt mal jugées. L'opinion pourrait donc être finalement nuancée selon les développements et conséquences qu'aura effectivement le génie génétique.

2.4. Des techniques puissantes, mais de ce fait même un risque de réductionnisme

L'apport de la biologie moléculaire à la connaissance du fonctionnement du vivant est considérable. De ce fait, ce type d'approche pourrait devenir largement dominant dans la recherche agronomique, d'autant plus que beaucoup d'attentes sont placées en elle. Elle risque alors d'absorber la majeure partie des ressources et des investissements, ce qui détournerait d'autres types d'approches pourtant nécessaires aussi : d'une part, la recherche d'autres voies d'amélioration de la production (par exemple, les méthodes de production intégrée où, pour maîtriser les ravageurs sans nuire à l'environnement, on intègre l'ensemble des éléments en jeu : sélection variétale, rotations, mode de conduite des cultures, lutte biologique ou intégrée, etc.) et, d'autre part, la connaissance des organismes entiers, du fonctionnement des écosystèmes et la prise en compte de la globalité. Une démarche scientifique basée essentiellement sur la biologie moléculaire pourrait conduire à des innovations peu adaptées aux milieux socio-économiques où elles doivent s'insérer, en particulier si une technologie présentée comme miraculeuse amène à négliger d'autres facteurs essentiels de la production agricole et alimentaire, notamment dans les pays en développement (Bonny, 1998).

Last but not least, la puissance du génie génétique risque aussi de conduire à l'employer à diverses fins. En premier lieu dans la guerre économique en tant que facteur de compétitivité. En second lieu,

il pourrait exister aussi un risque qu'il soit utilisé parfois dans d'autres formes de guerre, comme la guerre bactériologique où certains groupes, voire États, pourraient s'en servir comme outil de création de formes virulentes de bactéries, par exemple (*Biofutur*, 1998) ; ce danger ne doit pas non plus être ignoré (les accords internationaux en la matière suffiront-ils à le prévenir ?).

Quelques remarques pour conclure

Le génie génétique fait l'objet d'une vive controverse : alors que certains acteurs, le plus souvent impliqués dans son développement, mettent en avant les nombreux bénéfices à en attendre, une partie des consommateurs paraît fort réservée à son égard et divers mouvements d'opinion s'y opposent fortement. Il semblerait souhaitable de pouvoir dépasser l'anathème réciproque et de mieux comprendre les enjeux et les tenants et aboutissants des différents points de vue⁴. C'est pourquoi nous avons esquissé ici un bilan bénéfices/risques de l'emploi du génie génétique en agriculture, en axant surtout sur les aspects économiques. Outre cette évaluation de l'impact de sa diffusion en agriculture, il serait également utile d'analyser les inconvénients ou avantages éventuels qu'entraînerait son refus comme on l'a ébauché par ailleurs (Bonny, 1996 ; 1997). En effet, on pourrait certainement tirer des enseignements d'un scénario en ce domaine : quelles seraient les conséquences d'un éventuel refus de commercialiser des OGM dans l'agriculture de l'Union Européenne alors qu'ils le sont dans d'autres pays ?

L'établissement d'un bilan économique bénéfices/risques du développement du génie génétique en agriculture reste cependant pour l'instant fort difficile, car on ne dispose pas encore de résultats définitifs, issus d'évaluations précises, après les toutes premières campagnes de culture aux Etats-Unis ou au Canada. Les conjectures que l'on peut faire aujourd'hui montrent en tout cas que *les conséquences de l'emploi du génie génétique peuvent être notables pour l'économie agricole et alimentaire, mais elles sont souvent ambivalentes. Autrement dit, tout dépend comment seront utilisées et régulées les applications du génie génétique en agriculture* et, plus généralement, quel sera le mode de fonctionnement et de régulation de l'économie agricole et alimentaire.

Cette ambivalence des biotechnologies (qui existe aussi pour les autres techniques) a déjà été soulignée par ailleurs (Bonny, 1996 ; 1997) : « Les biotechnologies peuvent se traduire par des effets fort divers, par exemple :

- accroître la production et, par là, les surplus (et les guerres commerciales) dans les pays riches, ou diminuer les intrants employés à niveau de production égal et améliorer la productivité de l'agriculture des pays en développement ;
- réduire les quantités de pesticides utilisées, mais majorer le coût des semences et rendre leur achat nécessaire à chaque campagne en raison du développement des hybrides ; [...]
- contribuer à une agriculture plus propre (utilisant moins de pesticides notamment), mais avec des transferts de gènes d'un organisme à un autre pouvant paraître "contre nature", et peut-être dangereux à long terme ; [...]
- améliorer les capacités de production dans les PVD leur permettant une meilleure satisfaction de leurs besoins alimentaires, ou accroître le fossé entre le Nord et le Sud en raison de la sophistication

⁴ Par exemple, face à la suspicion et au doute exprimés par les consommateurs de certains pays développés, il paraît souhaitable de dépasser la stigmatisation (« ce sont des réactions d'enfants gâtés dont l'assiette est bien remplie »), ou l'attitude purement doctrinaire (« il faut éduquer les consommateurs »), ou encore le point de vue sentencieux (« on prend plus de risque en conduisant ou en fumant ») que l'on rencontre souvent chez les promoteurs du génie génétique. De même, il paraîtrait souhaitable que les opposants au génie génétique aillent au delà d'une vision manichéenne où tout ce qui est « naturel » est jugé bon tandis que tout ce qui est créé ou transformé par l'homme est perçu comme néfaste et dangereux.

de certaines techniques les rendant parfois inaccessibles et de la perte par des pays agro-exportateurs de certains marchés si le Nord produit par voie biotechnologique certaines substances qu'ils exportent actuellement ; [...]

- naturaliser les techniques, ou bien au contraire artificialiser davantage le vivant. »

Or les biotechnologies se développent dans un climat de compétition exacerbée, ce qui fait courir un risque de fuite en avant. En ce sens, le mouvement de suspicion de groupes écologistes ou consommateurs pourrait s'avérer utile en conduisant à prendre des mesures de prudence, à condition toutefois qu'on évite une crispation dans une « guerre de tranchées ». Cependant, la suspicion des consommateurs s'exerce surtout dans le domaine des risques éventuels pour la santé (toxicité, allergénicité), alors qu'on ne doit pas négliger non plus les risques socio-économiques. En particulier, les activités de recherche-développement en matière d'OGM sont effectuées principalement par le secteur privé et visent les marchés solvables. De ce fait, *ceux qui auraient le plus besoin des apports potentiels du génie génétique et des biotechnologies en bénéficieront-ils réellement ou suffisamment ?* Pourtant, les véritables enjeu et intérêt du génie génétique en agriculture ne seraient-il pas non seulement qu'il ne comporte pas de risques environnementaux ou de santé publique particuliers, mais surtout qu'il soit mieux orienté vers la satisfaction des besoins des plus pauvres et des mal nourris et utilisé réellement en ce sens, en particulier pour améliorer la production agricole et la couverture des besoins alimentaires là où elles sont déficitaires ? •

Références bibliographiques

- BIOFUTUR, 1998. Dossier : *L'avenir radieux des armes biologiques*. Biofutur, H&, 13-26.
- BONNY S., 1996. Les biotechnologies en agriculture : perspectives et enjeux. *Futuribles*, 211, 51-76.
- BONNY S., 1997. Les nouvelles technologies sont-elles une menace pour l'environnement ou le moyen de nourrir l'humanité au XXI^e siècle ? *Ingénieries Eau - Agriculture - Territoires*, Numéro spécial « Prospective pour l'environnement », 51-70.
- BONNY S., 1998. *Les biotechnologies, source de sécurité alimentaire pour demain ?* Communication aux Sixièmes Journées scientifiques du réseau biotechnologies de l'AUPELF-UREF (Agence francophone pour l'enseignement supérieur et la recherche, Université de réseaux d'expression française) : « Biotechnologies, amélioration des plantes et sécurité alimentaire ». Centre universitaire d'Orsay, 30 juin-3 juillet 1997. A paraître dans les Actes du Colloque en 1998.
- CALLON M. (dir.), 1989. *La science et ses réseaux*. Paris, La Découverte, Conseil de l'Europe, UNESCO, 214 pp.
- CGP (COMMISSARIAT GÉNÉRAL DU PLAN), 1993. *Recherche et innovation : le temps des réseaux*. Paris, La Documentation française, Préparation du XF Plan, groupe « Recherche, technologie et compétitivité », 160 pp.
- DERIAN J.C., STAROPOLI A., 1975. *La technologie incontrôlée ? Une présentation du "Technology Assessment"*. Paris, PUF, 204 pp.
- EUROBAROMÈTRE 1997 - *Les Européens et la biotechnologie moderne*. Eurobaromètre 46.1. Luxembourg, Office des publications officielles des Communautés européennes. Commission Européenne, DG XII, 89 pp. + ann.
- GALHARDI R. 1996. Trade implications of biotechnology in developing countries : a quantitative assessment. *Technology in Society*, 18(1), 17-40.
- INRA, 1998. *Les organismes génétiquement modifiés à l'INRA. Environnement, agriculture et alimentation*. INRA, Paris, 150 pp.
- JAMES C, KRATTIGER A.F., 1996. Global review of the field testing and commercialization of transgenic plants, 1986 to 1995 : the first decade of crop biotechnology. *ISAAA Briefs n°1*, ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications), Ithaca, New York, 31 pp.
- LEISINGER K.M., 1995. *Sociopolitical effects of new biotechnologies in developing countries*. Washington, International Food Policy Research Institute (IFPRI). Food, Agriculture and the Environment Discussion Paper, 14 pp.
- MACILWAIN G., 1998. When rhetoric hits reality in debate on bioprospecting. *Nature*, 392(9), 535-540.
- OCDE (ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES), 1978. *Evaluation sociale de la technologie. Examen d'un choix d'études*. Paris, OCDE, 321 pp.
- OERKE E.C., DEHNE H.W., SCHONBECK F, WEBER A., 1994. *Crop production and crop protection - Estimated losses in major food and cash crops*. Elsevier Science, Amsterdam, 789 pp.
- OERKE E.C., DEHNE H.W., 1997. Global crop production and the efficacy of crop protection - current situation and future trends. *European Journal of Plant Pathology*, 103,203-215.
- PARIENTY A., COMBEMALE P., 1977. Technologie et chômage, un couple à histoires. *La Recherche*, 301, 56-62.
- RYDELLR., 1993. *World affairs : the century-of-progress expositions*. University of Chicago Press, 270 pp.
- SAUVAINM., 1997. L'accès à la biodiversité. *Biofutur*, 168,21-24.
- SALOMON J.J., 1982. *Prométhée empêtré : la résistance au changement technique*. Paris, Pergamon, 1982, 174 pp. Réédition Paris, Anthropos, 1984.