

Plantes biotechnologiques : réalités, espoirs et obstacles

PAR MARCEL KUNTZ ET AGNÈS RICROCH ¹

Au sommaire :

De nombreux défis agricoles

Utiliser la transgénèse ou pas

Les apports de la transgénèse à la production agricole

Les apports de la transgénèse à la qualité nutritionnelle des aliments

La transgénèse au service de l'industrie

La biosynthèse de produits médicamenteux grâce à la transgénèse

Les freins politiques à l'utilisation de la transgénèse

Réglementation européenne : le revirement

Les postures successives des pouvoirs publics français

Quand une querelle de riches oblige les pauvres à choisir leur camp

Sortir de la crise... ou y entrer ?

La nature des oppositions

Conclusions

1. Marcel Kuntz est biologiste, directeur de recherche au CNRS (Centre national de la recherche scientifique), Laboratoire de physiologie cellulaire végétale, et enseignant à l'université Joseph Fourier (Grenoble), auteur notamment de *Les OGM, l'environnement et la santé* (Paris : Ellipses, 2006) ; Agnès Ricroch est enseignant-chercheur à AgroParisTech et au CNRS, université Paris-Sud, Laboratoire d'évolution et systématique ; elle a codirigé, avec Yvette Dattée et Marc Felloux, l'ouvrage *Biotechnologies végétales. Environnement, alimentation, santé* (Paris : Vuibert, 2011).

De nombreux défis agricoles

De nombreux défis agricoles sont à relever d'ici le milieu du siècle. Bien imprudents seraient les gouvernements qui n'en prendraient pas la pleine mesure. L'équation est claire : produire plus et mieux pour nourrir neuf milliards d'habitants en 2050, tout en respectant l'environnement et en consacrant une partie des terres aux agrocarburants et à la fabrication de nouveaux bioproduits (en remplacement des produits pétrochimiques), le tout dans un contexte de raréfaction des terres arables. Il faudra ainsi agir sur divers fronts (réduire les pollutions et la surexploitation des nappes phréatiques, distribuer l'eau, éviter le gaspillage des aliments, améliorer les infrastructures de transport, etc.). En ce qui concerne la production agricole proprement dite, son augmentation implique trois facteurs, tous nécessaires : mieux valoriser les pratiques culturales, gérer de manière optimale les produits phytosanitaires et améliorer génétiquement les variétés végétales.

Quelle part prendront les biotechnologies vertes (agricoles) dans cette immense entreprise ? Cet article examine les potentialités de la transgénèse végétale comme outil d'amélioration génétique (production agricole, qualité nutritionnelle des aliments, industrie y compris pharmaceutique), mais aussi les obstacles politiques à l'utilisation de telles variétés, y compris dans les pays en développement. Il sera notamment examiné les changements dans la législation européenne, les phases successives des politiques menées en France et les affrontements idéologiques sous-jacents à la querelle des organismes génétiquement modifiés (les OGM).

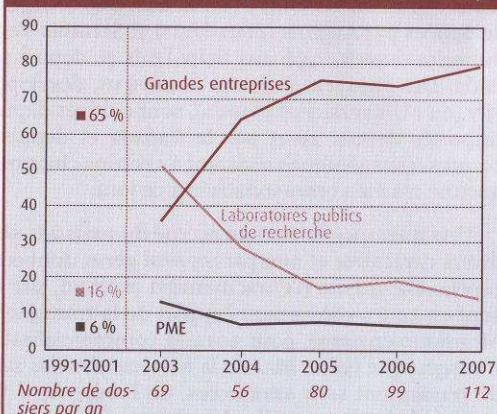
Utiliser la transgénèse ou pas ?

D'après la FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture), il sera nécessaire de multiplier par 1,7 la production agricole au niveau mondial pour nourrir la planète à l'horizon 2050. Toute nouvelle variété absorbant mieux l'azote, tolérant des *stress* environnementaux et résistant à certaines maladies ou ravageurs est potentiellement un outil pour les objectifs fixés, à savoir pallier l'insécurité alimentaire, assurer des revenus corrects aux agriculteurs, leur proposer les solutions les mieux adaptées à l'agroécosystème considéré. La transgénèse végétale peut aider à relever ces défis ; dans certains cas, elle est même le seul outil pour obtenir un caractère génétique donné.

Mais la transgénèse n'est pas une panacée : le fonds génétique est primordial, il doit être adapté aux conditions de l'agroécosystème et aux pratiques culturales, il fournit les qualités « culturelles » organoleptiques ou gustatives. Les programmes de sélection mettant en œuvre la transgénèse sont coûteux et exigent au moins une dizaine d'années de recherche, leur choix doit être raisonné vis-à-vis d'autres méthodes de sélection variétale, y compris d'autres approches biotechnologiques. Avant commercialisation, les risques pour la santé humaine et animale et pour l'environnement sont évalués *ex ante* (dossier constitué par les sélectionneurs et examiné par les agences d'évaluation

des risques européenne et nationales). Un suivi environnemental *ex post* incombe également aux semenciers. La réglementation qui pèse ainsi sur l'utilisation de la transgénèse est excessivement coûteuse, et même discriminatoire par rapport aux autres approches². Elle favorise les grandes entreprises au détriment de laboratoires publics ou de PME — voir une illustration de ce phénomène dans le graphique 1 ci-contre. Ajoutons que les essais, quand ils sont détruits, constituent une perte financière lourde pour ces derniers.

Graphique 1 — Organisations réalisant des essais en champ en Europe par type (en % du total des organisations concernées)



Les apports de la transgénèse à la production agricole

Pour accroître l'efficacité d'utilisation de l'azote par les plantes, les méthodes conventionnelles de sélection sont possibles mais lentes³. Les premières variétés transgéniques de maïs, de blé et de colza seront commercialisées prochainement par les sociétés semencières américaines Monsanto et Pioneer Hi-Bred, suisse Syngenta et française Limagrain. Cette dernière prévoit de commercialiser en 2016, en Amérique du Nord, le premier blé transgénique conférant une meilleure efficacité d'utilisation de l'azote.

Augmenter les rendements, c'est aussi diminuer les pertes dues aux maladies et aux ravageurs (notamment les virus et les champignons). Environ 14 % de pertes de récolte au niveau mondial sont dus aux maladies. L'avènement des biotechnologies, notamment de la génétique moléculaire et la transgénèse, couplées à une meilleure connaissance des interactions entre

les plantes et les ravageurs, a ouvert de nouvelles voies pour le développement de variétés transgéniques⁴. Une stratégie de lutte contre les virus par la création de variétés transgéniques est employée depuis une quinzaine d'années aux États-Unis et en Chine. Des courges résistant à trois virus, développées par Asgrow (États-Unis) et Seminis Vegetable Inc. (Canada), sont cultivées depuis 1996 aux États-Unis et, depuis 1998, importées par le Canada. Des papayers résistant à un virus, développés par la Cornell University (ou l'University of Florida), sont cultivés depuis 1996 aux États-Unis, et importés depuis 2003 par le Canada et depuis 2010 par le Japon. Des plantes transgéniques résistant à certains champignons sont à l'étude, mais aucune n'a été commercialisée à ce jour.

Une tolérance fortement accrue du maïs à la sécheresse sera obtenue par divers caractères et non par un seul gène, dont certains identifiés chez cette espèce elle-même (l'enracinement profond, par exemple). Des recherches sont en cours concernant l'apport de la transgénèse. La société américaine Monsanto envisage, pour 2012, la commercialisation d'une première variété transgénique (gène issu de la bactérie *Bacillus subtilis*). Des augmentations de rendement sont annoncées, de l'ordre de 6 % à 10 % par rapport aux variétés hybrides actuelles les plus performantes⁵, mais pas dans toutes les situations. La même société et la société allemande BASF ont travaillé ensemble à l'identification d'autres transgènes, et Monsanto assurera leur commercialisation. La société américaine Pioneer Hi-Bred développe aussi un maïs tolérant la sécheresse avec plusieurs transgènes, en vue d'une commercialisation en 2015 aux États-Unis. Syngenta et Limagrain sont également des acteurs importants dans ce domaine.

Le partenariat public-privé, en 2008, du projet WEMA (*Water Efficient Maize for Africa*)⁶ vise à développer un maïs — la culture vivrière la plus importante en Afrique où 300 millions de personnes en dépendent — résistant mieux aux périodes de sécheresse. Il est géré par la Fondation africaine pour les technologies agricoles (AATF) et financé par les fondations Bill & Melinda Gates et Howard G. Buffett, ainsi que par le CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center), Monsanto, et les systèmes de recherche agricole des pays d'Afrique de l'Est et du Sud. Monsanto fournit des outils de sélection avancés ainsi que des transgènes de tolérance à la sécheresse, en collaboration avec BASF. Ces variétés seront distribuées par l'AATF aux entreprises semencières africaines qui les mettront à la disposition des paysans pauvres, sans demande de paiement de redevances sur les brevets⁷.

2. L'évaluation réglementaire de la biosécurité d'un caractère transgénique est estimée entre 80 et 100 millions de dollars US, ce qui est hors de portée des laboratoires publics ou des PME (petites et moyennes entreprises), qui se désengagent, comme le montre le graphique 1.

3. HIREL Bertrand et GALLAIS André, « Des plantes transgéniques pour une meilleure utilisation de l'azote », in Agnès RICOCH, Yvette DATTÉE et Marc FELLOUS (sous la dir. de), *Biotechnologies végétales*, op. cit., p. 160-169.

4. FUCHS Marc, « Les PGM [plantes génétiquement modifiées] résistantes aux maladies virales et cryptogamiques », in Agnès RICOCH, Yvette DATTÉE et Marc FELLOUS (sous la dir. de), op. cit., p. 152-159.

5. GAUFICHON Laure, PRIOUL Jean-Louis et BACHELIER Bernard, *Quelles sont les perspectives d'amélioration génétique de plantes cultivées tolérantes à la sécheresse ?*, Paris : FARM (Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde), 2010.

6. Voir le site Internet du projet, http://www.aatf-africa.org/projects/aatf_projects/wema. Consulté le 31 janvier 2012.

7. LE BUANEK Bernard et RICOCH Agnès, « Comment protéger les innovations végétales », in Agnès RICOCH, Yvette DATTÉE et Marc FELLOUS (sous la dir. de), op. cit., p. 42-58.

Le projet STRASA (*Stress-Tolerant Rice for Africa and South Asia*)⁸, cofinancé par la fondation Bill & Melinda Gates, vise à développer en Afrique et en Asie du Sud des variétés transgéniques de riz tolérant plusieurs *stress* environnementaux dont la sécheresse et la salinité des sols. Ainsi, cinq millions d'agriculteurs pourraient potentiellement les cultiver (0,4 million en Afrique subsaharienne et 4,6 millions en Asie du Sud).

Le projet VIRCA (*Virus Resistant Cassava for Africa*)⁹, en collaboration avec le Danforth Center aux États-Unis, le National Crop Resources Research Institute en Ouganda et le Kenya Agricultural Research Institute, est une initiative humanitaire pour fournir des variétés de manioc préférées des agriculteurs dans les pays en développement, modifiées pour résister aux maladies virales responsables de fortes réductions des rendements. Il est cofinancé par les fondations Bill & Melinda Gates et Howard G. Buffett, et le fonds Monsanto. Plus de 200 millions d'Africains au sud du Sahara tirent 25 % de leur apport calorique quotidien du manioc.

Les apports de la transgénèse à la qualité nutritionnelle des aliments

Les applications de la transgénèse sont possibles tant pour l'augmentation des rendements que pour l'amélioration des qualités nutritionnelles des plantes.

Le « riz doré » (*golden rice*) est emblématique d'une amélioration nutritionnelle apportée par la transgénèse¹⁰. Il s'agit d'un enrichissement de la graine en un précurseur de la vitamine A (le bêta-carotène), éventuellement couplé à un enrichissement en fer. Ce riz transgénique a été développé initialement par le professeur Ingo Potrykus de l'université de Zurich et des collaborateurs à Fribourg (Allemagne) ; il possède une coloration jaune résultant de la présence de bêta-carotène dans la graine, ou orangée pour les lignées aux teneurs les plus élevées. Grâce à des tests réalisés chez l'homme, on sait aujourd'hui que ce riz produit suffisamment de bêta-carotène pour contribuer (avec des quantités d'environ 50 grammes par jour de riz cru) à la lutte contre l'avitaminose A dans de nombreux pays où le riz est l'aliment de base (cette céréale est l'aliment de base de plus de deux milliards d'êtres humains, fournissant 20 % des besoins énergétiques de l'alimentation mondiale). La carence en vitamine A peut entraîner la cécité et, indirectement, augmenter la prévalence de certaines maladies et la mortalité, notamment chez les enfants¹¹.

Toutes les questions liées à la propriété intellectuelle sont réglées depuis des années : les variétés locales de riz doré seront, sans *royalties*, à la disposition des agriculteurs ayant un chiffre d'affaires annuel inférieur à 10 000 dollars US, soit la totalité des agriculteurs de subsistance des pays pauvres¹². Deux facteurs retardant aujourd'hui la mise en culture de ces variétés « bio-fortifiées » de riz : des campagnes menées pour dissuader certains pays de se lancer dans cette voie, et l'évaluation de leur sécurité suivant les critères réglementaires drastiques (ceux des pays riches les plus craintifs quant aux organismes génétiquement modifiés).

Autre exemple en matière de nutrition, on est récemment parvenu à obtenir une variété de maïs à teneur en bêta-carotène multipliée par 169, à teneur en vitamine C multipliée par six, et en vitamine B9 par deux¹³.

La transgénèse au service de l'industrie

Les applications concernent ici les agrocarburants, l'industrie chimique ou alimentaire. Ces trois domaines peuvent bénéficier de modifications des teneurs en acides gras des huiles. Ainsi, Monsanto développe des variétés de soja à haute teneur en acide oléique et à basse teneur en acide linoléique et acides gras saturés, ainsi que des variétés de soja à haute teneur en oméga-3. La société Pioneer Hi-Bred développe des variétés de soja à haute teneur en acide oléique et acide stéarique, et à basse teneur en acide linoléique. Des variétés de colza sont enrichies en acides gras polyinsaturés par Bayer CropScience.

Pour les agrocarburants, des variétés de maïs sont modifiées pour une haute teneur en amylase par Syngenta et pour une meilleure production d'éthanol (via l'amidon et des sucres simples) par Pioneer Hi-Bred. La société BASF et le centre de recherche brésilien CTC (Centro de Tecnologia Canavieira) vont cultiver en 2020 une canne à sucre avec un rendement de 100 tonnes à l'hectare, au lieu de 80 tonnes à l'hectare, pour produire du bioéthanol, et avec une meilleure tolérance à la sécheresse.

Notons ici les difficultés rencontrées par la société BASF en Europe qui n'a pu commercialiser qu'en 2010, après 15 ans de procédure, sa pomme de terre Amflora à usages industriels (papeterie, textile, chimie...) ¹⁴. Celle-ci a une teneur en amidon modifiée (99 % d'amylopectine au lieu de 85 %), ce qui diminue les coûts d'extraction et améliore la compétitivité industrielle

8. Voir le site Internet du projet, <http://irri.org/partnerships/networks/strasas>. Consulté le 31 janvier 2012.

9. Voir le site Internet du projet, http://www.danforthcenter.org/science/programs/international_programs/virca/. Consulté le 31 janvier 2012.

10. Voir le site Internet <http://www.goldenrice.org>. Consulté le 31 janvier 2012.

11. Chaque année, dans le Sud-Est asiatique, 250 000 enfants deviennent aveugles par manque de vitamine A, selon la FAO (cf. « Forêt et régimes alimentaires », in *Sécurité alimentaire des ménages et foresterie : analyse des aspects socio-économiques*, Rome : FAO, 1995).

12. LE BUANEC Bernard et RICOCH Agnès, *op. cit.*

13. NAQVI Shaista et alii, « Synergistic Metabolism in Hybrid Corn Indicates Bottlenecks in the Carotenoid Pathway and Leads to the Accumulation of Extraordinary Levels of the Nutritionally Important Carotenoid Zeaxanthin », *Plant Biotechnology Journal*, vol. 9, 3, avril 2011, p. 384-393.

14. Et qui, finalement, a décidé, en janvier 2012, de renoncer à la culture de cette pomme de terre et de tout autre produit transgénique tant qu'aucun accord n'aura été obtenu des États européens sur les règles relatives à leur culture. Voir notamment « BASF se retire des cultures OGM en Europe », *La Tribune*, 16 janvier 2012 (NDLR).

de l'amidon issu de cette plante. BASF envisage maintenant de développer une nouvelle génération de telles pommes de terre.

La biosynthèse de produits médicamenteux grâce à la transgénèse

Il est prévu, par des accords internationaux, de remplacer progressivement toutes les protéines thérapeutiques « naturelles » par des protéines biosynthétiques pour réduire les risques sanitaires et les problèmes éthiques que pose la collecte de sang notamment ¹⁵. À côté d'autres modes de production biotechnologique (bactéries, par exemple), la préparation de produits synthétisés par une plante ou des cellules végétales, à usage thérapeutique, est techniquement possible, mais aucune protéine biosynthétique à usage thérapeutique provenant d'une plante n'est à ce jour commercialisée.

Les plantes présentent plusieurs avantages. Elles ne possèdent pas d'organismes pathogènes pour l'homme (prions, rétrovirus...). Leur obtention est aisée et assez rapide. Elles sont cultivées sous serre toute l'année ou en plein champ (à noter que la culture en milieu confiné renchérit les coûts de production). La quantité produite en champ est aisément adaptable aux besoins. Les protéines sont produites dans les feuilles ou les graines (qui peuvent être conservées longtemps). Les potentialités offertes par les plantes ou les cellules végétales pour fabriquer des médicaments en quantité suffisante et à moindre coût sont nombreuses, et les procédés techniques très divers. Ils doivent s'évaluer techniquement et économiquement au cas par cas. Citons quelques exemples.

La glucocérébrosidase humaine produite en culture de cellules de carottes a reçu une autorisation temporaire d'utilisation en France pour le traitement de la maladie de Gaucher (une maladie génétique de surcharge lysosomale) ¹⁶. De la lipase gastrique (dont le gène est issu du génome du chien) destinée aux patients souffrant de mucoviscidose a été produite expérimentalement en France dans des maïs. Mais suite à la destruction de ces plantes transgéniques par des activistes anti-OGM, ce projet français pionnier de production de protéines thérapeutiques dans des plantes a dû être abandonné et l'entreprise Meristem Therapeutics a déposé le bilan.

Pour prévenir la diffusion incontrôlée des transgènes dans le cadre de la sécurité biologique, diverses solutions existent : utilisation de plantes non consommées comme le tabac ¹⁷, conditions d'isolement (par exemple, des

zones géographiques spécifiques), castration mécanique (très aisée pour le maïs), etc.

Le processus de validation des protéines a été lent jusqu'à maintenant, ce qui constitue une menace pour la survie des quelques entreprises engagées dans cette aventure industrielle. Certaines protéines biosynthétiques comme le facteur VII (provenant de cellules animales en culture) sont disponibles sur le marché au prix d'un million de dollars US le gramme ; plus d'une centaine de protéines ont été produites à des fins expérimentales et une partie d'entre elles, en particulier des vaccins, des anticorps et des enzymes, sont en cours d'étude chez l'homme ¹⁸. Ainsi des plants de tabac produisent des anti-rétroviraux du VIH (virus de l'immunodéficience humaine) — programme européen Pharma-Planta ¹⁹ —, ce qui devrait réduire le coût de ces médicaments. La production de protéines biosynthétiques à usage thérapeutique se développera dans les prochaines années, mais sans détrôner la part prépondérante qu'occupent aujourd'hui les bactéries dans les bioproductions.

Les freins politiques à l'utilisation de la transgénèse

Le poids de la réglementation a été évoqué ci-dessus. L'activisme de certains groupes écologistes et antimondialistes est bien sûr un facteur clef. Il influe aussi sur l'attitude des politiques. Ce que nous illustrons par l'exemple des fauchages de parcelles expérimentales.

Initiés en France à partir de 1997, ces destructions ont progressivement découragé puis rendu virtuellement impossible tout essai en champ, alors que la France se plaçait en deuxième position en Europe, juste derrière l'Espagne (respectivement 73 et 162 réalisations d'essais en champ de cultures transgéniques entre 2001 et 2007 ; à titre de comparaison 6 730 essais étaient conduits aux États-Unis sur cette même période). Ces actes de vandalisme ne se limitent pas aux essais des multinationales (en Europe, environ 80 actes contre des expérimentations de la recherche publique ont été recensés ²⁰) ni aux essais présentant un risque de dissémination (des essais en milieu confiné, des maïs castrés ou ensachés, donc incapables de disséminer du pollen, ont également été détruits).

Les candidats potentiels aux essais en champ ont été rebutés par les lenteurs délibérées du changement de réglementation (non examiné par le Parlement français avant les élections de 2007, puis voté après l'élection du

15. HOUEBINE Louis-Marie et Aoust Marc-André (d'), « La production de protéines biosynthétiques à usage thérapeutique », in Agnès Ricroch, Yvette Dattée et Marc Fellous (sous la dir. de), *op. cit.*, p. 223-231.

16. *Ibidem*.

17. Ricroch Agnès, « Les bienfaits du tabac », in « Le tabac », *La Lettre du Collège de France*, hors série n° 3, 2010, p. 15-17.

18. HOUEBINE Louis-Marie et Aoust Marc-André (d'), *op. cit.*

19. Voir le site Internet du programme, http://ec.europa.eu/research/health/infectious-diseases/poverty-diseases/projects/93_en.htm. Consulté le 1^{er} février 2012.

20. Voir Kuntz Marcel, « Vandalismes de laboratoires publics », *OGM, environnement, santé et politique*, 24 juin 2010. URL : <http://www.marcel-kuntz-ogm.fr/article-vandalisme-labo-public-52897421.html>. Consulté le 1^{er} février 2012.

président Sarkozy, mais suivi tardivement par les décrets d'application) et par une procédure d'autorisation restée opaque.

Aujourd'hui, la France n'accueille plus d'essais sur son territoire. Seuls furent poursuivis les essais en cours, antérieurement autorisés par les autorités compétentes, dont l'essai d'une vigne au porte-greffe transgénique à Colmar (INRA, Institut national de la recherche agronomique). Malgré un long processus de dialogue avec les parties prenantes²¹, ce dernier essai (sans but commercial, cette technologie contre le virus du court-noué, qui s'attaque à la vigne, étant obsolète) a également été détruit à deux reprises (2009 et 2010) représentant 1,5 million d'euros de dégâts (fonds publics).

Ce blocage français, mais aussi plus largement européen, pour être compris, doit être replacé dans son contexte historique.

Réglementation européenne : le revirement

Rappelons que la première bactérie génétiquement modifiée (recombinante) a été obtenue en 1973 et les premières publications décrivant l'obtention de plantes transgéniques expérimentales parurent en 1983. Leur commercialisation a débuté dans les années 1995-1996.

Dès 1978, la Commission européenne proposa la réglementation de l'usage de techniques dites de l'ADN (acide désoxyribonucléique) recombinant²², qui aboutit à de simples recommandations aux États membres, afin qu'ils publient des lois et autres contraintes administratives imposant la déclaration des recherches dans ce domaine (il n'est pas encore question d'imposer des autorisations préalables). En 1984, est créé un Comité de pilotage de la biotechnologie sous l'égide de la direction générale Science, recherche et développement (DG XII). En 1985, le Biotechnology Regulation Inter-service Committee voit le jour, sous la tutelle de la DG III (marché interne) et de la DG XI (environnement).

La période 1986-1990, qui suit la montée de l'écologie politique au Parlement européen et de son influence dans de nombreux pays européens, aboutit à deux directives adoptées en 1990 (directive 90/219/CEE sur l'usage confiné de micro-organismes génétiquement modifiés ; directive 90/220/CEE sur l'utilisation non confinée d'organismes génétiquement modifiés) malgré les appels de scientifiques (dont 16 prix Nobel européens en 1989 et 1990) qui dénonçaient une réglementation ciblant la méthode d'obtention du produit (transgénèse) et non le produit lui-même (ses propriétés).

21. GUILLOU Marion, « OGM : faucher ou comprendre », site Internet de l'INRA, 17 janvier 2011. URL : http://www.inra.fr/la_sciences_et_vous/vignes_ogm_de_colmar/ogm_faucher_ou_comprendre. Consulté le 1^{er} février 2012. (Voir aussi l'article d'Anne Moneyron, Olivier Le-maire et Jean Masson, en page III de ce numéro [NDLR].)

22. MORRIS Shane H. et SPILLANE Charles, « EU GM Crop Regulation: A Road to Resolution or a Regulatory Roundabout? » *European Journal of Risk Regulation*, vol. 4, 2010, p. 359-369.

La directive 90/220/CE ne résista pas aux demandes de certains États membres invoquant leur « clause de sauvegarde » pour interdire la commercialisation d'OGM sur leur territoire, et finalement au moratoire de fait (sans base légale) en 1999, imposé par 12 États membres (sur les 15 de l'époque) refusant toute nouvelle autorisation tant que la législation ne serait pas revue. Les États membres étaient en fait profondément divisés, entre les probiotechnologies vertes, ou ceux (dont la France) qui — sous la pression de leur opinion inquiète à la suite de la crise de la « vache folle » — exigeaient une réglementation imposant la traçabilité et l'étiquetage, et enfin ceux, clairement anti-OGM, qui demandaient l'impossible, à savoir la démonstration d'un risque zéro pour la santé et l'environnement.

Ces divisions politiques firent que pour sortir du moratoire, la directive suivante (2001/18/CE et ses règlements annexes 1829/2003, 1830/2003 et 1946/2003) nécessita 10 mises en demeure d'États membres réticents à la transposer, et ne put jamais convaincre les États membres d'adopter une position commune sur les autorisations ni même d'obtenir une majorité qualifiée (la Commission prenant, par défaut, le parti de suivre les avis scientifiques positifs). Cette nouvelle législation européenne proposait d'« assurer la libre circulation des produits génétiquement modifiés sûrs et sains ». Il s'agissait, en ne contrevenant pas aux accords internationaux de libre-échange, de dépasser la méfiance des consommateurs par le libre choix (étiquetage et traçabilité), l'information et la consultation des parties prenantes. Ce dernier point s'inscrit clairement dans une doctrine participative. Pour la Commission européenne, la réglementation doit d'une part reposer sur une « base strictement scientifique », et d'autre part « rétablir la confiance dans la procédure d'autorisation ».

Onze ans après, l'échec est total. Outre les divisions évoquées ci-dessus, les autres causes en sont la faiblesse de la communication européenne, la force de *lobbying* des anti-OGM et notamment leur domination d'Internet et des réseaux sociaux, sans commune mesure avec la présence de l'Union européenne sur ces nouveaux médias. S'y ajoute aussi l'attitude de certains États ou certaines collectivités locales décrétant des interdictions hors du cadre légal européen, annihilant ainsi tous les efforts de la Commission européenne.

Le dernier avatar de la réglementation européenne suit une suggestion des Pays-Bas en 2009 de laisser chaque État libre d'autoriser ou non la culture d'OGM, précisée par une proposition de neuf États demandant cette possibilité sur la base de considérations socio-économiques. En juillet 2010, suivant cette ligne, les propositions du commissaire John Dalli²³ ouvrent la voie de l'effondrement de la réglementation commune sur la culture des OGM pour l'ensemble du marché européen. Si un avis de l'autorité scientifique

23. Voir DAVISON John, « Les propositions du commissaire John Dalli sur la non-coexistence des plantes OGM », *OGM, environnement, santé et politique*, 14 septembre 2010. URL : <http://ddata.over-blog.com/xxxyyy/139/38/37/Dalli-Proposal-Davison-review-fr.pdf>. Consulté le 1^{er} février 2012.

(l'EFSA, Autorité européenne de sécurité des aliments) reste nécessaire pour l'autorisation, il sera à l'avenir, dans les faits, vidé de tout sens par les critères non scientifiques que les États membres pourront invoquer pour justifier leurs interdictions. Il faut noter que le choix inverse (autorisation unilatérale de la culture d'un OGM par un État, par exemple après avis favorable de l'EFSA, mais sans majorité qualifiée lors du vote des États membres) ne sera pas possible dans ce nouveau cadre réglementaire.

Les postures successives des pouvoirs publics français

Trois phases successives peuvent être distinguées en France. Jusqu'au milieu des années 1990, une phase d'enthousiasme : des recherches à vocations biotechnologiques étaient largement financées, bien moins celles qui proposaient l'évaluation des risques. Dès le début de la médiatisation de la querelle sur les OGM, débute une deuxième phase, « précautionniste ». Les financements biotechnologiques se tarissent au profit de l'évaluation des risques. Une interdiction transitoire, une réautorisation, le moratoire de fait se succèdent. Le sociologue Didier Torny (INRA) a expliqué comment les gouvernements, en décidant de prendre des mesures (d'interdiction par exemple), « structurent » ce qui est dangereux aux yeux du public²⁴. Les gouvernements auront ainsi, par des reculs successifs, clairement structuré les « risques » liés aux OGM.

La troisième phase, en cours, est caractérisée par l'exploitation politicienne de la querelle, notamment en France via le « Grenelle de l'environnement²⁵ » qui aboutit à l'interdiction préprogrammée de la culture du maïs MON 810 (résistant à un insecte ravageur, la pyrale). Pour les observateurs les mieux informés, cette interdiction faisait partie d'une tractation qui s'est tenue avant le début du Grenelle²⁶. Cette phase « cynique » a aussi vu la création d'une nouvelle commission, le Haut Conseil des biotechnologies (HCB) où cohabitent un Conseil scientifique et un Comité économique, éthique et social (CEES). Ce dernier est en fait une arène où s'affrontent différents lobbies et n'a jamais pu dégager de consensus. Révélateur de son désintérêt pour les biotechnologies végétales, le gouvernement Fillon choisit de donner la majorité aux opposants au sein du CEES. Celui-ci préfigure l'arbitraire des dé-

24. Torny Didier, « Alertes, anticipations et annonces de catastrophes dans le domaine agro-alimentaire : comment gérons-nous collectivement les incertitudes ? », intervention dans le cadre du séminaire organisé par la direction générale de l'Enseignement et de la Recherche du ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 14 octobre 2008. URL : http://www.agrobiosciences.org/article.php?id_article=2632. Consulté le 1^{er} février 2012.

25. Processus participatif lancé en 2007 en France, visant à prendre des décisions de long terme en matière d'environnement et de développement durable, ayant notamment débouché sur deux séries de lois (Grenelle I en juin 2009, et Grenelle II en juillet 2010) (NDLR).

26. Les écologistes politiques ont en effet obtenu cette interdiction et d'autres avantages contre leur cautionnement du Grenelle et l'engagement de ne pas y évoquer la question du nucléaire civil. Voir THIRÉARD Yves, « Les OGM, une affaire très politique », *Le Figaro*, 12 février 2009.

cisions nationales, voire locales, lorsqu'elles ne sont pas basées sur les faits scientifiques mais sur le rapport de forces des différents lobbies en présence, en cas d'adoption des propositions Dalli évoquées ci-dessus.

En offrant ainsi, en 2008, une victoire politique aux anti-OGM (en passe de perdre leur combat, car les superficies commerciales de maïs MON 810 avaient progressé en France depuis trois ans, passant de 500 hectares en 2005 à 21 200 hectares en 2007), le gouvernement français a scellé pour longtemps l'absence technologique et économique de la France dans le domaine des biotechnologies vertes. Il est exclu qu'un attelage électoral Parti socialiste / Europe écologie-Les Verts remette en selle les biotechnologies agricoles dans les mois à venir.

Le gouvernement français a scellé pour longtemps l'absence technologique et économique de la France dans les biotechnologies agricoles

Le 8 septembre 2011, la France a été condamnée par la Cour européenne de justice pour ne pas avoir donné d'arguments scientifiques probants de la « [mise] en péril de façon manifeste [de] la santé humaine, la santé animale ou l'environnement » pour activer la clause de sauvegarde, et a déclaré nul le moratoire décidé par la France sur la culture du maïs MON 810. Le 28 novembre 2011, le Conseil d'État français a également annulé cette interdiction.

Il faut rappeler que nombre de pays aujourd'hui cultivateurs majeurs de plantes transgéniques (comme le Brésil²⁷) sont passés par une phase où les pouvoirs publics ont refusé ces cultures. Ce sont en fait des agriculteurs eux-mêmes qui les ont imposées. Il s'agit là du seul futur possible pour les OGM en Europe. Ce qui suppose la disponibilité de variétés apportant un avantage majeur à un pourcentage important d'agriculteurs, ce qui n'était pas le cas des variétés du maïs MON 810 résistant au ravageur (la pyrale du maïs), et une capacité et une volonté de ces agriculteurs à montrer au public l'intérêt général (environnemental ET économique) de les cultiver.

Quand une querelle de riches oblige les pauvres à choisir leur camp

Certains gouvernements africains, alors que des risques de famine et de malnutrition de leurs populations sont notoires, ont choisi la logique du moratoire des pays riches comme l'Europe, voire refusé d'importer des OGM. Le cas du riz doré a été évoqué plus haut. Alors que les biotechnologies pourraient bénéficier aux variétés locales existantes, afin de les rendre résistantes aux ravageurs ou tolérantes à des stress comme le manque d'eau, et que des collaborations avec des sociétés semencières sont possibles (projets WEMA, STRASA et VIRCA déjà mentionnés) avec l'aide de fondations phi-

27. Ainsi au Brésil, selon le cabinet d'études Céleres, 83 % de la surface cultivée avec du soja, 65 % de celle consacrée au maïs et 40 % de celle du cotonnier utilisent des semences transgéniques.

lanthropiques, certains pays rejettent cet outil pour préserver leurs exportations et garder des relations commerciales avec des pays européens ²⁸ (selon le concept de *trading up* ²⁹).

D'autres ont fait le choix contraire, comme le Burkina Faso où la production de cotonniers résistants à certains insectes (65 % des surfaces de cotonniers) se développe de façon exponentielle ; la résistance à certains insectes permet de diminuer fortement l'usage de produits phytosanitaires dans cette ancienne colonie française. L'Égypte et surtout l'Afrique du Sud cultivent du maïs et du cotonnier transgéniques.

Ces agricultures sont pauvres, aussi les recherches s'orientent-elles vers les techniques permettant une meilleure expression des potentialités des écosystèmes cultivés, dite voie de l'agroécologie ou de l'« agriculture écologiquement intensive ». D'un point de vue technique, ces approches sont compatibles avec l'utilisation des biotechnologies ³⁰. Un consensus s'établit chez les pays pauvres, qui suivent ainsi les pays riches, celui de la nécessité d'un cadre réglementaire spécifique de biosécurité avant l'adoption des cultures transgéniques.

Sortir de la crise... ou y entrer ?

Différentes approches ont déjà été proposées pour sortir de la crise des OGM en France. Par souci de concision, nous distinguerons simplement deux grands modes de pensée. Le premier, répandu dans les milieux des sciences dures, considère que les méfiances vis-à-vis de technologies comme la transgénèse s'expliquent par un manque de connaissance du public et qu'il faudrait donc éduquer. Une variante qualifie le public d'irrationnel ou d'obscurantiste, particulièrement en Europe.

Les sociologues ont apporté des éléments contredisant ces thèses en attirant l'attention sur le fait que l'explication ne garantit pas l'adhésion : on peut en effet noter que des personnes possédant une solide éducation scientifique peuvent être opposées aux OGM. Cette foi des chercheurs dans l'adhésion du public pourvu qu'on lui explique fut qualifiée d'une manière critique par certains courants sociologiques de « *deficit model* ». Il reste difficile de l'évaluer dans un sens absolument positif ou négatif. Reste que dans les deux cas, une éducation (qu'elle entraîne l'adhésion ou la répulsion) est toujours un bien en soi. Or, le public « ne sait toujours pas quoi penser », il « entend tout et son contraire », alors que les données scientifiques crédibles se sont

largement accumulées ³¹ grâce à l'implication des laboratoires publics internationaux, réfutant tout alarmisme sur les biotechnologies. Le déficit de connaissances existe donc bien. Il n'explique pas l'origine de la technophobie et ne permet pas la sortie de crise, mais le partage des connaissances reste une exigence démocratique à laquelle n'ont pas répondu les politiques (y compris ceux à la tête des organismes de recherche).

Un autre modèle, souvent proposé par les mêmes écoles sociologiques, celui de l'« engagement du public en amont », explique le rejet par le sentiment qu'aurait le public que la technologie lui est imposée, qu'il n'a pas eu l'opportunité d'y être associé. Il propose des démarches participatives, des conférences citoyennes, des débats et même des « coconstructions » des projets de recherche. Sous différentes formes, cette vision postmoderne (où le savoir se construit entre parties prenantes sur un mode horizontal), imprègne les décideurs du niveau européen (avec le peu de succès évoqué ci-dessus) jusqu'au niveau local. Elle touche également les organismes publics de recherche français (voir *supra* l'échec du projet coconstruit sur la vigne de l'INRA ³²). Actuellement, il existe des tentatives d'extension de ce modèle aux nanotechnologies et à la biologie synthétique.

Introduisons ici les réflexions originales de Serge Galam ³³. Ce physicien du CNRS et de l'École polytechnique explique que « le débat public [...] cache une machine infernale de production d'extrémisme au service des *a priori*, des menteurs, des préjugés ». Il prend comme exemples les débats sur la laïcité et sur le nucléaire. Il eût également été pertinent de citer le débat sur les OGM comme exemple de radicalisation des opinions malgré (ou peut-être à cause de ?) la persistance de l'idée que les controverses sociotechniques se règlent par un débat public.

La nature des oppositions

Il n'entre pas dans les objectifs de cet article de développer une analyse complète des motivations complexes des opposants aux OGM. Un des facteurs déclencheurs, la question de la propriété des semences, est une querelle déjà ancienne (initiée au moment de la mise sur le marché des semences hybrides dans les années 1950). Dans cette vision de l'agriculture, le fait d'acheter (des semences, des intrants, etc.) est considéré comme une dépendance. Cependant, en France comme en Europe, une variété végétale n'est pas brevetable ; elle est protégée par un certificat d'obtention végétale qui permet

28. PAARLBERG Robert, *Starved for Science: How Biotechnology Is Being Kept Out of Africa*, Cambridge, Massachusetts / Londres : Harvard University Press, 2008.

29. VOGEL David, *Trading Up: Consumer and Environmental Regulation in a Global Economy*, Cambridge, Massachusetts : Harvard University Press, 1995.

30. GRIFFON Michel, « Quel peut être l'apport des biotechnologies végétales à l'agriculture durable des pays en développement ? », in AGNÈS RICOCH, YVETTE DATTÉE et MARC FELLOUS (sous la dir. de), *op. cit.*, p. 234-241.

31. Jean-Baptiste Bergé et Agnès Ricoch ont construit une base de données riche de 32 000 références sur les publications scientifiques concernant les plantes transgéniques, intitulée « BergéRicochGMLibrary ».

32. La notion d'échec est à relativiser suivant que les objectifs étaient de prévenir la controverse ou d'asseoir le magistère du paradigme issu des « *science studies* » au sein des organismes publics de recherche.

33. Voir GALAM Serge, « Le débat est une machine à produire de l'extrémisme », *Le Monde*, 13 avril 2011.

aux sélectionneurs de l'utiliser à des fins de recherche et aux agriculteurs de la ressemer. Un gène n'est pas brevetable en soi, seule une invention basée sur un gène l'est ³⁴.

Cette querelle s'est construite autour de publics réceptifs (exprimant des valeurs, des sentiments identitaires, des méfiances eu égard aux « scandales » passés, etc.) et des publics se sont construits en fonction des problématiques inscrites à l'agenda. Il convient de pointer ici celui de l'alimentation. Selon le sociologue Jocelyn Raude (INRA / École des hautes études en santé publique), le système alimentaire contemporain est générateur d'angoisses ³⁵. À chaque crise, un retour vers des produits perçus comme traditionnels est constaté, une tendance sociale amplifiée par le mythe de la Nature, supposée fondamentalement saine et sûre.

Le déficit de confiance dans l'action publique (qui s'est manifestement repercuté plus fortement sur les risques théoriques des OGM que sur d'autres, avérés) a mis les scientifiques en difficulté : face au relativisme ³⁶, au « précautionnisme ³⁷ », aux affrontements autour de l'expertise ³⁸ et face aux ambitions de contrôle de l'activité scientifique par des groupes radicaux ³⁹. Plus insidieusement, les visées de contrôle idéologique du travail scientifique, sous couvert de « science citoyenne » ou d'« engagement du public », ont largement pignon sur rue et sont valorisées aux yeux des décideurs (en comparaison des violences des opposants les plus radicaux). La querelle sur les OGM montre que la participation du public se limite à celle d'un public « concerné », c'est-à-dire à des groupes renseignés, inspirés — donc dominés — par les militants les plus déterminés. Il convient de remarquer ici le préoccupant désengagement de la sphère politique.

**

La culture des plantes transgéniques s'est entourée d'un tel excès de précaution en Europe que cette dernière a indiscutablement perdu la première manche des enjeux technologiques et économiques liés aux biotechnologies

vertes. Au contraire, certains pays cultivateurs (donc bénéficiaires) auraient dû prendre davantage de précautions (notamment pour favoriser la durabilité de certaines technologies). Il apparaîtra néanmoins de plus en plus clairement, sauf improbable redressement rapide, que l'Europe, en jetant l'opprobre sur une biotechnologie (notamment en assimilant son usage à une agriculture productiviste), aura un lourd coût à assumer à long terme, celui de la domination des pays industrialisés non européens et des pays émergents (Brésil, Argentine, Chine, Inde) sur ce marché et en amont, au niveau de la recherche-développement.

Une *doxa* tournée vers les risques et non vers les bénéfices, ni même vers la balance bénéfices / risques, aura eu un ensemble d'effets liberticides en Europe : arrêt des recherches, annihilation des concepts de libre choix des agriculteurs et de coexistence ⁴⁰, tromperie des consommateurs qui paieront plus cher des produits « sans OGM », sans aucun bénéfice démontré.

La querelle sur les OGM révèle également des paradoxes qui ne manqueront pas d'étonner les historiens futurs. Tout d'abord, plus les données scientifiques se sont accumulées (comme jamais sur aucune technologie), innocentant les biotechnologies, plus l'Europe a accru les exigences réglementaires sur cette technologie. Ainsi, deux revues récentes de la littérature scientifique — l'une sur les nouvelles techniques de détection (profilage à grande échelle) de produits des gènes, de protéines, de métabolites chez des plantes transgéniques, et l'autre sur les nourissages à long terme d'animaux par des plantes transgéniques — ne fournissent aucune indication d'effet toxique des plantes transgéniques ⁴¹.

Alors que des produits issus d'OGM continuent d'être importés (indispensables pour nourrir le bétail européen), les mêmes variétés ne peuvent être cultivées par les agriculteurs européens. Le suicide européen des biotechnologies vertes s'avère être un marqueur de problèmes politiques plus vastes : déliquescence de l'intégration européenne, perte de confiance en l'avenir des peuples européens, influence croissante d'idéologies antisciences. Enfin, une autre leçon pour l'Europe est que trop de précautions ne rassurent pas le public, bien au contraire.

34. LE BUANEC Bernard et RICOCH Agnès, *op. cit.*

35. RAUDE Jocelyn, « Risques et peurs alimentaires : les leçons des crises alimentaires contemporaines », intervention dans le cadre du séminaire organisé par la direction générale de l'Enseignement et de la Recherche du ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 14 octobre 2008. URL : http://www.agrobiosciences.org/article.php?id_article=2630. Consulté le 1^{er} février 2012.

36. AXELRAD Brigitte et AXELRAD Constant, « L'esprit postmoderne et le relativisme : la science raconte-t-elle des histoires ? », *Science... et pseudo-sciences*, 17 janvier 2011. URL : <http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?article1524>. Consulté le 1^{er} février 2012.

37. BRONNER Gérard, « Principe de précaution ou décisions raisonnées ? », conférence à l'Association française pour l'information scientifique (AFIS), 28 mai 2011.

38. KUNTZ Marcel, « Sciences et fausses sciences », *OGM, environnement, santé et politique*, 9 janvier 2011. URL : <http://www.marcel-kuntz-ogm.fr/article-fausses-sciences-64606347.html>. Consulté le 1^{er} février 2012.

39. Cf. l'« inspection citoyenne » menée à Angers en mai 2011 : des activistes anti-OGM ont pénétré dans un laboratoire public de l'INRA pour demander des comptes sur les expériences menées par les chercheurs sur des poiriers résistants au feu bactérien.

40. La France a adopté en juin 2008 une loi sur les OGM (loi n° 2008-595 du 25 juin 2008) et, en application de cette loi, l'utilisation des OGM doit être compatible avec les règles de coexistence, condition nécessaire pour permettre aux agriculteurs de choisir librement entre des productions conventionnelle, biologique et des OGM, tout en respectant les normes européennes de pureté et d'étiquetage. Cette loi a donc affirmé la liberté de produire sans OGM et celle de consommer sans OGM. Cette dernière notion peut conduire à des seuils inférieurs au seuil d'étiquetage de 0,9 % (voire de 0,1 % selon le décret n° 2012-128 paru le 30 janvier 2012), donc conduire à revisiter les scénarios de coexistence précédents rendant quasi impossible la culture des OGM.

41. RICOCH Agnès, BERGÉ Jean-Baptiste et KUNTZ Marcel, « Evaluation of Genetically Engineered Crops Using Transcriptomic, Proteomic and Metabolomic Profiling Techniques », *Plant Physiology*, vol. 155, 4, avril 2011, p. 1 752-1 761 ; SNELL Chelsea *et alii*, « Assessment of the Health Impact of GM Plant Diets in Long Term and Multigenerational Animal Feeding Trials: A Literature Review », *Food and Chemical Toxicology*, vol. 50, 3-4, 2012, p. 1 134-1 148.