

# Les cultures d'OGM végétaux et leurs bilans environnementaux

Georges Pelletier

Institut Jean-Pierre Bourgin, INRA, 78026 Versailles Cedex, France

Auteur correspondant : [Georges.Pelletier@versailles.inra.fr](mailto:Georges.Pelletier@versailles.inra.fr)

Reçu le 20 juin 2009

**Résumé** – Des variétés de plantes transgéniques sont cultivées depuis 1996 sur des surfaces de plus en plus importantes chaque année. Ces cultures couvraient 114 millions d'hectares dans le monde en 2007, ce qui indique leur succès auprès des agriculteurs des pays développés comme en développement, malgré les campagnes de propagande des mouvements environnementaux et les avocats de la décroissance. Les premières variétés transgéniques (soja, maïs, coton et colza) offrent des bénéfices en termes de santé, d'économie et d'environnement. L'Europe et tout particulièrement la France, qui rejettent cette technologie, condamnent leur recherche et pénalisent leur agriculture.

**Mots clés** : Plantes transgéniques / génétique / biotechnologie / agriculture

**Abstract** – Cultivation and environmental impacts of GMO (Genetically Modified Organisms) crops.

Transgenic plant varieties are grown since 1996 on surfaces increasing each year. They covered 114 million hectares worldwide in 2007, which shows their success among the farmers in developed as well as developing countries, despite the propaganda campaigns of the environmental movements and advocates of decline. The first transgenic crops (soybean, corn, cotton and rapeseed) offer benefits in term of health, economy and environment. Europe and especially France, which reject this technology, sentence their research to death and penalize their agriculture.

**Key words**: Transgenic plant / genetics / biotechnology / agriculture

La création par l'homme de nouveaux caractères chez les plantes cultivées a commencé par l'utilisation des premiers traitements mutagènes par irradiation au milieu du XX<sup>e</sup> siècle, poursuivis plus tard par la mutagenèse chimique et par la sélection de variants *in vitro*. Ces procédés sont totalement aléatoires, ils livrent rarement des caractères intéressants mais, en cas de succès, ceux-ci sont très largement utilisés dans des milliers de variétés végétales cultivées. Ces variants induits s'ajoutent aux nouveaux variants qui apparaissent spontanément et de temps en temps dans le matériel des sélectionneurs ou des agriculteurs (Dickson *et al.*, 1988).

Le génie génétique qui offre la double possibilité de réaliser « à façon » des constructions originales de

gènes et de transférer ces constructions dans le génome végétal est, du point de vue opérationnel, un prolongement et un élargissement de ces méthodes.

## Les cultures transgéniques dans le monde

Les premières variétés transgéniques ont été créées avec des « constructions » imaginées il y a environ 25 ans. Leur culture n'a pas cessé de s'étendre depuis l'année 1996 qui a vu leur introduction sur des surfaces conséquentes d'un point de vue agronomique et commercial, c'est-à-dire dépassant le million d'hectares.

En 2007, dernière année pour laquelle les statistiques sont connues (James, 2008), 114,3 millions

d'hectares de plantes transgéniques ont été cultivés dans le monde, soit 12 % de plus que l'année précédente. Ces cultures ont été réalisées dans 23 pays, dont les États-Unis, l'Argentine, le Brésil, le Canada, l'Inde, la Chine, le Paraguay, l'Afrique du Sud pour ne citer que ceux qui ont cultivé plus d'un million d'hectares. Le nombre total d'agriculteurs cultivant des variétés OGM était de 12,3 millions dont 90 % étaient de très petits paysans producteurs de coton, en particulier en Chine et en Inde.

Si l'on compare à la situation de 2001 où 52,6 millions d'hectares avaient été cultivés par 5,5 millions d'agriculteurs, les nouveaux pays qui sont entrés sur la scène depuis sont le Brésil, le Chili, la Colombie, le Honduras, le Paraguay, les Philippines, le Portugal, la Pologne et la République tchèque, pour la culture de variétés portant des événements de transformation similaires.

Quatre espèces principales se partagent ces 114 millions d'hectares : le soja pour un caractère de résistance au glyphosate sur 58,6 millions d'hectares, soit 64 % de la surface mondiale totale ; le maïs pour un caractère de résistance au glyphosate et des caractères de résistance à des insectes foreurs des tiges (pyrale, sésamie) ou attaquant le système racinaire (chrysomèle) sur 35,2 millions d'hectares, soit 24 % de la surface mondiale totale ; le cotonnier pour des caractères de résistance à des insectes dévorant les feuilles ou les fruits sur 15 millions d'hectares, soit 43 % de la surface mondiale totale ; et le colza pour des caractères de résistance au glyphosate ou au glufosinate sur 5,5 millions d'hectares soit 20 % de la surface mondiale totale. Ainsi 38 % des surfaces occupées dans le monde par ces espèces étaient des OGM, et si l'on considère que la surface des terres arables avoisine 1,4 milliard d'hectares, ce sont 8 % de celles-ci qui étaient occupées par des cultures transgéniques.

À ces espèces majeures il faut ajouter des espèces localement importantes mais qui couvrent des surfaces réduites. Il s'agit de la papaye résistante au virus du *Ring-Spot* aux îles Hawaï et en Chine, des peupliers résistants à des insectes et des peupliers à lignine modifiée pour la fabrication moins polluante de pâte à papier en Chine, de la luzerne résistante au glyphosate et de la courge résistante à un virus aux États-Unis.

La croissance des surfaces est particulièrement spectaculaire en Amérique du Sud et en Asie, ce qui démontre l'intérêt que portent les agriculteurs à ces variétés. Ainsi le Brésil, qui ne cultivait pas officiellement de plantes transgéniques avant 2003, a cultivé 14,5 millions d'hectares de soja et 0,5 million d'hectares de cotonnier en 2007. Les potentialités pour d'autres espèces sont importantes : 13 millions d'hectare de maïs, 6 millions d'hectares de canne à sucre, 4 millions d'hectares de riz.

De son côté l'Inde, longtemps soumise à la pression de Greenpeace qui prétendait que le coton transgénique était de nature à promouvoir la dispersion des maladies sexuellement transmissibles par les protections périodiques et les sous-vêtements (le lecteur jugera), a commencé à cultiver sur 50 000 hectares des cotonniers résistants à des insectes en 2002. En 2005 c'étaient 1,3 millions d'hectares, en 2006, 3,8 millions et en 2007, 6,5 millions d'hectares qui étaient cultivés alors que la superficie totale de cette culture dans ce pays est de 9 millions d'hectares. L'Inde est ainsi devenue, grâce à cette progression fulgurante, le premier producteur mondial de coton alors que ses performances étaient précédemment parmi les plus médiocres. Ces 6,5 millions d'hectares sont cultivés par 3,8 millions de petits agriculteurs dont la propagande mensongère des mouvements environnementalistes au niveau mondial, à laquelle n'échappe pas le citoyen français, veut nous faire croire qu'ils sont d'années en années poussés au suicide du fait des mauvais résultats de ces cultures.

### Les bilans environnementaux de ces cultures

De 1996 à 2006 (Brookes & Barfoot, 2008) les agriculteurs ont économisé 128 000 tonnes de matières actives insecticides grâce aux variétés de cotonnier résistantes aux insectes, soit une diminution globale pour cette culture de 30 % sur les surfaces concernées. Pour ce qui concerne le maïs, c'est 55 000 tonnes de matières actives herbicides ou insecticides qui ont été économisées, et pour le colza 8 000 tonnes. La quantité de matières actives herbicides utilisée sur le soja a diminué de 62 400 tonnes et sur le cotonnier de 32 000 tonnes.

Au total c'est donc 285 000 tonnes de matières actives économisées.

Un deuxième effet global sur l'environnement concerne les gains en terme de gaz carbonique et donc d'effet de serre. Ces cultures transgéniques contribuent à améliorer ce bilan d'abord par la réduction de l'usage des machines agricoles consommatrices de carburants, car les traitements sont moins fréquents. Si l'on ne considère que le cas des applications d'insecticides, elles émettent près de 3 kg par hectare à chaque passage : 1,2 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> ont ainsi été économisées pour la seule année 2006 par exemple.

L'usage des herbicides a conduit les agriculteurs à étendre les techniques de culture sans labours ou avec labours réduits : l'herbicide remplace la charrue. Ceci a des effets positifs très importants sur la qualité des sols et, pour la séquestration du carbone, par son activité biologique qui n'est plus perturbée par le labour. Un autre facteur agronomique favorable est la

réduction de l'érosion de ces sols. Cette pratique s'est largement étendue aux cultures de soja et de colza résistantes à des herbicides. La réduction d'émission de CO<sub>2</sub> ainsi obtenue pour l'année 2006 est estimée à 13,5 millions de tonnes.

Une très abondante littérature rapporte les études faites sur les effets environnementaux ponctuels vis-à-vis de la biosphère en contact avec des plantes génétiquement modifiées<sup>1</sup> (Vain, 2007). Il en ressort que les effets ne sont pas différents ni supérieurs à ceux qui résultent de la culture de variétés conventionnelles : par exemple la flore bactérienne du sol est beaucoup plus affectée par une rotation de culture que par un changement de variétés.

## La recherche, les innovations et le futur

Depuis 1987, plus de 13 000 essais de plantes transgéniques ont été autorisés sur le territoire des États-Unis (*Information Systems for Biotechnology*, <http://www.isb.vt.edu>). Depuis 1998, leur nombre annuel varie entre 800 et 1200 et 15 % sont présentés par des universités. En comparaison, en France, qui fut le premier pays en 1986 à réaliser de tels essais, il ne subsiste plus d'essais originaux sollicités par des laboratoires français, même publics. En effet ils ont été régulièrement détruits chaque année par les « fau-cheurs volontaires » (Hirel *et al.*, 2007).

Ces essais résultent de recherches qui s'appuient sur l'analyse fonctionnelle des gènes. Elle s'adresse essentiellement à certains processus de développement (croissance, floraison, tolérance aux contraintes environnementales, rendement) ou de tolérance aux agressions d'origine biologique (pathogènes, parasites animaux ou végétaux) qui sont d'une complexité telle qu'ils ne sont nullement l'expression d'un gène unique. Cependant pour la tolérance au sel, au froid ou au déficit hydrique, pour des économies d'engrais ou pour certaines composantes du rendement, des résultats prometteurs ont déjà été obtenus et des variétés intégrant ces modifications sont annoncées pour les prochaines années (Good *et al.*, 2007 ; Hu *et al.*, 2006 ; Karaba *et al.* 2007 ; Karim *et al.*, 2007 ; Nelson *et al.*, 2007 ; Park *et al.*, 2005 ; Rivero *et al.*, 2007 ; Yu *et al.*, 2008).

L'Europe ne participe pratiquement plus à ces applications, et les variétés transgéniques autorisées à la culture, ou dont le produit de la récolte est importé, contiennent des constructions qui proviennent de firmes étrangères. À la décroissance forte des essais et des permissions de production en Europe, s'oppose une augmentation régulière dans de nombreux

pays comme l'Inde, la Chine, l'Indonésie, la Thaïlande, les Philippines, la Malaisie, le Viet-Nam, Cuba, la Bulgarie, la Lituanie, la Russie, l'Ukraine, l'Afrique du Sud, le Kenya, le Zimbabwe.

Des rapports récents de la Commission Européenne font état des risques importants pour notre filière animale qui repose sur l'importation de soja et de maïs. Une interdiction d'importation sous prétexte de produits OGM non autorisés conduirait à une augmentation considérable (600 %) du prix des aliments du bétail et à une grave crise de la filière. Le consommateur devra se tourner vers des produits d'importation.

L'essentiel du progrès de la production agricole issu du génie génétique se réalise ailleurs. Les prises de positions de la France la conduisent à rejeter ces innovations pour ses agriculteurs et à tarir ses capacités d'innovation par la recherche. Le procès en sorcellerie intenté depuis quinze ans devrait conduire à l'interdiction de fait des PGM par des contraintes injustifiées et parfaitement dissuasives. La mainmise par un nombre très limité de grands groupes multinationaux sur la production agricole et ses acteurs est désormais inexorable.

## Conclusion

Notre conception du vivant a été profondément transformée au cours du XX<sup>e</sup> siècle avec les découvertes successives du support matériel de l'hérédité, des mécanismes de fonctionnement des gènes et de leur parenté surprenante entre les différentes espèces. On peut isoler ces gènes, les modifier et les transférer, à la même espèce ou à une autre, pour en améliorer les performances ou les qualités. C'est dans le domaine de l'agriculture et celui de la médecine qu'on en conçoit immédiatement l'intérêt.

Dans le même temps, notre perception profonde de l'alimentation n'a guère évolué et demeure ancrée dans un héritage culturel où se mélangent mythes, superstitions ou convictions religieuses. En dépit d'une grande curiosité vis-à-vis des nouveautés végétales venues des Amériques, nos ancêtres éprouvaient pour certaines des sentiments de crainte ou de rejet : la tomate était tolérée comme plante ornementale, la pomme de terre propageait la lèpre !

Ce hiatus entre connaissance objective et croyances est encore plus d'actualité et entraîne une méfiance de principe envers les produits issus des biotechnologies, alors qu'ils sont beaucoup plus contrôlés que les produits conventionnels. Les opposants en profitent.

L'Europe va-t-elle longtemps rester spectatrice de développements qui se font ailleurs et dont profitent en particulier les pays émergents comme

<sup>1</sup> [http://www.akademienunion.de/publikationen/literatursammlung\\_gentechnik/english.html](http://www.akademienunion.de/publikationen/literatursammlung_gentechnik/english.html)

l'Argentine, le Brésil, la Chine? Comment pourra-t-elle re-développer une expertise qui lui permettrait d'occuper un rang honorable dans cette compétition scientifique et technologique? Comment répondra-t-elle à la demande des pays en développement (Delmer, 2005)? On ne peut pas indéfiniment tourner le dos au progrès sans le payer très cher tôt ou tard.

## Références

- Brookes G., Barfoot P., Global impact of biotech crops: socio-economic and environmental effects, 1996–2006. *Ag Bio Forum*, 2008, 11, 21–38.
- Delmer D.P., Agriculture in the developing world: connecting innovations in plant research to downstream applications. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2005, 102, 15739–15746.
- Dickson M.H., Lee C., Blamble A.E. Orange-curd high carotene cauliflower inbreds NY 156, NY 163, and NY 165. *Hort Science*, 1988, 23, 778–779
- Good A.G., Johnson S.J., De Pauw M., Carrol R.T., Savidov N., Vidmar T., Lu Z., Taylor G., Stroehler V., Engineering nitrogen use efficiency with alanine aminotransferase. *Can J Bot*, 2007, 85, 252–262.
- Hirel B., Le Gouis J., Ney B., Gallais A., The challenge of improving nitrogen use efficiency in crop plants: towards a more central role for genetic variability and quantitative genetics within integrated approaches. *J Exp Bot*, 2007, 58, 2369–2387.
- Hu H., Dai M., Yao J., Xiao B., Li X., Zhang Q., Xiong L., Overexpressing a NAM, ATAF, and CUC (NAC) transcription factor enhances drought resistance and salt tolerance in rice. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2006, 103, 12987–12992.
- Information Systems for Biotechnology. <http://www.isb.vt.edu>
- James C., Executive summary of global status of commercialized biotech/GM crops: 2007. 2008 ISAAA Brief No. 37. ISAAA : Ithaca, NY.
- Karaba A., Dixit S., Greco R., Aharoni A., Trijatmiko K.R., Marsch-Martinez N., Krishnan A., Nataraja K.N., Udayakumar M., Pereira A., Improvement of water use efficiency in rice by expression of HARDY, an *Arabidopsis* drought and salt tolerance gene. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2007, 104, 15270–15275.
- Karim S., Aronsson H., Ericson H., Pirhonen M., Leyman B., Welin B., Mäntylä E., Palva E.T., Van Dijck P., Holmström K.O., Improved drought tolerance without undesired side effects in transgenic plants producing trehalose. *Plant Mol Biol*, 2007, 64, 371–386.
- Nelson D.E., Repetti P.P., Adams T.R., Creelman R.A., Wu J., Warner D.C., Anstrom D.C., Bensen R.J., Castiglioni P.P., Donnarummo M.G., Hinchey B.S., Kumimoto R.W., Maszle D.R., Canales R.D., Krolkowski K.A., Dotson S.B., Gutterson N., Ratcliffe O.J., Plant nuclear factor Y(NF-Y) B subunits confer drought tolerance and lead to improved corn yields on water-limited acres. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2007, 104, 16450–16455.
- Park S., Li J., Pittman J.K., Berkowitz G.A., Yang H., Undurraga S., Morris J., Hirschi K.D., Gaxiola R.A., Up-regulation of a H<sup>+</sup>-pyrophosphatase (H<sup>+</sup>-Ppase) as a strategy to engineer drought-resistant crop plants. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2005, 102, 18830–18835.
- Rivero R.M., Kojima M., Gepstein A., Sakakibara H., Mittler R., Gepstein S., Blumwald E., Delayed leaf senescence induces extreme drought tolerance in a flowering plant. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2007, 104, 19631–19636.
- Vain P., Trends in GM crop, food and feed safety literature. *Nat. Biotechnol.*, 2007, 25, 624–626.
- Yu H., Chen X., Hong Y.Y., Wang Y., Xu P., Ke S.D., Liu H.Y., Zhu J.K., Oliver D.J., Xiang C.B., Activated expression of an *Arabidopsis* HD-START protein confers drought tolerance with improved root system and reduced stomatal density. *Plant Cell*, 2008, 20, 1134–1151.
- [http://www.akademienunion.de/publikationen/literatursammlung\\_gentechnik/english.html](http://www.akademienunion.de/publikationen/literatursammlung_gentechnik/english.html)