

PGM les risques de pollution génétique par transferts horizontaux

Christian Vélot

Maître de Conférences en Génétique Moléculaire à l'Université Paris-Sud

La culture de plantes génétiquement modifiées (PGM) en plein champ pose évidemment le problème majeur des risques de dissémination.

Il y a bien sûr les risques inévitables de contaminations par des repousses ou dues à des erreurs humaines, qui font que nous ne pourrions jamais avoir les garanties d'une parfaite étanchéité entre les filières, depuis la culture jusqu'à la récolte et le stockage dans les silos (d'autant plus que le flux de graines, transportées notamment par les oiseaux ou autres animaux est bien évidemment incontrôlable).

A ces problèmes majeurs d'absence d'étanchéité s'ajoutent les risques de dissémination par «**pollution génétique**», c'est-à-dire le risque que le (ou les) gène(s) étranger(s) introduit(s) volontairement dans une plante se retrouve(nt) involontairement dans une autre ou dans un autre organisme. On distingue d'une part la **contamination dite "verticale"**, c'est-à-dire par pollinisation et croisements inter-variétaux, et d'autre part la **contamination dite "horizontale"**, c'est-à-dire le transfert direct de matériel génétique entre deux organismes, sans croisement, par exemple entre plantes et micro-organismes du sol, ou encore d'une plante à une autre plante *via* les virus.

Ces risques de dissémination par transferts horizontaux ne sont quasiment jamais abordés par les partisans de la transgénèse généralisée qui se contentent généralement, lorsque cet aspect est soulevé, de le balayer d'un revers de main en prétextant «*Que ce type de transfert n'a pas été démontré et que si toutefois ce phénomène se produisait, ce serait avec une probabilité telle qu'on peut le négliger*».

On ne peut que s'étonner devant de telles affirmations, en particulier de la part de scientifiques, alors que ce phénomène de transfert horizontal, amplement démontré entre bactéries (à la fois *in vitro* et dans des environnements naturels [références 1 à 5]), a également été mis en évidence, à travers un certain nombre d'exemples, entre des plantes (ou autres organismes pluricellulaires) et des bactéries du sol [références 6 à 10], ainsi qu'entre des plantes et des champignons microscopiques parasites des plantes [références 11 et 12].

Des transferts horizontaux du gène de résistance à l'antibiotique hygromycine ont d'ailleurs été démontrés entre des plantes transgéniques (dans lesquelles il était utilisé comme gène marqueur) d'une part et le champignon filamenteux *Aspergillus niger* [référence 13], ou une bactérie du sol [référence 14] d'autre part. La même démonstration a été faite pour le gène de résistance à l'antibiotique kanamycine entre une betterave à sucre transgénique (dans laquelle il était là encore utilisé comme gène marqueur) et des bactéries du sol [référence 15].

Certes, les quelques (trop) rares études expérimentales faites en laboratoires sur le transfert horizontal entre des plantes transgéniques et des micro-organismes du sol ou associés aux plantes indiquent que les fréquences de ces transferts sont très faibles [références 16 à 19]. Mais il ne faut pas perdre de vue les points suivants (1) ces conclusions reposent sur un nombre très faible d'études (2) une surface cultivée représente une extraordinaire concentration des gènes étrangers qui font l'objet du risque de pollution génétique (3) chaque étude de transfert horizontal en laboratoire ne s'intéresse qu'à un seul micro-organisme (comme receveur potentiel du gène étranger) alors que le sol en contient une multitude dont environ 5% seulement sont connus (4) après récolte, les parties de plantes restantes sont en général broyées et enfouies dans le sol, ce qui augmente considérablement l'accessibilité des micro-organismes du sol à l'ADN végétal, et donc les risques de transferts horizontaux.

Les études faites en laboratoire ne peuvent donc que largement sous-estimer les fréquences avec lesquelles ces transferts peuvent se produire en plein champ. Pour autant, il est évident que ce type d'étude - notamment pour les raisons évoquées au point (3) - est inabordable en espace ouvert [référence 20] et qu'aucun essai en plein air ne pourrait être justifié par des études de transfert horizontal.

Enfin, il est essentiel de souligner, qu'en ce qui concerne les plantes génétiquement modifiées, une faible (et aussi faible soit elle) fréquence de contamination ne peut constituer un argument en faveur d'une dissémination volontaire, tout simplement en raison de l'avantage sélectif que peut éventuellement procurer le gène étranger à l'organisme qui le récupère. En effet, si le gène en question confère des propriétés avantageuses à l'organisme qui l'héberge, celui-ci pourra alors proliférer au détriment des ses congénères et des autres organismes de la même niche écologique. Cet organisme devenu transgénique par contamination (ou pollution génétique), initialement minoritaire, deviendra alors majoritaire. C'est la raison pour laquelle le risque de pollution génétique n'est pas un risque qui se dilue dans le temps, mais au contraire qui se concentre avec le temps. Dans une revue sur les risques de transferts horizontaux entre les plantes transgéniques et les bactéries du sol [référence 21], intitulée «*Transfert de gène horizontal entre plantes transgéniques et bactéries du sol – un évènement rare*», les auteurs soulignent que «*Les fréquences de transfert ne doivent pas être confondues avec les probabilités de survenue des implications environnementales...*» Ils ajoutent que «*Seulement une compréhension précise des évènements sélectifs dans les environnements naturels permettra de prédire les conséquences possibles de l'introduction de nouveaux gènes dans les milieux ouverts*».

Références

1. DAVIES J. (1990) Interspecific gene transfer : where next ? *Trends Biotechnol.* 8 : 198-203.
2. MAZODIER P., AND DAVIS J. (1991) Gene transfer between distantly related bacteria. *Annu. Rev. Genet.* 25 : 147-171.
3. STEWART, G.J. AND SINIGALLIANO C.D. (1990) Detection of horizontal gene transfer by natural transformation in native and introduced species of bacteria in marine and synthetic sediments. *Appl. Environ. Microbiol.* 56 : 1818-1824.
4. VEAL D.A., STOKES H.W., AND DAGGARD G. (1992) Genetic exchange in natural microbial communities. *Adv. Microb. Ecol.* 12 : 383-430.
5. WELLINGTON, E.M.H. AND VAN ELSAS, J.D. (Eds.) (1992) Genetic Interactions among Microorganisms in the Natural Environment. *Pergamon Press*, Oxford.
6. CARLSON, T.A. AND CHELM, B.K. (1986) Apparent eukaryotic origin of glutamines synthetase II from the bacterium *Bradyrhizobium japonicum*. *Nature* 322 : 568-570.
7. DOOLITTLE, R.F., FENG, D.F., ANDERSON, K.L. AND ALBERRO, M.R. (1990) A naturally occurring horizontal gene transfer from a eukaryote to a prokaryote. *J. Mol. Evol.* 31 : 383-388.
8. FROMAN, B.E., TRAIT, R.C. AND GOTTLIEB, L.D. (1989) Isolation and characterisation of the phosphoglucose isomerase gene from *Escherichia coli*. *Mol. Gen. Genet.* 217 : 126-131.

9. LAMOUR, V., QUEVILLON, S., DIRIONG, S., N'GUYEN, V.C., LIPINSKI, M. AND MIRANDE, M. (1994) Evolution of the Glx-tRNA synthetase family : the glutaminyl enzyme as a case of horizontal gene transfer. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 91 : 8670-8674.
10. WAKABAYASHI, S., MATSUBARA, H. AND WEBSTER, D.A. (1986) Primary sequence of a dimeric bacterial haemoglobin from *Vitreoscilla*. *Nature* 322 : 481-483.
11. BRYNGELSSON, T., GUSTAFSON, M., GRÉEN, B. AND LIND, C. (1998) Uptake of host DNA by the parasitic fungus *Plasmodiophora brassicae*. *Physiol. Mol. Plant. Pathol.* 33 : 163-171.
12. BUHARIWALLA, H. AND MITHEN, R. (1995) Cloning of a Brassica repetitive DNA element from resting spores of *Plasmodiophora brassicae*. *Physiol. Mol. Plant. Pathol.* 47 : 95-101.
13. HOFFMANN, T., GOLZ, C. AND SCHIEDER, O. (1994) Foreign DNA sequences are received by a wild-type strain of *Aspergillus niger* after co-culture with transgenic higher plants. *Curr. Genet.* 27 : 70-76.
14. BECKER, J., SIEGERT, H., LOGEMANN, J. AND SCHELL, J. (1994) Begleitende Sicherheitsforschung zur Freisetzung gentechnisch veränderter Petunien In : *Biologische Sicherheit*, Vol. 3, pp. 563-578. Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bonn.
15. SMALLA, K. (1995) Horizontal gene transfer from transgenic plants into plant associated micro-organisms and soil micro-organisms. In : Proceedings of the Basel Forum of Biosafety ; Safety of Transgenic Crops, Environmental and Agricultural Considerations, pp. 29-34. BATS, Agency for Biosafety Research and Assessment of Technology Impacts of the Swiss Priority Programme Biotechnology, Basel.
16. SCHLÜTER, K., FÜTTERER, J. AND POTRYKUS, I. (1995) "Horizontal" gene transfer from a transgenic potato line to a bacterial pathogen (*Erwinia chrysanthemi*) occurs – if at all – at an extremely low frequency. *BioTechnology* 13, 1094-1098.
17. BROER, I., DRÖGE-LASER, W. AND GERKE, M. (1996) Examination of the putative horizontal gene transfer from transgenic plants to *Agrobacteria*. In : Transgenic Organisms and Bio-safety, Horizontal Gene Transfer, Stability of DNA and Expression of Transgenes (SCHMIDT, E.R. AND HANKELN, T., Eds), pp 67-70. Springer Verlag, Heidelberg.
18. MITTEN, D., REDENBAUGH, K. AND LINDEMANN, J. (1996) Evaluation of potential gene transfer from transgenic plants. In : Transgenic Organisms and Biosafety, Horizontal Gene Transfer, Stability of DNA and Expression of Transgenes (SCHMIDT, E.R. AND HANKELM, T., Eds), pp. 95-100. Springer Verlag, Heidelberg.
19. NIELSEN, K.M., GEBHARD, F., SMALLA, K., BONES, A.M. AND VAN ELSAS, J.D. (1997) Evaluation of possible horizontal gene transfer from transgenic plants to the soil bacterium *Acinetobacter calcoaceticus* BD413. *Theor. App. Genet.* 95, 815-821.
20. HEINEMANN, J.A., TRAAVIK, T. (2004). Problems in monitoring horizontal gene transfer in field trials of transgenic plants. *Nat. Biotechnol.* 22 : 1105-1109.
21. NIELSEN K.M., BONES A.M., SMALLA K., AND VAN ELSAS J.D. (1998). Horizontal gene transfer from transgenic plants to terrestrial bacteria – a rare event ? *FEMS Microbiology Reviews* 22 : 79-103.