

R17a : Plantes transgéniques et biodiversité végétale

Ivan Couée

UMR 6553 Ecosystèmes-Biodiversité-Evolution

Regard R17a, édité par Anne Teyssèdre

Mots clés : Biotechnologies, biodiversité, génétique, méthodes et outils, organismes génétiquement modifiés, OGM, transgénèse, phylogénie, plantes, risques, enjeux, sociétés.

La possibilité de générer des organismes génétiquement modifiés (OGM) a été rapidement suivie d'applications utilisant des microorganismes pour la production de molécules d'intérêt industriel ou médical. Ces applications en milieu confiné et suivies d'une purification complète de la molécule ont été bien acceptées par le grand public. Ce n'est que plus tard, avec la création d'OGM de plantes [Figure] ou d'animaux dans les années 1980-1990, que la possibilité de contact entre ces organismes et les personnes ou l'environnement a profondément changé la perception des OGM. Et, plus particulièrement, la perception des plantes transgéniques à vocation agricole et agro-alimentaire.

De l'amélioration génétique classique à l'amélioration par transgénèse

Les plantes et leur biodiversité sont utilisées par les cultures humaines depuis des millénaires pour l'alimentation, pour l'exploitation des structures et de la biomasse végétales, et pour l'obtention de fibres et de molécules bioactives (Food and Agriculture Organization, <http://www.fao.org/biotech/>). Cette utilisation a formidablement augmenté à partir du Néolithique à la suite de processus de domestication. Depuis ces domestications, et en particulier à partir du 19^{ème} siècle, différents procédés, intuitifs, empiriques puis scientifiques, ont été développés pour améliorer les caractéristiques des espèces domestiquées et cultivées.

L'amélioration explicitement génétique, qui résulte de la découverte des mécanismes de l'hérédité, date du siècle dernier, mais la phylogénie des espèces, des variétés et des populations met en évidence l'ampleur des changements génétiques qui ont eu lieu au cours des processus millénaires de domestication et d'amélioration.

Si les méthodes de modification génétique par transgénèse (cf. **Fig.1**) équivalaient aux méthodes d'amélioration génétique, la transgénèse pourrait être placée dans le contexte plus large de l'expérience pluri-millénaire de l'amélioration génétique (Gallais et Ricroch, 2006). Il est ainsi intéressant de noter que les espoirs de la transgénèse végétale salués par Norman Borlaug, père de la Révolution Verte, concernent des transferts de gènes de défense contre des maladies depuis le riz vers d'autres céréales, et des transferts de gènes d'amélioration de la qualité nutritive d'une variété de maïs des Andes vers des variétés de maïs à haut rendement (Borlaug, 2000). De telles manipulations génétiques entre donneur et receveur de la même espèce ou très proches phylogénétiquement peuvent raisonnablement rentrer dans le périmètre de ce qui a été « expérimenté » au cours des millions d'années de sélection naturelle ou au cours des milliers d'années de sélection artificielle par l'homme.

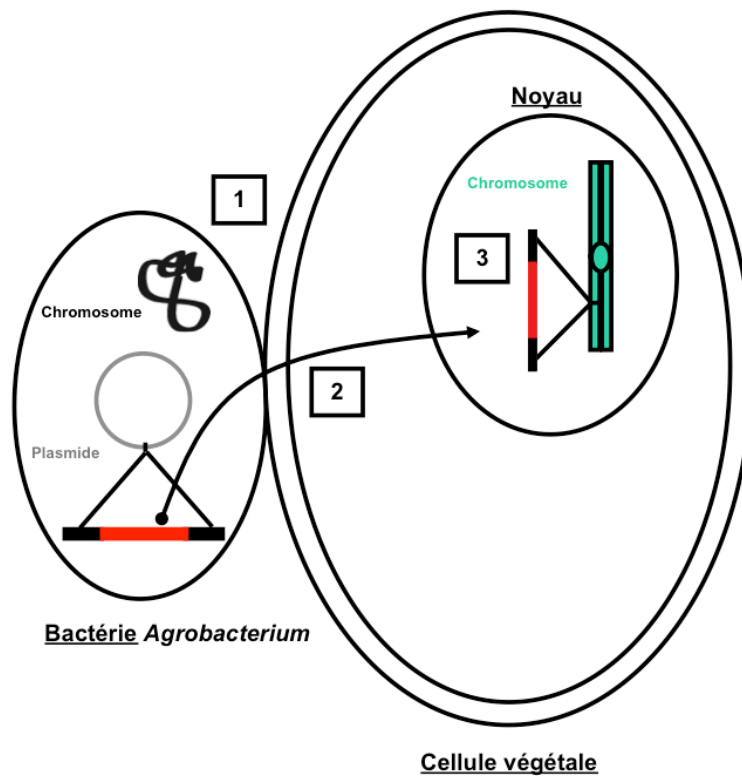


Fig.1 : Transgénèse de cellule végétale par la bactérie *Agrobacterium tumefaciens*. Le processus implique fondamentalement une interaction entre une bactérie et une cellule végétale (étape 1), un transfert transcellulaire (étape 2) et une intégration génomique stable (étape 3). Le transgène à transférer (rouge), bordé par les séquences bactériennes de transfert (noir), est initialement inséré dans un plasmide de la bactérie. Après excision et transfert, le transgène bordé par les séquences bactériennes de transfert est intégré de manière stable, mais en grande partie aléatoire, dans un chromosome de la cellule végétale. Cette cellule génétiquement modifiée est ensuite utilisée pour régénérer une plante entière.

Notons que les recombinaisons génétiques non-transgéniques ne sont pas nécessairement anodines. Il a été démontré que de nouveaux hybrides naturels pouvaient modifier la dynamique des communautés végétales dans certains écosystèmes. Par ailleurs, des variétés obtenues par croisement classique non-transgénique peuvent présenter des variations importantes dans les concentrations de molécules toxiques (Wittkop et al., 2009).

Transgénèse et potentialités de la biodiversité génétique

Les potentialités des dizaines de milliers de gènes identifiés dans les plantes de grande culture ou dans des espèces voisines n'ont pas été complètement exploitées, d'autant plus que

les fonctions et les régulations d'une très grande proportion de ces gènes ne sont toujours pas caractérisées.

Des recherches sont en cours sur l'amélioration des espèces végétales par des recombinaisons transgéniques intraspécifiques (Rommens et al., 2007). La transgénèse est alors utilisée comme un moyen pour réintroduire dans une espèce donnée une recombinaison de ses propres gènes, telle qu'une recombinaison d'un gène donné de cette espèce avec les régions régulatrices d'un autre gène, toujours issu de la même espèce. Ainsi, alors que la méthode est transgénique, la lignée obtenue peut présenter une structure génétique caractéristique de l'espèce, sans intégration d'ADN exogène venant d'une autre espèce.

Les premiers résultats obtenus, sur des espèces végétales de laboratoire ou sur des espèces de grande culture, montrent que de telles transformations intraspécifiques permettent d'améliorer des traits de performance agronomique ou de qualité nutritionnelle (Rommens et al., 2007).

La biodiversité génétique et les recombinaisons de gènes, au sein des mêmes variétés ou des mêmes espèces, ou entre des variétés et des espèces proches, présentent ainsi un très riche potentiel pour faire émerger des traits essentiels pour le développement durable, l'équilibre alimentaire mondial, ou la santé humaine (Graham et al., 2010).

La combinatoire des risques et l'observation écologique à long terme

Les notions de risque, de prévention, et de principe de précaution sont maintenant connues du grand public, tout en faisant l'objet de recherches intégrant différents domaines scientifiques et juridiques (Nickson, 2008). Ceci est particulièrement sensible dans le débat sur les OGM, qui concerne la diversité génétique et les ressources génétiques universelles.

La possibilité de flux de transgènes dans l'environnement à partir de plantes transgéniques a été mise en évidence (Alvarez Morales, 2002). De nombreuses études sont donc consacrées au développement de stratégies de restriction limitant le mouvement et la dissémination des transgènes (Hills et al., 2008). Cependant, à l'heure actuelle, il semble qu'aucune stratégie ne puisse absolument bloquer un mouvement de transgène (Hills et al., 2008). De plus, les études au cas par cas dans un contexte spatio-temporel limité donnent peu de recul sur des effets à long terme, qui pourraient impliquer une accumulation progressive d'évènements de dissémination, ou des effets synergiques difficilement prévisibles entre les disséminations indépendantes d'un transgène A et d'un transgène B.

Ces considérations incitent à plus de réflexion et à la mise en place de procédures scientifiques permettant d'étudier les effets sur le long terme. L'Union européenne a d'ailleurs

pris la mesure de cette problématique en demandant dans certaines directives que soient évalués non seulement les incidences immédiates, mais aussi les effets combinés à long terme que pourrait avoir l'accumulation de nombreuses autorisations de dissémination d'OGM. Des dispositifs (International Long Term Ecological Research Network, <http://www.ilternet.edu/>) mettent déjà en oeuvre des protocoles de recherche écologique à long terme. De tels dispositifs devraient donc être privilégiés pour l'étude des interactions complexes entre les OGM, les transgènes et l'environnement.

Glossaire

Intraspécifique : qui se produit au sein d'une espèce donnée.

Organisme génétiquement modifié : organisme dont le patrimoine génétique a été modifié par l'insertion stable d'un transgène ou de plusieurs transgènes.

Phylogénie : étude comparative des caractéristiques biologiques permettant de déterminer les relations évolutives entre groupes d'organismes, entre espèces, ou entre populations.

Transgène : séquence génétique utilisée pour modifier le patrimoine génétique d'une cellule ou d'un organisme.

Transgénèse : transfert stable d'un gène ou de plusieurs gènes, appelés transgène(s), d'un organisme donneur vers un organisme receveur par des processus biotechnologiques.

Bibliographie :

Alvarez Morales A., 2002. Transgenes in maize landraces in Oaxaca : official report on the extent and implications. The 7th international symposium on the biosafety of genetically modified organisms. Meeting proceedings of the International society for biosafety research, Beijing.

Borlaug, N.E., 2000. Ending world hunger. The promise of biotechnology and the threat of antiscience zealotry, *Plant Physiology*, 124, 2, 487-490.

Gallais, A., Ricroch, A., 2006. *Plantes transgéniques : les enjeux*, Versailles, Editions Quae.

Graham, I.A., Besser, K. et al., 2010. The genetic map of *Artemisia annua* L. identifies loci affecting yield of the antimalarial drug artemisinin. *Science*, 327, 5963, 328-331.

Hills, M.J., Hall, L., Arnison, P.G., Good, A.G., 2008. Genetic use restriction technologies (GURTs): strategies to impede transgene movement. *Trends in Plant Science*, 12, 4, 177-183.

Nickson, T.E., 2008. Planning environmental risk assessment for genetically modified crops : problem formulation for stress-tolerant crops. *Plant Physiology*, 147, 2, 494-502.

Rommens, C.M., Haring M.A., Swords K., Davies H.V., Belknap W.R., 2007. The intragenic approach

as a new extension to traditional plant breeding. *Trends in Plant Science*, 12, 9, 397-403.

Wittkop, B., Snowdon, R.J., Friedt, W., 2009. Status and perspectives of breeding for enhanced yield and quality of oilseed crops for Europe. *Euphytica*, 170, 1-2, 131-140.

Regard [R17a](#) édité et mis en ligne par Anne Teyssède pour la Société Française d'Ecologie ([SFE](#)), à cet url : <https://www.sfecologie.org/regard/r17-a-et-b-ogm/>

Regards et débats sur la biodiversité : <https://www.sfecologie.org/regards/>
