



De la mutagenèse aux « ciseaux génétiques », une petite histoire des OGM

Par [Yves Sciamia](#)

Thème: [Biotechnologie et OGM](#)

Mondialisation.ca, 06 avril 2021

[Reporterre](#) 29 mars 0201

Mutagenèse, transgénèse, techniques dites « d'édition du génome »... Reporterre vous décrit les principales technologies développées pour adapter les plantes, de la sélection des variétés opérée par les paysans aux « nouveaux OGM ».

Les progrès spectaculaires de la biologie moléculaire depuis une trentaine d'années, et notamment de la manipulation de l'ADN et de l'ARN [1], posent d'épineuses questions réglementaires et juridiques dans le domaine de l'amélioration des plantes cultivées.

Depuis l'apparition de ce que l'on a appelé les OGM (organismes génétiquement modifiés), qui ont provoqué une controverse planétaire dans les années 1990 et ont échoué à s'imposer hors des États-Unis et de l'Amérique latine, une nouvelle génération de technologies se développe rapidement. Il s'agit des technologies dites « *d'édition du génome* », encore plus puissantes, qui suscitent à leur tour d'âpres débats. Pour y voir plus clair, *Reporterre* résume ce que sont les quatre principales familles de technologies d'adaptation des plantes.

1 — La sélection variétale paysanne

Depuis l'invention de l'agriculture, les agriculteurs ont sélectionné les plantes dont les caractéristiques leur semblaient le plus désirables pour les utiliser comme reproductrices et ainsi améliorer la qualité de leurs semences. Ce faisant, et sans le savoir, les agriculteurs ont sélectionné sur de nombreux gènes des allèles favorables (les allèles sont les différentes versions que peut prendre un gène donné ; par exemple A, B ou O pour le gène du groupe sanguin chez l'humain). Et ils ont peu à peu rendus ces allèles dominants dans les variétés cultivées.

Le processus d'amélioration des plantes cultivées a été accompli très lentement, empiriquement, par une succession d'essais et d'erreurs. Les plantes cultivées ne sont pas « *naturelles* » : elles découlent en bonne partie du travail humain qui a présidé à leur sélection et ne sont pas toujours capables de survivre, dans la nature, à la concurrence de leurs congénères sauvages. Si l'on compare le maïs actuel à la téosinte, la plante sauvage dont il est issu, ou bien le blé à son ancêtre l'amidonniér sauvage, les différences d'apparence et de biologie sont très grandes.



Une nouvelle variété paysanne de brocolis cultivée par l'association bretonne Kaol Kozh.

Ces plantes étaient néanmoins le plus souvent adaptées aux conditions de sol et de climat des terroirs où les paysans les développaient. Et ce mode de sélection retrouve de la vigueur avec le développement des réseaux de semences paysannes, le renouveau d'un agriculture paysanne et biologique, et l'attention nouvelle apportée à l'adaptation face au changement climatique. Il présente de surcroît l'avantage d'une très grande diversité des plantes cultivées.

2 — La sélection variétale avec mutagenèse

Au cours du XX^e siècle, l'agronomie a subi des changements considérables, optimisant ses méthodes en vue de chercher une productivité plus grande des espèces cultivées. Les agriculteurs ont été peu à peu exclus du processus d'amélioration variétale tandis qu'apparaissaient des entreprises semencières appuyées sur des instituts de recherche — celles-ci souhaitant s'assurer la propriété intellectuelle des semences qu'elles développaient.

Une innovation notable de cette phase de l'agronomie est la mutagenèse, apparue dès les années 1920, qui a encore éloigné l'agriculture de la « *naturalité* ». Les agronomes se sont en effet rendu compte qu'exposer les graines à certains agresseurs physiques ou chimiques, par exemple des rayons gammas, ou bien des substances comme l'EMS (méthanesulfonate d'éthyle), provoquait des mutations génétiques de la plante. Des mutations semblables à celles qui se produisent dans la nature, dont une très faible proportion se traduit par un allèle produisant un caractère intéressant : croissance plus rapide, résistance à tel ou tel ravageur, composition chimique améliorée. Plutôt que d'attendre des mutations naturelles rares à sélectionner, les semenciers ont suscité des mutations fréquentes, diverses, et possiblement plus improbables. L'immense majorité des plantes que nous consommons sont

issues de cette famille de techniques.

3 — La transgénèse, ou production d'OGM

Dans les années 1980 s'est développée la technique de la transgénèse, donnant naissance aux OGM (organismes génétiquement manipulés). Elle consiste à introduire la totalité d'un gène étranger (voire plusieurs), dit d'intérêt, dans une plante. Ce gène vient souvent d'une autre espèce, voire d'un autre règne — [un gène de bactérie par exemple](#).

En réalité, c'est un édifice encore plus complexe qui est introduit, car le gène d'intérêt est associé à d'autres éléments génétiques, par exemple des gènes marqueurs permettant de vérifier sa présence, des « promoteurs » nécessaires à la lecture du gène, d'autres gènes d'intérêt, etc. Ces gros édifices génétiques sont introduits dans le génome de la plante-cible à l'aide d'un « vecteur » (un véhicule biologique) qui est généralement une bactérie (principalement *Agrobacterium tumefaciens*) ou un virus. En tous cas, un organisme qui introduit naturellement de l'ADN dans les plantes qu'il attaque, toute l'habileté du généticien étant de lui faire introduire la séquence désirée.

Une caractéristique de la transgénèse est qu'elle introduit de grandes quantités d'ADN étranger dans le génome (même s'il y a une limite supérieure à la taille possible des transgènes). Ceci est source d'erreurs mais a l'avantage de rendre l'opération facile à détecter lorsqu'on examine le génome de la plante. « Autre caractéristique, indique à Reporterre Peter Rogowski, chercheur à l'Inrae (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement), « cette insertion se fait en un point aléatoire du génome, car on ne maîtrise pas le point d'insertion. » Ce qui peut avoir pour conséquence de couper un gène existant, provoquant son dysfonctionnement.



Manifestation contre la firme Monsanto - un des grands promoteurs des OGM en agriculture - dans les Bouches-du-Rhône en 2019.

Les OGM ayant été développés par le modèle agroindustriel dominant, que tout le monde s'accorde à juger insoutenable, ils ont été conçus pour s'inscrire dans ce modèle. La majorité d'entre eux, aujourd'hui, confère aux plantes la tolérance à un herbicide, notamment le glyphosate : le développement des plantes génétiquement modifiées s'est donc accompagné d'une énorme hausse de l'utilisation des herbicides. [2] Elles sont en outre classiquement exploitées en monocultures de grande échelle désastreuses pour l'environnement. Enfin, les OGM sont protégés par des brevets. L'entreprise Monsanto, notamment, s'est toujours montrée implacable pour les agriculteurs dans la défense de cette propriété intellectuelle.

4 — Les nouvelles techniques d'obtention des plantes, ou les « nouveaux OGM »

Depuis plus d'une dizaine d'années, des technologies dites « *d'édition du génome* » se développent rapidement, dont la plus utilisée, Crispr-Cas9, a valu cette année le prix [Nobel de Chimie à la française Emmanuelle Charpentier](#). Elles permettent de couper l'ADN (la chaîne moléculaire dont sont faits les gènes) en un point précis, grâce à l'action d'une enzyme (la Cas9) bactérienne, qui est guidée vers sa cible par un fragment d'ARN. On parle donc souvent de « *ciseaux moléculaires* ». Ces technologies bouleversent les pratiques de la biologie moléculaire : elles sont très bon marché et faciles d'emploi, et d'autant plus puissantes qu'elles se combinent à d'autres progrès dans la synthèse d'ADN et dans le séquençage.

Beaucoup de manipulations peuvent se faire avec ces « *ciseaux* ». Par exemple, l'une d'entre elle consiste « *à mettre un coup de ciseau dans un gène, et à fournir en même temps à la cellule une séquence d'ADN toute préparée, contenant des modifications désirées — et là la cellule va utiliser cet ADN pour réparer et ainsi introduire les mutations* », explique le chercheur Peter Rogowsky, inlassable défenseur de ces technologies.



Beaucoup de manipulations peuvent se faire avec ces « ciseaux génétiques ».

Cette dernière, qui connaît encore un taux d'échec important, n'est pas la technique la plus répandue. Ce qui se pratique le plus consiste à « *mettre un coup de ciseau exactement à l'endroit de votre choix, et puis laisser la cellule réparer toute seule*, décrit Peter Rogowsky. *Le plus souvent, le résultat de cette réparation est que le gène où vous avez coupé est inactivé. Cela peut être intéressant s'il code pour quelque chose que vous voulez éliminer. Mais le gène coupé peut parfois aussi être muté, et acquérir une propriété nouvelle.* »

Les promoteurs de cette technique présentent cette procédure comme remarquablement « *précise et efficace* ». Mais d'autres chercheurs, ainsi qu'un rapport du [Haut Conseil des biotechnologies](#) consacré en 2017 aux nouvelles techniques d'obtention des plantes, pointent la possibilité d'effets dits « *hors-cible* » — des effets indésirables qui peuvent surgir à la suite d'erreurs d'insertion. Le terme « *d'édition du génome* » est d'ailleurs une métaphore que d'aucuns jugent partisane : elle suggère que le génome serait une sorte de livre ou de programme informatique dont on connaîtrait parfaitement le langage et que l'on viendrait corriger, alors que les inconnues sont encore nombreuses.

Les « *nouveaux OGM* » ne sont pas des OGM classiques, obtenus par transgénèse, au sens où aucun gène étranger n'est introduit dans la cellule. « *En réalité*, nuance Emmanuel Guiderdoni, chercheur spécialiste du riz au Cirad, un organisme français de recherche agronomique, *c'est un peu plus compliqué : on passe par une étape avec un transgène lorsqu'on met en œuvre cette technique. Mais ensuite ce transgène est éliminé – et donc la plante « éditée » ne contient plus de gène étranger à l'arrivée.* »

Le débat sur les risques écologiques et sanitaires associés à ces « *nouveaux OGM* » reste largement ouvert. Il n'y a néanmoins aucun doute sur le fait qu'un recours massif à ces techniques constituerait un bouleversement de l'agriculture, face auquel le Haut Conseil des biotechnologies, par exemple, préconise une série de mesures de gestion — notamment une biovigilance adaptée, un déploiement progressif et un suivi post-commercialisation.

Yves Sciama

Notes

[1] « *L'ADN et l'ARN sont des molécules présentes dans toutes nos cellules. Les molécules d'ADN portent notre patrimoine génétique, hérité de nos parents. Les molécules d'ARN sont synthétisées à partir de fragments d'ADN (on parle de transcription), en particulier à partir des gènes* », comme le [résume la Fondation Arc pour la recherche contre le cancer](#).

[2] Notons que le [maïs dit Bt](#), qui confère une résistance à certains insectes, permet lui de consommer moins d'insecticide.

Précisions

Source : Yves Sciama pour *Reporterre*

Photos :

. Des plantes génétiquement modifiées pour résister à la sécheresse en Argentine. © Marcelo MANERA / AFP

. Crispr-Cas9. [L|NovaScotia](#) de [Pixabay](#)]

. Le « *bricolis* » de l'association Kaol Kozh. © Kaol Kozh

. Devant le site de Monsanto de Saint-Andiol (Bouches-du-Rhône), samedi 18 mai 2019. © Pierre Isnard-Dupuy/ReporterreEnquête — OGM

Après les OGM, la nouvelle technique du forçage génétique inquiète écologistes et scientifiques

La source originale de cet article est [Reporterre](#)

Copyright © [Yves Sciama](#), [Reporterre](#), 2021

Articles Par : [Yves Sciama](#)

Avis de non-responsabilité : Les opinions exprimées dans cet article n'engagent que le ou les auteurs. Le Centre de recherche sur la mondialisation se dégage de toute responsabilité concernant le contenu de cet article et ne sera pas tenu responsable pour des erreurs ou informations incorrectes ou inexacts.

Le Centre de recherche sur la mondialisation (CRM) accorde la permission de reproduire la version intégrale ou des extraits d'articles du site [Mondialisation.ca](#) sur des sites de médias alternatifs. La source de l'article, l'adresse url ainsi qu'un hyperlien vers l'article original du CRM doivent être indiqués. Une note de droit d'auteur (copyright) doit également être indiquée.

Pour publier des articles de [Mondialisation.ca](#) en format papier ou autre, y compris les sites Internet commerciaux, contactez: media@globalresearch.ca

[Mondialisation.ca](#) contient du matériel protégé par le droit d'auteur, dont le détenteur n'a pas toujours autorisé l'utilisation. Nous mettons ce matériel à la disposition de nos lecteurs en vertu du principe "d'utilisation équitable", dans le but d'améliorer la compréhension des enjeux politiques, économiques et sociaux. Tout le matériel mis en ligne sur ce site est à but non lucratif. Il est mis à la disposition de tous ceux qui s'y intéressent dans le but de faire de la recherche ainsi qu'à des fins éducatives. Si vous désirez utiliser du matériel protégé par le droit d'auteur pour des raisons autres que "l'utilisation équitable", vous devez demander la permission au détenteur du droit d'auteur.

Contact média: media@globalresearch.ca