



## Réflexions de la CFSB sur le génie génétique vert

Document de fond rattaché au communiqué aux médias du 15 novembre 2012

### Le génie génétique vert n'est pas une technologie à risque

Bien que le génie génétique vert soit une technologie relativement récente, la culture commerciale des plantes génétiquement modifiées (PGM)<sup>1</sup> a commencé dès 1996, tout comme le contrôle de leur sécurité biologique. Il n'y a pas d'indication que le génie génétique soit particulièrement risqué comparativement aux méthodes de sélection traditionnelles. Les PGM aujourd'hui autorisées selon la norme de l'OCDE sont aussi sûres que les plantes améliorées à l'aide de techniques classiques. Les études menées à travers le monde montrent clairement que l'utilisation du génie génétique n'engendre pas en soi de risques supplémentaires. Dans certains cas, les risques peuvent même être réduits (cf. partie « Utilité des PGM »).

### Evaluation de la sécurité des PGM

Il est impossible de dire de façon absolue si les PGM sont ou non sûres pour l'homme, les animaux et l'environnement. Les modifications que le génie génétique permet d'opérer sur les plantes sont multiples. On ne peut donc pas généraliser. Comme d'autres produits issus d'autres technologies, toutes les PGM sont soumises à une procédure d'autorisation qui consiste à examiner leur biosécurité au cas par cas. En l'absence d'autorisation, les PGM (comme du reste tous les autres OGM) ne peuvent être ni diffusées dans l'environnement, à savoir disséminées à titre expérimental ou cultivées à des fins commerciales, ni utilisées pour l'alimentation humaine ou animale.

La CFSB estime que l'évaluation de la sécurité doit porter exclusivement sur les produits du génie génétique eux-mêmes, et non sur les processus qui permettent de les obtenir. Elle considère en effet que ces processus ne sont pas déterminants pour la sécurité des PGM, même s'ils sont pris en considération dans l'étude du risque.

#### Qu'est-ce que le génie génétique vert?

Le génie génétique englobe différents procédés et méthodes permettant de modifier le patrimoine génétique des organismes de manière ciblée. Il se base sur les connaissances de la génétique et de la biologie moléculaire et va de la modification de composants isolés d'un gène (mutation) au remplacement d'un gène entier par une autre variante de ce même gène. Plusieurs gènes peuvent aussi être recombinés entre eux, ou encore partiellement ou totalement supprimés du patrimoine génétique (délétion). Comme son nom l'indique, le génie génétique vert désigne le génie génétique appliqué aux plantes, principalement agricoles.

<sup>1</sup> Synthèse de l'ISAAA (International Service for the Acquisition of Agro-Biotech Applications) <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/43/executivesummary/default.asp>

Ces dernières années, les progrès réalisés dans la technologie du séquençage ont permis de décoder le patrimoine génétique de nombreuses espèces végétales et de plusieurs variétés<sup>2</sup>. Grâce à cela, les chercheurs peuvent notamment élargir leurs connaissances sur les modifications génétiques que présentent les plantes améliorées par rapport aux plantes sauvages apparentées (cf. encadré). Ils peuvent en outre comparer les modifications obtenues par génie génétique avec les modifications naturelles ou issues d'une sélection par mutation.

La CFSB juge que ces nouvelles connaissances contribuent à rendre l'étude et l'évaluation du risque plus précises (cf. ci-dessous).

### **Modifications dans le patrimoine génétique des plantes issues de la sélection traditionnelle**

La sélection traditionnelle, ou classique, vise à améliorer les propriétés héréditaires des végétaux. Les premiers sélectionneurs ont commencé par exploiter la variation naturelle, en ne ressemant par exemple que les plus gros grains de leurs récoltes de céréales pour obtenir les mêmes gros calibres aux récoltes suivantes. Ils ont ensuite complété cette méthode dite de la sélection massale, ou de l'amélioration par sélection, par la méthode de l'amélioration par combinaison, qui consistait à associer plusieurs propriétés intéressantes (p. ex. taille importante et taux de sucre élevé pour les fruits) par croisement. La diversité génétique s'en est trouvée accrue. Plus tard, le milieu du XX<sup>e</sup> siècle a vu apparaître la sélection par mutation. Cette autre méthode classique, qui repose sur l'utilisation de rayons ionisants ou de substances chimiques mutagènes déterminées, a la particularité de pouvoir engendrer, en plus des mutations souhaitées, des mutations mal caractérisées. Contrairement aux modifications ciblées apportées aux PGM, ces mutations ne sont souvent pas étudiées de façon précise, pas plus du reste que leurs conséquences sur les plantes concernées: on stoppe le développement desdites plantes lorsqu'on observe des conséquences négatives.

Exemples de modifications génétiques ayant conduit à des caractéristiques particulières:

Certaines variétés de pommes possèdent une chair rouge, parce qu'un très court segment de leur patrimoine génétique est présent cinq fois de suite au lieu d'une seule fois (Espley et al., 2009). Ce phénomène est dû à ce qu'on appelle des transposons. Ces gènes sauteurs se déplacent à l'intérieur du génome ou se dupliquent, auquel cas leur copie s'insère ailleurs qu'à l'emplacement d'origine. Il leur arrive ce faisant de rencontrer d'autres gènes et de les détruire ou de modifier leur activité. Barbara McClintock avait établi la responsabilité de ces gènes mobiles dans plusieurs colorations des grains de maïs. Cette découverte lui a valu le prix Nobel en 1983. C'est aussi à cause de gènes sauteurs que des raisins blancs sont nés de raisins noirs (Kobayashi et al., 2004) et des oranges sanguines d'oranges blondes (Butelli et al., 2012), ou encore que sont apparues des pommes sans pépins (Yao et al., 2001) et des tomates à chair jaune (Fray and Grierson, 1993). Il arrive également que ce soient des gènes voisins qui se dupliquent. C'est ainsi que les tomates allongées ont vu le jour (Xiao et al., 2008).

---

<sup>2</sup> Hamilton JP, Buell CR (2012) Advances in plant genome sequencing. *The Plant Journal* 70: 177–190

## Nécessité d'une évaluation au cas par cas

Etant donné qu'il n'existe pas de risques spécifiques au génie génétique, la CFSB considère qu'il est important que ce soit la sécurité des plantes obtenues et de leurs produits (fruits, grains, etc.) qui soit évaluée, et non celle du génie génétique en tant que tel.

Les sélectionneurs végétaux actuels disposent d'un large éventail de méthodes de génie génétique pour modifier le patrimoine héréditaire des plantes de façon ciblée. Ils sont par exemple capables d'obtenir, par ajout de gènes de maïs et d'une bactérie bien définis, un « riz doré » à teneur accrue en bêta-carotène, substance que notre organisme transforme en vitamine A<sup>3</sup>. Il faut savoir que les personnes carencées en vitamine A (avitaminose A) sont exposées à de graves problèmes de santé, pouvant aller jusqu'à la cécité et au décès. Et que, chaque année, environ un million d'enfants meurent d'avitaminose A dans les pays en voie de développement.



Le bêta-carotène est responsable de la coloration des grains de riz. C'est lui qui a donné son nom au « riz doré ».

Source: [http://www.goldenrice.org/Content2-How/how1\\_sci.php](http://www.goldenrice.org/Content2-How/how1_sci.php)

Dans le cas du « riz doré », il est important de vérifier si les grains sont propres à la consommation humaine et s'ils sont comparables à ceux d'autres variétés de riz en termes de valeur nutritive. Dans celui des PGM résistantes à des insectes ravageurs (combattus avec des insecticides en agriculture classique), il faut notamment s'assurer que les variétés génétiquement modifiées n'ont pas de conséquences négatives sur les insectes non ciblés. De manière générale, il est également important d'évaluer l'environnement dans lequel les PGM sont diffusées: lorsqu'une PGM a des espèces sauvages apparentées avec lesquelles un croisement est possible, il peut se révéler nécessaire de renoncer ou du moins de limiter sa culture dans les régions où se trouvent lesdites espèces.

Lorsque des plantes sont modifiées de façon ponctuelle ou dotées de gènes propres à leur espèce, comme la pomme dont il est question plus loin, il n'est pas toujours possible de dire a posteriori si leurs mutations sont le fait de la nature ou du génie génétique.

La CFSB estime que la réglementation actuelle consistant à évaluer chaque nouvelle PGM au cas par cas est appropriée, et considère que l'usage prévu et l'environnement récepteur constituent deux critères d'évaluation importants.

## Sécurité garantie par l'obligation d'autorisation

Les PGM sont soumises à autorisation fédérale. Deux types d'autorisation distincts existent: les autorisations délivrées pour les essais en plein champ, aussi appelés disséminations expérimentales; et les autorisations délivrées pour la mise en circulation, cette dernière englobant, d'une part, la culture commerciale et, d'autre part, l'utilisation pour l'alimentation humaine et animale.

Pour le moment, toutes les disséminations expérimentales suisses ont été réalisées par des scientifiques de la recherche fondamentale. Mais il faut s'attendre pour l'avenir à ce que des sociétés se mettent, elles aussi, à effectuer des essais en plein champ, afin par exemple d'acquérir les données de biosécurité nécessaires à l'autorisation de mise en circulation. La Suisse ne compte actuellement aucune PGM cultivée à des fins commerciales. Diverses

<sup>3</sup> Informations complémentaires sur le « riz doré » accessibles sous <http://www.goldenrice.org>

## Etude et évaluation du risque

La loi définit les documents qui doivent être remis pour demander une autorisation de dissémination expérimentale ou de mise en circulation de PGM. Ces documents comprennent notamment une étude et une évaluation du risque. Les requérants doivent conduire cette étude et cette évaluation suivant des critères et méthodes scientifiques et établir si les plantes concernées, ou leurs produits, comportent des risques pour:

- 1) la santé de l'homme et des animaux,
- 2) l'environnement et la biodiversité (propagation, flux de gènes vers les plantes sauvages, altérations du sol, formation de résistances, etc.),
- 3) la culture sans PGM (croisements, mélanges, etc.).

Chaque requérant doit exposer clairement les raisons qui, de son point de vue, justifient sa demande de dissémination expérimentale ou de mise en circulation.

plantes transgéniques y sont toutefois autorisées comme aliments pour animaux, à savoir une variété de soja et plusieurs variétés de maïs. Différentes demandes d'autorisation portant sur l'utilisation de ces mêmes variétés de soja et de maïs pour l'alimentation humaine sont en outre en cours de traitement. Une partie de ces demandes sont des demandes de renouvellement pour des variétés déjà autorisées.

Les procédures d'autorisation sont centrées sur une étude et une évaluation du risque. Les conséquences négatives potentielles des PGM sont estimées à partir des modifications apportées à ces dernières et de leurs propriétés (cf. encadré). Pour tenir compte du fait qu'il n'est pas possible de saisir dans toute leur étendue les processus complexes qui s'opèrent à l'intérieur des PGM, ni les interactions qui se jouent entre celles-ci et leur environnement, il est en outre procédé à des tests donnant des indications sur les dommages potentiels indirects. Le maïs tolérant aux herbicides, par exemple, est soumis à l'aide de différentes méthodes à des tests destinés à vérifier si ses grains sont comparables à ceux du maïs conventionnel.

La législation contient une exigence importante: elle prescrit une procédure par étapes, selon laquelle chaque PGM doit avant tout faire l'objet d'un recueil de données dans le cadre d'expériences en laboratoire et en serre, avant de pouvoir être l'objet de disséminations expérimentales, et être enfin autorisée à la mise en circulation.

Beaucoup des plantes aujourd'hui considérées comme sûres contenaient autrefois des composants toxiques ou allergènes qui ont été éliminés au fil du temps à l'aide de méthodes de sélection traditionnelles. Les plantes améliorées selon des procédés conventionnels ne font l'objet d'aucune vérification officielle pour déterminer leurs éventuels risques biologiques et sanitaires. Les sélectionneurs sont simplement soumis au devoir de diligence. Les PGM, par contre, sont automatiquement contrôlés pour vérifier la présence éventuelle de composants toxiques ou allergènes dans le cadre de la procédure d'autorisation.

### Développement d'une variété de soja transgénique stoppé par des études de biosécurité

Il existe des cas de PGM où des problèmes sont apparus pendant la procédure par étapes et où les travaux de développement commercial ont donc été stoppés. C'est ce qui est arrivé pour une variété de soja dans laquelle avait été introduit un gène de la noix du Brésil pour une meilleure qualité nutritive. L'étude du risque a en effet révélé que le gène en question était responsable de la production d'un puissant allergène (Nordlee et al., 1996).

## Le plan de surveillance comme sonnette d'alarme

La sécurité absolue n'existe pas, pas plus lorsqu'il s'agit d'autoriser des PGM que lorsqu'il s'agit d'autoriser des médicaments, des additifs alimentaires ou encore des produits phytosanitaires. Sachant par ailleurs qu'on dispose de moins de recul pour le génie génétique vert que pour la sélection traditionnelle, laquelle n'est du reste pas exempte de tout risque non plus, la CFSB est favorable au plan de surveillance prescrit par la législation. Cet outil de monitoring, qui vise le recensement systématique des conséquences négatives liées aux PGM, permet en effet de réagir lorsque la situation l'impose en prenant des mesures pouvant aller jusqu'au retrait d'autorisation.

## Utilité des PGM

Les PGM aujourd'hui cultivées à travers le monde sont principalement des plantes présentant des caractères de tolérance aux herbicides et de résistance aux insectes. Mais les laboratoires de recherche travaillent sur un grand nombre d'autres propriétés et modifications génétiques, pouvant même conduire parfois à une réduction des risques biologiques et sanitaires. Certains sont par exemple en train de développer des PGM contenant moins d'allergènes: les produits alimentaires dans lesquels ces PGM pourraient être utilisés seraient mieux, voire parfaitement tolérés par les personnes allergiques.

Des recherches sont aussi menées sur des PGM qui pourraient avoir des effets positifs sur l'environnement en raison de leurs besoins réduits en eau, en engrais ou en produits de traitement. Certes, il est possible d'obtenir ces résultats avec la sélection traditionnelle. Dans le cas des pommes, par exemple, les méthodes de croisement classiques permettent d'obtenir des



Les pommes non traitées sont souvent attaquées par des champignons.  
Source: Cesare Gessler, EPF de Zurich

variétés modernes dotées des mêmes résistances aux maladies fongiques que certaines variétés sauvages. Mais ces méthodes conduisent aussi à la transmission de propriétés indésirables, provoquant par exemple des baisses de rendement ou des altérations au niveau du goût. Si bien que les sélectionneurs sont ensuite contraints de suivre un processus de très longue haleine, d'une durée d'une trentaine d'années, avant d'obtenir des pommes qui soient à nouveau commercialisables. Avec le génie génétique, en revanche, la résistance aux champignons peut être transférée directement de la pomme sauvage à la pomme moderne. Le produit final ne contient alors que du patrimoine génétique propre à la pomme. Ce qui a l'intérêt de conserver la variété, là où la sélection traditionnelle en crée une nouvelle. Ce procédé a déjà fonctionné contre la tavelure du pommier<sup>4</sup>. Des travaux sont en outre en cours pour développer une pomme transgénique résistante au feu bactérien, qui offrirait le grand avantage de ne plus obliger à traiter les arbres avec des antibiotiques pour combattre cette maladie.

<sup>4</sup> Vanblaere T, Szankowski I, Schaart J, Schouten H, Flachowsky H, Broggini GAL, Gessler C (2011) The development of a cisgenic apple plant. *Journal of biotechnology* 154: 304–311

## Conclusion

En substance, la CFSB parvient unanimement à la conclusion que la sécurité biologique des PGM peut être jugée suffisante en Suisse. Considérant que la procédure d'autorisation stricte qui est en vigueur – notamment les précieuses données qu'elle permet d'acquérir – et l'état de la science garantissent cette sécurité, et soulignant qu'aucune autorisation n'est par précaution délivrée dans les cas où cette garantie n'est pas fournie, la commission est clairement d'avis qu'il n'est pas justifié de prolonger le moratoire sur le génie génétique pour de pures raisons de biosécurité.

Le rapport final du programme de recherche « Utilité et risques de la dissémination des plantes génétiquement modifiées » (PNR 59) fait lui-même ressortir que les PGM autorisées sont sûres et que le génie génétique n'est pas en soi plus risqué que d'autres méthodes de sélection<sup>5</sup>.

Les essais en plein champ de PGM réalisés ces dernières années en Suisse ont été la cible de nombreux actes de vandalisme. La CFSB estime par conséquent qu'il est très important de créer des sites protégés qui ne soient accessibles qu'aux chercheurs et servent non pas à garantir la sécurité de l'homme et de l'environnement contre les essais mais uniquement à assurer l'intégrité des parcelles de dissémination elles-mêmes. La commission considère en effet que le pays doit absolument se doter de ce type de sites s'il veut pouvoir continuer à mener des expériences sur les PGM et préserver l'autonomie, de son point de vue essentielle, de la recherche en biosécurité.

La CFSB est une équipe interdisciplinaire qui a pour mission d'évaluer les questions de biosécurité de façon indépendante. Elle ne s'exprime donc que sur la biosécurité, et ne traite ni de sujets tels que la coexistence, la liberté de choix ou l'obligation d'étiquetage ni des aspects économiques et sociaux. Il faut en effet noter que la coexistence, c'est-à-dire la présence simultanée de plantes issues du génie génétique et de la sélection traditionnelle dans les champs mais aussi dans le commerce, n'est pas une question de biosécurité, puisque seules les PGM jugées suffisamment sûres sont autorisées à la culture.

---

<sup>5</sup> Rapport final du PNR 59 accessible sous [http://www.nfp59.ch/f\\_resultate.cfm?kat=32](http://www.nfp59.ch/f_resultate.cfm?kat=32)

## Bibliographie

- Butelli E, Licciardello C, Zhang Y, Liu J, Mackay S, Bailey P, Reforgiato-Recupero G, Martin C (2012) Retrotransposons control fruit-specific, cold-dependent accumulation of anthocyanins in blood oranges. *Plant Cell* 24: 1242–1255
- Espley RV, Brendolise C, Chagné D, Kutty-Amma S, Green S, Volz R, Putterill J, Schouten HJ, Gardiner SE, Hellens RP, et al. (2009) Multiple repeats of a promoter segment causes transcription factor autoregulation in red apples. *Plant Cell* 21: 168–183
- Fray RG, Grierson D (1993) Identification and genetic analysis of normal and mutant phytoene synthase genes of tomato by sequencing, complementation and co-suppression. *Plant Molecular Biology* 22: 589–602
- Hamilton JP, Buell CR (2012) Advances in plant genome sequencing. *The Plant Journal* 70: 177–190
- Kobayashi S, Goto-Yamamoto N, Hirochika H (2004) Retrotransposon-induced mutations in grape skin color. *Science* 304: 982
- Nordlee JA, Taylor SL, Townsend JA, Thomas LA, Bush RK (1996) Identification of a brazil-nut allergen in transgenic soybeans. *The New England Journal of Medicine* 334: 688–692
- Telias A, Lin-Wang K, Stevenson DE, Cooney JM, Hellens RP, Allan AC, Hoover EE, Bra-deen JM (2011) Apple skin patterning is associated with differential expression of MYB10. *BMC Plant Biology* 11: 93
- Vanblaere T, Szankowski I, Schaart J, Schouten H, Flachowsky H, Brogini GAL, Gessler C (2011) The development of a cisgenic apple plant. *Journal of biotechnology* 154: 304–311
- Yao J, Dong Y, Morris B (2001) Parthenocarpic apple fruit production conferred by transposon insertion mutations in a MADS-box transcription factor. *PNAS* 98:1306-1311
- Xiao H, Jiang N, Schaffner E, Stockinger EJ, van der Knaap E (2008) A retrotransposon-mediated gene duplication underlies morphological variation of tomato fruit. *Science* 319: 1527–1530