

La mutagenèse dirigée est-elle une version améliorée de la mutagenèse aléatoire?

La mutagenèse aléatoire (= mutagenèse non dirigée) est, selon la définition de la loi sur le génie génétique, un procédé de modification génétique. Elle est autorisée en Suisse et dans l'UE. Pourquoi ? Est-ce un argument pour déréglementer le nouveau génie génétique (= mutagenèse ciblée ou dirigée) ? Le nouveau génie génétique est-il, comme on le prétend, plus inoffensif, car plus ciblé que la mutagenèse aléatoire ?

Différences importantes

Il existe des différences fondamentales entre les nouvelles techniques de génie génétique (NTGG) et la mutagenèse aléatoire utilisée dans la sélection de plantes conventionnelle. Ces différences sont importantes pour l'évaluation des risques et la distinction ou l'identification des plantes modifiées. Dans la discussion sur la classification juridique des NTGG, on essaie délibérément de semer la confusion sur certains termes comme mutagenèse. On veut ainsi donner l'impression que les modifications du patrimoine génétique provoquées par les NTGG sont équivalentes à celles provoquées par les techniques de sélection conventionnelle (dont fait partie la mutagenèse aléatoire).

La raison : les produits classés comme issus du génie génétique sont soumis à une évaluation des risques avant d'être commercialisés.

Le nouveau génie génétique doit être réglementé

Il est important que les plantes et les animaux génétiquement modifiés qui sont produits à l'aide de ces nouveaux procédés soient soumis à une réglementation stricte à l'avenir également. Cela signifie que les risques liés à ces plantes devront être analysés et que des méthodes d'identification devront être mises à disposition. La protection de l'homme et de l'environnement doit être une priorité absolue.

Il est vrai que l'innocuité de la mutagenèse aléatoire fait également l'objet de controverses depuis peu. Mais ce n'est pas parce que des produits controversés sont autorisés qu'on peut s'en servir comme argument pour autoriser de nouvelles techniques potentiellement nocives.

Les principales différences sous forme de tableau

Critère	Mutagenèse aléatoire	Nouveau génie génétique (mutagenèse dirigée ou ciblée)
Objectif	La mutagenèse aléatoire augmente l'éventail des variantes génétiques dans le génome des plantes sur des périodes plus courtes que ce qui est normalement le cas. La diversité génétique accrue est alors le point de départ de la sélection, suivie d'autres croisements et d'une sélection.	Le nouveau génie génétique n'a pas pour but d'augmenter la diversité des variations génétiques. Il s'agit plutôt d'induire des modifications très spécifiques dans le patrimoine génétique. Dans de nombreux cas, on essaie de produire des modifications génétiques (génotypes) et des effets biologiques (phénotypes) que l'on ne peut pas attendre de la sélection conventionnelle. Pour y parvenir, il n'est pas nécessaire d'introduire des gènes supplémentaires dans le patrimoine génétique. Pour cela, des modifications de quelques paires de bases (moins de 10) ou l'inactivation de certains gènes peuvent suffire.
Profondeur d'intervention	Les procédés de sélection conventionnelle s'attaquent toujours à la cellule ou à l'organisme entier et n'interviennent pas directement dans l'ADN du noyau cellulaire. Cela vaut également pour la mutagenèse aléatoire. Les plantes ou leurs cellules sont soumises à des stimuli physico-chimiques. Cela ne permet pas de contourner les mécanismes naturels de maintien des fonctions génétiques (voir « Régulation génétique naturelle »).	On intervient directement au niveau de l'ADN. On utilise des mutagènes biotechnologiques (ADN, ARN, enzymes) qui peuvent contourner les mécanismes servant à protéger les fonctions des gènes. Il est ainsi possible de désactiver ou de modifier des fonctions génétiques qui ne peuvent guère être influencées par la sélection conventionnelle.
Organisation du génome naturel/épigénétique	Le résultat de la mutagenèse aléatoire dépend de plusieurs facteurs. Il s'agit notamment des mécanismes de protection cellulaires visant à préserver les fonctions des gènes, tels que les mécanismes de réparation, les copies de gènes supplémentaires, les gènes couplés et d'autres facteurs épigénétiques.	Les nouvelles techniques de génie génétique, et notamment les ciseaux génétiques Crispr/Cas, peuvent contourner les mécanismes naturels par lesquels les cellules protègent certaines fonctions génétiques. En conséquence, non seulement les procédés sont différents, mais les résultats (génotypes et phénotypes) ou les produits peuvent également être très différents de ceux obtenus par la sélection végétale conventionnelle. Globalement, la règle est la suivante : les produits issus du nouveau génie génétique ne sont pas limités par les mécanismes naturels de protection des fonctions génétiques.

Modèle de modification génétique dans le patrimoine génétique	<p>Les plantes ont souvent un génome redondant, c'est-à-dire que l'information génétique est présente plusieurs fois. Si de nombreuses copies d'un gène sont présentes dans le patrimoine génétique, elles ne sont généralement pas toutes modifiées en même temps par les méthodes de sélection conventionnelles, y compris la mutagenèse aléatoire. C'est pourquoi les fonctions des gènes sont conservées, mais peuvent être réduites.</p>	<p>Le nouveau génie génétique provoque généralement des modifications multiples : toutes les copies de gènes ayant une séquence génétique identique ou similaire peuvent être modifiées en une seule fois. En outre, plusieurs gènes différents (et leurs copies) peuvent également être modifiés (ce que l'on appelle le multiplexage). Le modèle de modification des gènes qui en résulte est souvent unique et ne peut généralement pas être obtenu par les méthodes de sélection conventionnelle.</p>
Épigénétique	<p>Dans le patrimoine génétique, il existe des zones particulièrement conservées dans lesquelles il n'y a naturellement pas ou rarement des mutations aléatoires. Elles sont donc soumises à peu de changements au cours de l'évolution. Cela concerne entre autres les gènes particulièrement importants pour la survie de l'organisme ou la stabilité de l'espèce.</p>	<p>Même les zones particulièrement protégées du génome sont en principe accessibles à la modification par Crispr/Cas. L'efficacité peut toutefois varier. Globalement, on peut dire que la mutagenèse dirigée n'est pas soumise aux mécanismes naturels de régulation des gènes dans la même mesure que la sélection conventionnelle (y compris la mutagenèse aléatoire).</p>
Processus de réparation dans le génome	<p>Souvent, les cellules parviennent à réparer les mutations déclenchées et à rétablir les versions originales des gènes.</p>	<p>Lorsqu'une séquence d'ADN modifiée par Crispr/Cas est rétablie dans son statut initial par les mécanismes de réparation cellulaires, la nucléase (les ciseaux génétiques de type Crispr) peut reconnaître à nouveau sa région cible et y rester active jusqu'à ce que la structure initiale de l'ADN soit détruite. On parle alors de « knock-out » de la fonction du gène.</p>
Nombre et localisation des modifications génétiques	<p>Dans le cas de la mutagenèse aléatoire, le nombre de modifications génétiques peut être plus important qu'avec les NTGG. Cependant, les modifications obtenues ne vont généralement pas au-delà de ce à quoi on peut s'attendre naturellement. Les modifications se produisent simplement plus rapidement. Au sein de chaque espèce, certaines zones du patrimoine génétique ne changent pratiquement pas, même sur une longue période.</p>	<p>Les NTGG permettent, en modifiant certains emplacements de gènes, d'obtenir de nouvelles combinaisons de gènes spécifiques impossibles à atteindre avec la sélection conventionnelle. Le facteur décisif n'est pas le nombre de mutations, mais l'emplacement et la fonction des gènes modifiés. Même de petites modifications peuvent avoir de grands effets, qui vont bien au-delà des résultats de la mutagenèse aléatoire.</p>
Distinction entre des processus naturels	<p>Les caractéristiques des plantes cultivées sont souvent différentes de celles de leurs formes sauvages. Cela s'explique par le fait que les caractéristiques présentes</p>	<p>Les modèles de modifications génétiques (génotypes) et leurs effets biologiques (phénotypes) qui en résultent sont souvent très différents de ceux issus de la sélection conventionnelle. Si, par</p>

	naturellement ont été sélectionnées en fonction de certains objectifs et que certaines caractéristiques sont ainsi plus prononcées que dans les populations sauvages.	exemple, plusieurs copies de gènes sont modifiées à la fois, cela revient à laisser une « empreinte digitale » des ciseaux génétiques, qui peut également être utilisée pour identifier les plantes NTGG.
Régulation	La mutagenèse aléatoire n'est pas considérée comme du génie génétique en Suisse en raison de son long historique d'utilisation sûre. Il s'agit d'une adaptation à la législation de l'UE, dans laquelle ces techniques constituent une exception à la législation sur le génie génétique pour la même raison. L'innocuité de la mutagenèse aléatoire a récemment été remise en question et des réévaluations sont envisagées au cas par cas.	Selon la définition de l'article 5, alinéa 2 de la LGG, les nouvelles techniques de génie génétique appartiennent au génie génétique et doivent être réglementées en tant que telles. Il n'existe pas d'historique d'utilisation sûre (30 ans) comme pour la mutagenèse aléatoire. Ce point de vue est confirmé par l'arrêt de la Cour de justice européenne du 25 juillet 2018. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=CELEX%3A62016CJ0528
Vitesse de développement	De nouvelles propriétés peuvent également apparaître dans la nature ou dans les cultures de variétés conventionnelles. Ces événements sont toutefois rares sur de courtes périodes. Les écosystèmes ont donc la possibilité de s'adapter.	Les nouvelles techniques de génie génétique pourrait permettre la dissémination environnementale, en peu de temps, de beaucoup d'organismes non adaptés à leur environnement et appartenant à des espèces très différentes. Cela pourrait conduire à ce que les écosystèmes atteignent certains points de basculement et s'effondrent. Comme dans les conditions du changement climatique, c'est la rapidité des changements qui peut conduire à ce que la résilience des écosystèmes soit dépassée.

Qu'est-ce que la mutagenèse aléatoire?

Lors de l'utilisation de techniques permettant d'effectuer une mutagenèse non ciblée, le patrimoine génétique des plantes est soumis à des conditions qui le modifient. Il s'agit de stimuli physico-chimiques qui peuvent être dosés de manière à préserver la capacité de survie des plantes.

Les mutants obtenus sont ensuite analysés à la recherche de gènes ou de propriétés intéressantes, puis croisés avec des variétés existantes.

Les mutations spontanées (modifications) de l'ADN se produisent naturellement chez tous les êtres vivants. Elles sont déclenchées, par exemple, par des facteurs environnementaux tels que le rayonnement (comme la lumière UV) ou par des substances (comme les toxines environnementales). Étant donné que de telles modifications du génome ont souvent des effets néfastes quand ils se produisent chez l'homme, on essaie de prévenir ces effets en prenant des mesures de protection telles que la protection solaire, ou en évitant certaines substances.

Dans la culture des plantes, en revanche, les mutations du patrimoine génétique sont souvent souhaitées : elles permettent de créer des variantes génétiques qui peuvent conduire à des plantes présentant des caractéristiques telles qu'une croissance particulière, des fruits plus gros ou une résistance aux influences environnementales. Pour trouver de telles mutations souhaitables, les populations naturelles et les variétés cultivées sont examinées, puis multipliées et croisées entre elles afin d'obtenir une combinaison optimale des informations génétiques.

Certains sélectionneurs accélèrent le taux de mutation en utilisant des rayonnements ionisants ou des substances chimiques. L'objectif d'une telle mutagenèse est d'augmenter la diversité génétique en moins de temps que de façon naturelle. Les plantes dont le développement est perturbé par la mutation ou qui présentent des résultats indésirables sont éliminées.

Comment la mutagenèse traditionnelle est-elle régulée?

En Suisse, les méthodes traditionnelles de mutagenèse ne sont pas considérées comme du génie génétique en raison de leur long historique d'utilisation sûre (history of safe use). Et ce, bien qu'elles conduisent à des organismes génétiquement modifiés au sens de la définition de l'article 5, alinéa 2 de la Loi sur le génie génétique. En effet, le traitement par des produits chimiques ou des radiations modifie le patrimoine génétique d'un organisme d'une manière qui ne se produit pas dans des conditions naturelles par croisement ou recombinaison naturelle.

Dans l'UE, ces techniques bénéficient d'une dérogation pour la même raison. Dans les deux cas, aucune mesure légale n'est prescrite pour l'évaluation des risques des variétés végétales ainsi obtenues avant leur commercialisation, sur la base de l'historique de leur utilisation sûre. En d'autres termes, les plantes obtenues par ces méthodes peuvent être commercialisées rapidement sans étiquetage ni évaluation détaillée des risques.

Le secteur de la biotechnologie tente d'en tirer parti. D'une part, en utilisant le terme de mutagenèse ciblée pour les nouvelles techniques de génie génétique (notamment Crispr/Cas) et d'autre part, en essayant de développer de nouvelles techniques de mutagenèse plus puissantes. En rebaptisant le nouveau génie génétique, on fait ainsi allusion à la mutagenèse aléatoire – qui, comme nous l'avons vu plus haut, n'est pas soumise à la directive sur le génie génétique. De cette manière, on tente de déplacer la frontière entre le génie génétique et la sélection conventionnelle afin d'influencer les processus politiques dans le sens de la déréglementation. Mais on ne dispose guère de connaissances sur les effets des NTGG. Il en va de même pour les nouvelles techniques qui permettent la mutagenèse ciblée comme Crispr/Cas. Dans les deux cas, il n'existe donc pas d'historique d'utilisation sûre.¹

L'industrie des biotechnologies suggère néanmoins que les ciseaux génétiques tels que CRISPR/Cas produisent des plantes qui ne se distinguent guère des variétés conventionnelles et qui devraient de ce fait être exclues de la réglementation sur le génie génétique. Dans ce contexte, il est souvent fait référence à la prétendue impossibilité de détecter les mutations induites par cette technique. On prétend que ces plantes auraient pu être créées dans la nature et que les modifications introduites ne peuvent pas être distinguées des modifications naturelles. Ce n'est pourtant généralement pas le cas : si les fabricants disposent de données sur les séquences génétiques qui ont été modifiées, il est généralement possible de développer des protocoles de détection.² Ces données doivent être présentées dans le cadre des processus d'autorisation. Si les processus d'autorisation sont supprimés, les données nécessaires au développement des méthodes de détection font également défaut.

Histoire de la réglementation – différences avec le nouveau génie génétique

La législation suisse sur le génie génétique en général, mais aussi et surtout l'annexe 1 de l'Ordonnance sur la dissémination dans l'environnement, trouvent leur origine dans le droit européen. La Suisse s'est ainsi adaptée à l'évolution de l'UE. La législation est basée sur le principe de précaution afin de réduire les risques et d'acquiescer de l'expérience sur les effets non souhaités des techniques utilisées.

Le principe de l'historique d'utilisation sûre fait partie intégrante du droit suisse.³ Les notions relatives au contenu et à la durée de ce principe peuvent donc s'inspirer du droit européen. Les techniques qui sont traditionnellement utilisées pour différentes applications et qui sont considérées comme sûres depuis longtemps (c'est-à-dire, depuis au moins 30 ans) disposent ainsi d'un historique d'utilisation sûre.

...Selon l'article 5, paragraphe 2 de la LGG, un organisme génétiquement modifié est un organisme dont le matériel génétique a été modifié d'une manière qui ne se produit pas naturellement par croisement ou recombinaison naturelle. Une intervention aussi profonde que celle des nouvelles techniques génétiques – en particulier en ce qui concerne les sites génétiques particulièrement protégés contre les mutations – ne se produit pas naturellement. Ce n'est pas seulement le cas avec Crispr/Cas. La fréquence très accrue à laquelle se produisent par exemple les mutations provoquées par la méthode « TEGenesis » n'existe pas non plus dans la nature. En effet, les mutations naturelles ne se produisent qu'en quantité limitée et sur une longue période.¹ La méthode TEGenesis développée par l'entreprise suisse Epibreed est présentée par son inventeur comme une alternative au génie génétique. Le procédé repose sur le fait que des éléments génétiques transposables (qui se déplacent dans le génome) stimulés par des substances chimiques peuvent entraîner l'activation de certaines expressions génétiques en se déplaçant en fonction des conditions de stress auxquelles la plante est soumise.

Les connaissances et la durée nécessaires à l'établissement d'un historique d'utilisation sûre ne sont pas disponibles pour les NTGG (entre autres, les ciseaux génétiques Crispr/Cas ou les nouvelles techniques de mutagenèse comme TEGenesis).^{1,4,5,6} C'est pourquoi ils ne peuvent pas bénéficier d'une exemption de la législation européenne sur le génie génétique ; en Suisse, elles doivent être réglementées dans la Loi sur le génie génétique.

Pourquoi faut-il s'attendre à une plus grande profondeur d'intervention avec le nouveau génie génétique?

Les nouvelles techniques de génie génétique permettent de modifier des zones des génomes conservées et protégées que les anciennes techniques ne

pouvaient pas atteindre. Le génie génétique intervient dans le noyau cellulaire et contourne ainsi les « règles du jeu » de la régulation des gènes et de l'hérédité. La mutagenèse traditionnelle peut accélérer les mécanismes biologiques naturels, mais elle le fait dans le cadre des mécanismes développés naturellement au cours de l'évolution.

Si l'on ne tient pas compte du processus de modification génétique et que l'on se concentre uniquement sur le produit, on pourrait affirmer que les mutations ponctuelles provoquées par la mutagenèse dirigée pourraient également se produire naturellement. L'industrie des biotechnologies s'appuie sur cet argument et plaide pour que les NTGG basées sur des mutations ponctuelles soient exclues de la loi sur le génie génétique.

Mais ces NTGG diffèrent des méthodes précédentes dans leur processus et leurs résultats. Par rapport à la mutagenèse aléatoire utilisée par la sélection conventionnelle, l'utilisation des NTGG obtient une modification plus rapide des génomes tout en permettant d'atteindre des zones protégées impossibles à atteindre par des techniques de sélection conventionnelle.

On contourne ainsi des contraintes naturelles qui comprennent les mécanismes de maintien ou de restauration des fonctions des gènes, tels que les processus de réparation, les copies de gènes et le couplage des gènes. Cela peut conduire à des organismes dont la physiologie est profondément modifiée.

Les ciseaux génétiques Crispr/Cas, en particulier, rendent donc le patrimoine génétique accessible pour des modifications à plus grande échelle.

Processus de réparation Les mutations naturelles et celles provoquées par la mutagenèse traditionnelle n'affectent pas toutes les régions du patrimoine génétique de la même manière. En effet, dans la nature, elles sont soumises à différents mécanismes de contrôle. Ainsi, certaines régions du génome - souvent celles qui régulent une fonction vitale - sont protégées contre les mutations par des mécanismes cellulaires.⁷

C'est l'épigénétique qui fait que les mutations sont très rares à ces endroits, probablement parce que cela serait préjudiciable à l'organisme. L'épigénétique désigne les mécanismes naturels de régulation des gènes qui déterminent si une séquence génétique est lue ou non (est accessible à la machinerie cellulaire ou non). Elle peut par exemple faire en sorte que l'ADN soit particulièrement bien emballé et donc moins actif dans certaines zones. Ainsi, cette région est souvent mieux protégée que d'autres régions contre les influences extérieures. Il existe en outre différents mécanismes de protection qui veillent à ce que l'état initial du patrimoine génétique soit rétabli après une mutation.

Les éléments transposables (transposons), grâce auxquels des segments de gènes peuvent être copiés à un autre endroit du patrimoine génétique, font également partie des mécanismes d'adaptation propres aux cellules. Il existe différents mécanismes qui peuvent influencer la fréquence et l'emplacement de l'insertion des gènes - selon le type de transposon.

Comme les plantes sont généralement fixes, elles ne peuvent pas échapper aux conditions environnementales défavorables en changeant de lieu, mais doivent s'adapter le mieux possible à leur milieu. Le patrimoine génétique des plantes est donc, dans certains domaines, plus flexible que celui des animaux - une partie importante de leur stratégie de survie. Le nouveau génie génétique nous permet de faire ce que les plantes font déjà. Il le fait cependant d'une manière qui n'est pas en accord avec le « plan général » autorisé par la plante. Il force la modification⁸ et peut, d'une certaine manière, être comparé à du biohacking. Autrement dit, nous introduisons de l'aléatoire dans un système organisé (et ceci bien que les techniques soient plus ciblées), ce qui constitue une sorte de générateur de chaos. Il convient donc de vérifier la cohérence du produit génétiquement modifié avec son environnement ainsi que d'en évaluer les risques sanitaires.

Copies de gènes Comme autre protection, certaines informations génétiques sont présentes en plusieurs copies dans les plantes. Elles portent pour ainsi dire des « copies de sécurité » dans leur patrimoine génétique,

c'est-à-dire que de nombreuses séquences de gènes se retrouvent plusieurs fois dans les cellules. Si l'une d'entre elles est perdue, la cellule peut continuer à utiliser les copies. Avec Crispr/Cas, toutes ces copies peuvent désormais être modifiées simultanément. De plus, plusieurs gènes différents sont souvent modifiés en même temps (ce qu'on appelle le multiplexage), ce qui a pour conséquence de multiplier les risques liés au processus.

Gènes couplés Les gènes couplés se transmettent ensemble aux générations suivantes. Chez la tomate, par exemple, une grande partie du patrimoine génétique est transmise de manière couplée. Ainsi, le gène responsable du développement de la zone de séparation entre la tomate mûre et la tige est hérité en même temps qu'un autre gène qui détermine la forme du fruit. Si une modification est introduite dans le gène de la zone de séparation, les tomates porteront des fruits déformés. Ces deux caractéristiques peuvent être découplées et héritées séparément à l'aide des ciseaux génétiques.

Modifications involontaires En outre, des modifications génétiques involontaires se produisent également à différentes étapes de l'utilisation des ciseaux génétiques, dont le schéma, l'emplacement, le résultat et les effets biologiques peuvent différer de ceux de la sélection conventionnelle. Il y a plusieurs raisons à cela : dans la plupart des cas, l'ADN nécessaire à la production des ciseaux génétiques (Crispr/Cas) dans les cellules est introduit de manière aléatoire dans le patrimoine génétique des plantes. Pour cela, on utilise les procédés du génie génétique classique.⁹ Ceux-ci entraînent souvent des modifications involontaires du patrimoine génétique et l'insertion de plusieurs fragments d'ADN, qui passent souvent inaperçus.

Une fois que les ciseaux génétiques ont été produits dans les cellules, ils doivent devenir actifs dans les régions cibles proprement dites. D'autres modifications génétiques involontaires peuvent alors se produire, comme la confusion de séquences cibles et le déclenchement d'états chaotiques dans le patrimoine génétique (chromo-thripsis).^{10,11}

S'il est possible de cibler certains endroits du patrimoine génétique avec les ciseaux génétiques, il n'est donc pas possible de prédire ou de contrôler avec suffisamment de certitude les conséquences de cette intervention sur le patrimoine génétique, les plantes et l'environnement.

Si les plantes ne sont pas examinées de près, les modifications génétiques involontaires peuvent persister et s'accumuler dans les populations lors de croisements ultérieurs. Les conséquences à long terme pour l'homme et l'environnement sont difficiles à évaluer. Dans tous les cas, une analyse détaillée et une évaluation des risques sont donc nécessaires avant de pouvoir juger de la sécurité de ces plantes.

Le niveau d'intervention - une différence importante

Les sélectionneurs peuvent utiliser les mécanismes de variabilité génétique décrits ci-dessus.

La sélection conventionnelle travaille toujours avec des cellules entières ou au niveau de l'organisme.¹⁰

Le génie génétique (y compris le nouveau génie génétique) intervient en revanche directement au niveau du patrimoine génétique et tente de contourner ou de manipuler partiellement les mécanismes de l'hérédité naturelle. Il ne peut donc en aucun cas être considéré comme une continuation de la sélection conventionnelle.

La mutagenèse aléatoire - pas si inoffensive que ça ?

L'innocuité de la mutagenèse aléatoire fait depuis peu l'objet de controverses. Des réévaluations sont même envisagées au cas par cas.¹²

Certaines méthodes de déclenchement des mutations sont considérées comme plus naturelles et moins dangereuses que d'autres. Dans la nature, les rayons UV agissent cons-

tamment sur les plantes par le biais de la lumière du soleil et déclenchent aussi constamment des mutations. La mutagenèse aléatoire utilise par exemple des rayons X ou des produits chimiques très puissants. Tous ces procédés ne laissent pas de résidus dans les plantes, mais l'éventail des modifications du patrimoine génétique peut être extrêmement large selon le procédé utilisé. Cela soulève également la question de savoir si toutes les techniques de mutagenèse aléatoires sont réellement inoffensives.

En effet, la mutagenèse aléatoire pourrait donner naissance à des plantes qui ne sont pas adaptées à l'alimentation. Par exemple, la plante pourrait devenir plus riche en gluten, ou la teneur en solanine nocive pour la santé pourrait augmenter dans les solanacées (comme les tomates ou les pommes de terre). Par ailleurs, certains résultats de la sélection ne sont tout simplement pas adaptés à l'agriculture durable, par exemple lorsque les objectifs de la sélection donnent naissance à des plantes dont la culture nécessite davantage de pesticides ou d'engrais.

C'est pourquoi il est parfois demandé que les plantes issues de la mutagenèse aléatoire soient également analysées au cas par cas (par exemple, dans l'UE selon le « règlement Novel Food »). En principe, les mutations spontanées qui résultent de la mutagenèse aléatoire sont incontrôlables. L'évolution et donc les mécanismes d'adaptation des plantes ne peuvent pas être soumis à une réglementation légale. Il est toutefois possible de contrôler certains résultats, c'est-à-dire les produits de la sélection conventionnelle, si des indices de risques apparaissent.

⁶<https://www.infogm.org/7440-ogm-de-quoi-parle-t-on?lang=fr>

⁷<https://www.gentechfrei.ch/de/themen/lebensmittel/3028-mutationen-treten-an-besonders-wichtigen-genorten-weniger-oft-auf>

⁸<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6491833/pdf/fpls-10-00525.pdf>

⁹https://www.stopogm.ch/images/stories/STOPOGM/Publication/argumentaires/Fabrication_OGM/Fabrication_dun_OGM_FR.pdf

¹⁰<https://www.nature.com/articles/s41598-017-04556-1>

¹¹<https://www.gentechfrei.ch/de/themen/neue-gv-verfahren/5314-genschere-verursacht-chaos-im-erbgut-von-tomaten>

¹²<https://www.stopogm.ch/index.php/themes/nouvelles-techniques-de-modification-genetiques/716-la-france-face-a-une-reglementation-strictes-des-nouvelles-methodes-de-genie-genetique>

Références

¹Christoph Errass, Genome Editing und kein Ende, in: Jusletter 22. Februar 2021

²<https://www.stopogm.ch/index.php/themes/nouvelles-techniques-de-modification-genetiques/711-un-expert-scientifique-de-bayer-le-confirme-les-mutations-par-edition-genomique-sont-detectables>

³<https://www.bj.admin.ch/bj/fr/home/publiservice/publikationen/berichte-gutachten/2021-03-23.html>

⁴Mahlmann (2022) Parameter der rechtlichen Regulierung der Genom-Editierung in der Schweiz und in Europa.

Rechtsgutachten im Auftrag des BAFU und des BLW

⁵<https://www.infogm.org/7450-gmo-cell-culture-techniques-are-not-traditional?lang=fr>