

- 01 La caméline : un oléagineux nouvellement sous le radar du génie génétique
- 02 L'ingestion de pollen de riz Bt n'est pas toxique pour l'abeille domestique
- 03 Aperçu du paysage réglementaire mondial concernant les cultures modifiées par l'édition du génome
- 04 Objectiver la zone grise entraînée par les techniques d'édition génomique : des pistes pour une démarche intégrée
- 06 **Nouvelles brèves**
 - Proposition de révision de la réglementation sur les plantes génétiquement modifiées (GM) aux États-Unis
 - Consultation sur la modernisation de l'étiquetage des aliments au Canada : indication de la présence des ingrédients génétiquement modifiés (GM)
 - Modification de la teneur en matières grasses de l'huile de soja avec des ciseaux moléculaires
 - Avons-nous besoin d'une nouvelle définition pour les organismes génétiquement modifiés?
 - Les techniques d'édition du génome peuvent-elles être utiles pour les cultures horticoles?
 - Essais en champ d'un blé génétiquement modifié avec une production de biomasse accrue
 - Édition du génome du blé panifiable sans ADN par le système CRISPR-Cas9
 - Les impacts de la betterave à sucre résistante au glyphosate

La caméline : un oléagineux nouvellement sous le radar du génie génétique

Collaboration de Mme Anick Poirier, étudiante en agroéconomie, Université Laval

La caméline est une plante adaptée aux climats tempérés. Comparativement aux autres oléagineux, cette espèce possède une tolérance accrue à la sécheresse et au froid. Depuis le début des années 1980, un certain regain d'intérêt pour ce végétal est observable. Le niveau d'attention accordé à cette culture originaire de l'Europe de l'Est s'explique aisément. En effet, en plus de nécessiter peu d'intrants, le remplacement de produits pétroliers par des biocarburants faits à partir de cette plante contribuerait à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Toutefois, il ne s'agit pas uniquement d'une plante bio-industrielle. L'huile de caméline serait aussi demandée par les épcuriens, avant tout pour son goût ressemblant à la fois à celui du sésame et à celui de la noisette. De plus, les sous-produits résultant du pressage des grains trouvent, eux aussi, d'autres débouchés alimentaires. En effet, depuis 2012, l'ajout de moulée de caméline dans les rations destinées aux poulets et aux bœufs est autorisé aux États-Unis par la Food and Drug Administration. Pour sa part, l'Agence canadienne d'inspection des aliments a autorisé une addition de moulée de caméline pouvant représenter 12 % de la ration destinée à nourrir les poulets à griller, puis a permis d'inclure jusqu'à 10 % de tourteau de caméline dans la ration des poules pondeuses en 2016.

Malgré ces éléments qui font de la caméline une plante multiusage intéressante, la modification du profil des acides gras du grain et l'amélioration des rendements pourraient permettre une production plus en accord avec les principes de développement durable.

Comme la reproduction de cette plante est assurée par une autopolinisation, les risques de dissémination des nouveaux traits sont limités, ce qui restreint l'impact de la création de nouvelles espèces sur la biosécurité. Cependant, à ce jour, la faible variabilité génétique des individus a rendu caduques les démarches visant la création d'hybrides plus performants à partir de méthodes de croisement conventionnelles. De plus, comme il s'agit d'une espèce au génome allohexaploïde, c'est-à-dire que l'expression de la plupart des traits de la plante est contrôlée par plusieurs gènes, son potentiel d'amélioration génétique n'a été que peu étudié.

Par conséquent, les premiers cultivars génétiquement modifiés de caméline n'ont été mis au point que dans les dernières années. Entre autres, en 2015, des chercheurs anglais ont tenté d'optimiser le profil lipidique de la caméline dans le but de faciliter la conservation de l'huile une fois pressée et d'améliorer son profil nutritionnel ainsi que sa résistance aux stress thermiques. La transformation du génome, induite par agrobactéries, a permis l'ajout d'une construction complexe faite de gènes favorisant la synthèse d'acide eicosapentaénoïque (EPA) et d'acide docosahexaénoïque (DHA). Les essais en champ, qui se sont déroulés au Royaume-Uni, ont permis de conclure que les modifications apportées avaient bel et bien contribué à améliorer les rendements en grains et à altérer la composition lipidique de ces derniers.

Selon les chercheurs, malgré la complexité de la génétique de la caméline, tant la volonté de mettre au point de nouveaux biocarburants que la recherche de substituts pour les huiles de poissons justifient la poursuite de tels travaux.

RÉFÉRENCES

- EINSTEIN-CURTIS, A. (2016). *Camelina meal now allowed in layer hen feed in Canada*. Feed-Navigator.com. En ligne : <http://www.feednavigator.com/R-D/Camelina-meal-now-allowed-in-layer-hen-feed-in-Canada>
- GAGNÉ, M. (2016). *La caméline de Matane séduit les grandes toques*. Les Affaires, 25. Édition du 13 août.
- SAINGER, M., et al. (2017). *Advances in genetic improvement of Camelina sativa for biofuel and industrial bio-products*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 68: 623-637.
- USHER, S., et al. (2015). *Field trial evaluation of the accumulation of omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids in transgenic Camelina sativa: Making fish oil substitutes in plants*. Metabolic Engineering Communication 2: 93-9.
- VOLLMANN, J. & C. EYNCK (2015). *Camelina as a sustainable oilseed crop: Contributions of plant breeding and genetic engineering*. Biotechnology Journal 10(4): 525-535.

L'ingestion de pollen de riz *Bt* n'est pas toxique pour l'abeille domestique

Collaboration de M. Olivier D'Amours, analyste de recherche en agroalimentaire, MAPAQ

Le recours aux cultures génétiquement modifiées (GM) résistantes aux insectes se veut une solution de rechange à l'utilisation des pesticides. Le développement de lignées résistantes aux insectes implique l'insertion, dans le génome de la plante, de gènes *cry* dérivés de la bactérie *Bacillus thuringiensis* (*Bt*). Les toxines Cry, alors exprimées par la plante GM, affectent le système digestif des insectes, lesquels cessent de s'alimenter et meurent de faim. Par son importance économique et écologique, l'abeille domestique (*Apis mellifera*) est couramment utilisée pour l'évaluation des risques environnementaux associés aux cultures GM résistantes aux insectes. Située dans la tête de l'abeille, la glande hypopharyngienne synthétise une substance protéique, appelée « gelée royale », utilisée pour nourrir la reine et les larves. Le degré de développement de la glande hypopharyngienne des abeilles est ainsi étroitement lié à la santé d'une colonie et largement utilisé comme indicateur de toxicité du pollen transgénique ou de composés insecticides.

Deux lignées de riz *Bt*, exprimant les gènes *cry2A* ou *cry1C*, ont récemment été développées pour résister aux lépidoptères. Des équipes chinoises, en collaboration avec le Biosafety Research Group d'Agroscope en Suisse, ont évalué la toxicité du pollen de ces deux lignées de riz *Bt* pour les abeilles ouvrières¹. Qu'elles soient exposées au pollen *Bt* ou à une dose élevée de Cry2A ou Cry1C purifiée, aucun effet négatif n'a été observé sur la survie des ouvrières ou le développement de leur glande hypopharyngienne. Les auteurs de l'étude concluent que l'utilisation de ces deux lignées de riz *Bt* pose un risque négligeable pour les abeilles ouvrières. Ces résultats complètent et appuient une étude précédente du même groupe, qui avait alors évalué la toxicité des toxines Cry2A et Cry1C sur les larves d'abeilles domestiques². Les auteurs soulignent également que les résultats obtenus chez le riz concordent avec ceux obtenus chez le maïs et le coton *Bt*, où les toxines de types Cry1, Cry2 ou Cry3 ne réduisaient pas la survie ou le développement des abeilles domestiques.



RÉFÉRENCES :

1. WANG, Y., et al. (2016). *Ingestion of Bt rice pollen does not reduce the survival or hypopharyngeal gland development of Apis mellifera adults*. Environmental Toxicology and Chemistry, DOI: 10.1002/etc.3647.
2. WANG, Y., et al. (2015). *Toxicological, biochemical, and histopathological analyses demonstrating that Cry1C and Cry2A are not toxic to larvae of the honeybee, Apis mellifera*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 63: 6126–6132. DOI: 10.1021/acs.jafc.5b01662.

Aperçu du paysage réglementaire mondial concernant les cultures modifiées par l'édition du génome

Le paysage agricole mondial concernant la commercialisation des cultures génétiquement modifiées (GM) est disparate. Une nouvelle avancée en sélection végétale, l'édition du génome, est de plus en plus utilisée dans les laboratoires pour modifier les espèces végétales. On parle alors des techniques des nucléases à doigts de zinc (ZFN), des TALEN (*transcription activator-like effector nucleases*), du système CRISPR-Cas9 (*clustered regularly interspaced short palindromic repeat*), de la jonction d'extrémités non homologues (*non-homologous end-joining ou NHEJ*), qui est un mécanisme de réparation de la cassure du double brin d'ADN, etc. Des plantes issues de ces techniques arrivent maintenant aux portes des agences de réglementation pour être approuvées. Si les plantes issues de modifications par l'édition du génome ne contiennent pas de transgène, ou de gène étranger ou supplémentaire, doivent-elles être évaluées comme des OGM ou non? Actuellement, à l'échelle internationale, il n'est pas clairement établi que les plantes produites par ces nouvelles techniques de génie génétique doivent être définies comme des OGM au sens des différentes réglementations en la matière, puisqu'elles ne sont pas différenciables des plantes cultivées de manière conventionnelle.

Les chercheurs s'attendent à ce que l'édition du génome rende les cultures GM plus socialement acceptables, car la technologie peut être utilisée pour développer des variétés de cultures sans introduire de transgènes. L'ajout de transgènes, qui parfois ne viennent pas de la même espèce, a entravé l'examen réglementaire et l'acceptation par le public des cultures GM. Une étude de chercheurs de l'Office of Health and Safety au Japon fait état des processus de réglementation des OGM basés sur le produit final ou sur la procédure (voir la figure à la page 16). Ils font ensuite une comparaison avec les approbations récentes de plantes GM réalisées avec l'édition génomique dans différents pays et vérifient si ces pays ont ratifié le Protocole de Cartagena. Les chercheurs mentionnent notamment les réponses réglementaires des États-Unis, de l'Argentine, de la Suède et de la Nouvelle-Zélande.

ÉTATS-UNIS

- ▶ En 2012, une déclaration officielle faite par l'Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) de l'United States Department of Agriculture (USDA) a révélé que, si une variété de maïs issue de NHEJ utilisant des ZFN n'a pas de transgène dérivé d'un « ravageur », elle sera considérée comme un organisme non réglementé.
- ▶ En avril 2016, un premier champignon résistant au brunissement, modifié par le système CRISPR-Cas9, a été déréglementé afin qu'il soit autorisé pour la commercialisation. Ce champignon blanc commun (*Agaricus bisporus*) est donc la première espèce modifiée génétiquement par ce système à être autorisée. Le fait qu'il ne contient aucun ADN étranger est à la base de cette décision.

ARGENTINE

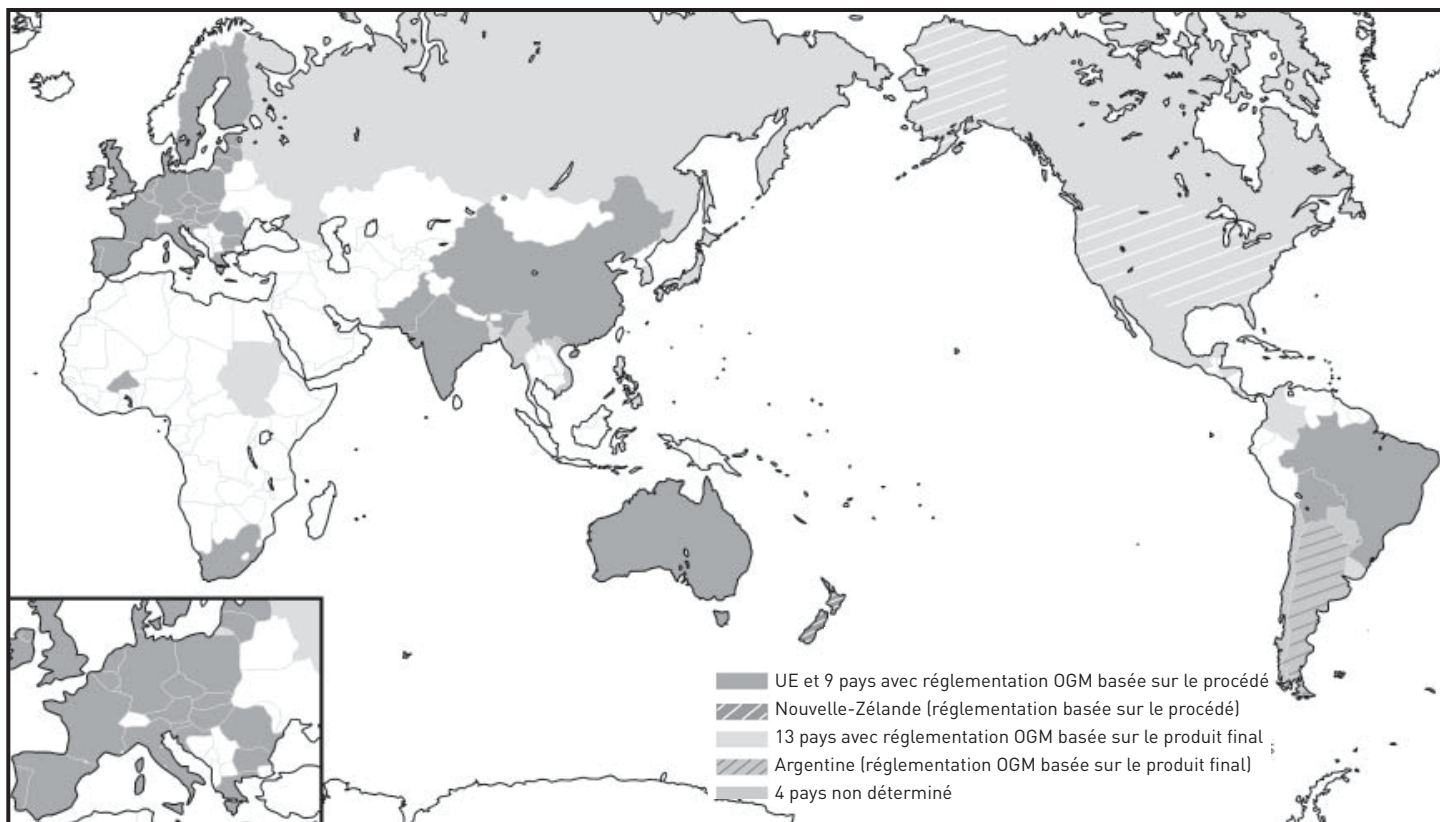
- ▶ En 2015, la première réglementation mondiale relative aux nouvelles techniques d'amélioration des plantes, y compris l'édition du génome, a été publiée (résolution n° 173/2015). Elle indique explicitement que certains produits sans transgène peuvent ne pas être couverts par la réglementation sur les OGM basée sur l'analyse du produit final.

NOUVELLE-ZÉLANDE

- ▶ En 2016, la Nouvelle-Zélande, qui a adopté une réglementation sur les OGM basée sur les procédés, amende un règlement en vertu de la loi de 1996 sur les substances dangereuses et les nouveaux organismes. Il a été décidé que les plantes obtenues par mutagenèse chimique et par radiation de façon conventionnelle, utilisées en Nouvelle-Zélande au plus tard le 29 juillet 1998, ne sont pas considérées comme des OGM en vertu de la loi HSNO de 1996 (EPA, 2015). Le règlement modifié semble donc inclure les nouvelles plantes issues de l'édition du génome comme des OGM.

SUÈDE

- ▶ Des chercheurs universitaires travaillant sur deux variétés de l'arabette des dames (*Arabidopsis thaliana*) modifiées par le système CRISPR-Cas9 ont consulté le Conseil suédois de l'agriculture pour savoir si ces plantes étaient des OGM ou non.
- ▶ En 2015, le Conseil a conclu que ces plantes sans transgène ne sont pas soumises à des réglementations de l'Union européenne (UE) fondées sur la définition des OGM. Cependant, il convient de noter que cette conclusion ne reflète pas les décisions du ministère de l'Agriculture ou de l'UE.



Le paysage réglementaire international concernant les OGM. Les États-Unis (réglementation sur les OGM basée sur les produits), l'Argentine (réglementation sur les OGM basée sur les produits) et la Nouvelle-Zélande (réglementations sur les OGM basée sur les procédés) sont mis en évidence par des bandes parce qu'ils ont fait en sorte que la réglementation réponde aux cultures modifiées par l'édition du génome.

CANADA

Le chercheur Stuart J. Smyth, du Department of Agricultural and Resource Economics de l'Université de la Saskatchewan, s'est penché sur l'aspect de la réglementation canadienne sur les techniques d'édition du génome dans un article publié, à la fin de l'année 2016, dans la revue *GM Crops & Food*.

L'approche du Canada à l'égard des technologies d'édition de gènes ne diffère pas des autres technologies qui les ont précédées, en ce sens que, si l'édition de gènes crée un produit nouveau, les règlements canadiens sur les végétaux à caractère nouveau (VCN) sont utilisés, ce qui entraîne une surveillance réglementaire supplémentaire de l'allergénicité, de la toxicité et des effets sur les organismes non ciblés. Bien qu'il n'existe pas de norme officielle ou de définition du terme « nouveau », les sélectionneurs canadiens utilisent une règle empirique selon laquelle, si le trait spécifique qu'ils choisissent s'exprime, dans une proportion de 20 à 30 %, plus ou moins que les variétés conventionnelles, ils doivent amorcer des discussions avec les organismes de réglementation au sujet de l'application des règlements sur les VCN. Ces règlements s'appliquent à toutes les variétés végétales ayant un caractère nouveau, indépendamment de la façon dont elles ont été développées, soit la modification génétique, la mutagenèse ou même la reproduction conventionnelle. On s'attend à ce que certaines des technologies d'édition du génome puissent permettre de concevoir des produits qui sont des VCN et d'autres, non. Les

variétés végétales qui sont assujetties aux règlements sur les VCN exigent un statut officiel de libération dans l'environnement de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) et de Santé Canada avant d'être enregistrées comme variétés commerciales par l'industrie. Deux produits récemment approuvés, les pommes et les pommes de terre antibrunissement, illustrent comment le Canada réglemente les technologies d'édition de gènes.

- ▶ Une suppression de l'activité du gène d'une enzyme provoquant le brunissement a permis de développer des variétés de pommes Golden Delicious et Granny Smith qui ne brunissent plus, par exemple, lorsqu'elles sont coupées. Les organismes de réglementation ont pris près de quatre ans pour approuver ces variétés de pommes, soit près du double du temps requis pour d'autres produits GM. Ce délai réglementaire additionnel pour l'évaluation des risques peut être partiellement justifié par le fait qu'il s'agissait de la première pomme GM à être soumise à l'approbation de nouvelles variétés pour l'ACIA et Santé Canada. Ils devaient tout d'abord s'assurer que celles-ci étaient essentiellement équivalentes aux variétés existantes déjà sur le marché. Ils ont ensuite vérifié si la valeur nutritionnelle des pommes n'était pas modifiée par le changement au regard de l'oxydation. Il a été déterminé que ces pommes modifiées ne présentaient pas un risque plus important pour la santé humaine que les pommes actuellement offertes sur le marché canadien.

► La récolte, le stockage et le transport des pommes de terre entraînent fréquemment la présence de taches brunes dues à des contusions sur le légume, ce qui entraîne des déchets tout au long de la chaîne d’approvisionnement. La compagnie Simplot a développé une nouvelle variété de pommes de terre en utilisant la technologie de l’acide ribonucléique (ARN) interférent pour modifier l’expression des gènes responsables des ecchymoses. Simplot estime que sa nouvelle pomme de terre, nommée Innate^{MC}, présente une réduction de 44 % des taches brunes. Cette variété de pommes de terre a également une plus faible expression de l’asparagine, ce qui diminue le potentiel de formation d’acrylamide, une substance cancérigène produite dans les pommes de terre lorsqu’elles sont cuites ou frites à haute température. Ce n’était pas la première variété de pommes de terre GM à être soumise à l’évaluation des risques au Canada ou aux États-Unis. Le délai pour l’évaluation des risques de cette variété a été considérablement plus court que dans le cas de la pomme, soit un peu plus de douze mois. Après avoir adopté une approche diligente en matière d’évaluation des risques d’un produit issu d’une nouvelle technologie d’amélioration génétique et conçu directement pour la consommation humaine, comme les pommes GM, les organismes de réglementation de l’ACIA et de Santé Canada avaient des données documentées sur la sécurité et l’équivalence substantielle qui ont aidé à l’examen des pommes de terre GM Innate^{MC}.

Plusieurs autres plantes issues des techniques d’édition du génome sont en développement et devraient arriver aux portes des agences de réglementation canadiennes dans les prochaines années.

Pour l’instant, alors que les agences de réglementation américaines ont annoncé publiquement que les produits issus de technologies telles que le système CRISPR (sans transgène ni effet pesticide impliqués) ne seront pas réglementés comme des produits de la biotechnologie, mais simplement traités comme des produits de la sélection conventionnelle des plantes, les régulateurs canadiens n’ont pas fait une telle déclaration. Le Canada réglemente en fonction de la nouveauté du trait, indépendamment de la technologie de sélection utilisée pour développer la nouvelle variété. Cela signifie que la mutagenèse conventionnelle, l’insertion génétique traditionnelle ou l’une des nouvelles techniques d’édition du génome pourront aboutir à une nouvelle variété qui sera définie comme un VCN.

ISHII, T. & M. ARAKI (2016). *A future scenario of the global regulatory landscape regarding genome-edited crops*, *GM Crops & Food*, DOI:10.1080/021645698.2016.1261787

SMYTH, S. J. (2016): *Canadian regulatory perspectives on genome engineered crops*, *GM Crops & Food*, DOI:10.1080/021645698.2016.1257468

Objectiver la zone grise entraînée par les techniques d'édition génomique : des pistes pour une démarche intégrée

Collaboration de Mme Anick Poirier, étudiante en agroéconomie, Université Laval

Comme les techniques d'édition génomique sont considérées comme des procédés de mutagenèse par les uns et de biotechnologie moderne par les autres, aucune tendance majeure ne ressort vraiment quant à l'encadrement applicable lors de la commercialisation des espèces qui en sont issues.

Cette situation s'explique en partie par l'absence d'un consensus permettant de classer les espèces, mises au point grâce à l'action d'acides ribonucléiques ou d'enzymes, comme étant des organismes génétiquement modifiés (OGM) ou non. Ainsi, dans certains pays, l'utilisation de techniques d'édition du génome permet de contourner certaines étapes administratives qui auraient été nécessaires pour la commercialisation d'une espèce génétiquement modifiée (GM) à l'aide de procédés biotechnologiques plus classiques.

En quelque sorte, les progrès scientifiques des deux dernières décennies ont engendré une certaine zone grise dont l'ampleur sociale et économique est pour le moment inconnue.

Dans le but de remédier à cette situation, une équipe de chercheurs argentins propose une structure permettant de comparer les démarches nécessaires à la mise en marché du canola Cibus^{MC}, mis au point par l'édition du génome, et du canola GM. Selon ces chercheurs, l'accomplissement de ce travail devrait être au cœur des priorités de recherche puisque, dans plusieurs pays, la législation entourant ces nouvelles technologies est un enjeu actuel qui ne fait pas encore l'objet d'une position tranchée. Les conclusions d'une telle étude offriraient aux décideurs et aux chercheurs de nombreux outils permettant de mieux comprendre l'impact des lois et des règlements sur l'acceptation des nouvelles technologies.

Par ailleurs, ces chercheurs soulignent aussi que les décisions, actuelles et futures, concernant les produits issus de l'édition du génome sont susceptibles d'avoir une influence au moins équivalente à celle des décisions qui ont été prises dans le cas des OGM. L'étude des éléments soulevés par les chercheurs argentins permettrait, à terme, de dégager de grandes lignes en matière de meilleures pratiques législatives relatives aux innovations technologiques plus controversées.

WHELAN, A. I. & M. A. LEMA (2017). A research program for the socioeconomic impacts of gene editing regulation. *GM Crops & Food*: 52-61.

SPRINK, T., et al. (2016). Regulatory hurdles for genome editing: process- vs. product-based approaches in different regulatory contexts. *Plant Cell Reports* 35(7): 1493-1506.

Nouvelles brèves

Proposition de révision de la réglementation sur les plantes génétiquement modifiées (GM) aux États-Unis

Le 18 janvier 2017, l'Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) de l'United States Department of Agriculture (USDA) a publié un projet de révision de ses règlements sur la biotechnologie concernant l'innovation dans l'amélioration des plantes afin de mettre à jour le *Plant Protection Act*, adopté en l'an 2000. La période de réception de commentaires est en cours jusqu'au 19 juin prochain.

L'APHIS propose aussi de réviser ses règlements concernant l'importation, le mouvement interétatique et la dissémination dans l'environnement de certains OGM afin de mettre à jour ces règlements en réponse aux progrès du génie génétique et des connaissances scientifiques. Il s'agirait de la première révision de ces règlements depuis leur création, qui a eu lieu en 1987. La période de réception de commentaires est en cours jusqu'au 19 mai prochain.

En parallèle, le 19 janvier dernier, la Food and Drug Administration (FDA) a publié deux notices dans le registre fédéral :

- ▶ Elle annonçait l'établissement d'un dossier pour la réception de commentaires sur l'utilisation des techniques d'édition du génome pour la production de nouvelles variétés de plantes qui seront utilisées pour la nourriture humaine ou animale. Elle invite le public à formuler des commentaires sur des questions spécifiques relatives aux aliments dérivés de variétés végétales modifiées par le génome. La FDA prend cette mesure pour éclairer sa réflexion sur les aliments dérivés de ces nouvelles variétés. Les commentaires peuvent être soumis de façon électronique ou écrite avant le 19 avril 2017.
- ▶ Elle annonçait l'adoption d'un projet d'orientation pour l'industrie intitulé *Réglementation de l'ADN génomique modifié intentionnellement chez les animaux*. Ce projet de directive est une révision du *Règlement sur les animaux génétiquement modifiés contenant des constructions d'ADN recombinant héréditaire* (GFI n° 187). Ce document vise à clarifier les exigences et les recommandations de la FDA pour les producteurs et les développeurs d'animaux GM et de leurs produits dérivés. Les commentaires peuvent être soumis de façon électronique ou écrite avant le 19 avril 2017.

USDA Requests Public Input on Revision of Biotechnology Regulations. En ligne : https://www.aphis.usda.gov/aphis/newsroom/news/!ut/p/z1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfljo8ziffxNnA2dgg183N0CXA0cQ_29nDz9DIwM_Ez1w1EV-ld5mBk4uoaEhvhZGDp5WhrpRxGj3wAHcDQgTj8eBVH4jQ_Xj8JvhRm6AixeJGRJQW5oalRBpicAJxAlDg!/?1dmy&urile=wcm%3apath%3a%2Faphis_content_library%2Fsa_newsroom%2Fsa_stakeholder_announcements%2Fsa_by_date%2Fsa-2017%2Fsa-01%2Fsa_340_pr_availability.

Animal and Plant Health Inspection Service. *Importation, Interstate Movement, and Environmental Release of Certain Genetically Engineered Organisms*. *Federal Register*, vol. 82, n° 12, 19 janvier 2017, Proposed Rules. En ligne : <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2017-01-19/pdf/2017-00858.pdf>.

FDA. *Genome Editing in New Plant Varieties Used for Foods; Request for Comments*. *Federal Register*, vol. 82, n° 2, 19 janvier 2017, Notices. En ligne : <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2017-01-19/pdf/2017-00840.pdf>.

FDA. *Regulation of Intentionally Altered Genomic DNA in Animals; Draft Guidance for Industry; Availability*. *Federal Register*, vol. 82, n° 12, 19 janvier 2017, Notices. En ligne : <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2017-01-19/pdf/2017-00840.pdf>.

Consultation sur la modernisation de l'étiquetage des aliments au Canada : indication de la présence des ingrédients génétiquement modifiés (GM)

L'initiative de modernisation de l'étiquetage des aliments a été lancée par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) en 2013. Le 1^{er} décembre 2016, dans le cadre de cette initiative visant une meilleure information transmise aux consommateurs lors de l'achat de produits alimentaires, l'ACIA a lancé une consultation en ligne sur les propositions clés de cette modernisation. Dans son questionnaire détaillé, l'ACIA n'indique pas l'obligation de déclarer la présence d'ingrédients GM. Elle explique que « les entreprises peuvent volontairement ajouter des informations sur la présence d'OGM dans les produits ». Santé Canada exige l'étiquetage obligatoire de l'aliment GM et de tout autre aliment seulement si un risque pour la santé est observé, si une substance allergène est présente ou si un changement a été apporté dans la composition de l'aliment. La consultation a pris fin le 28 février 2017.

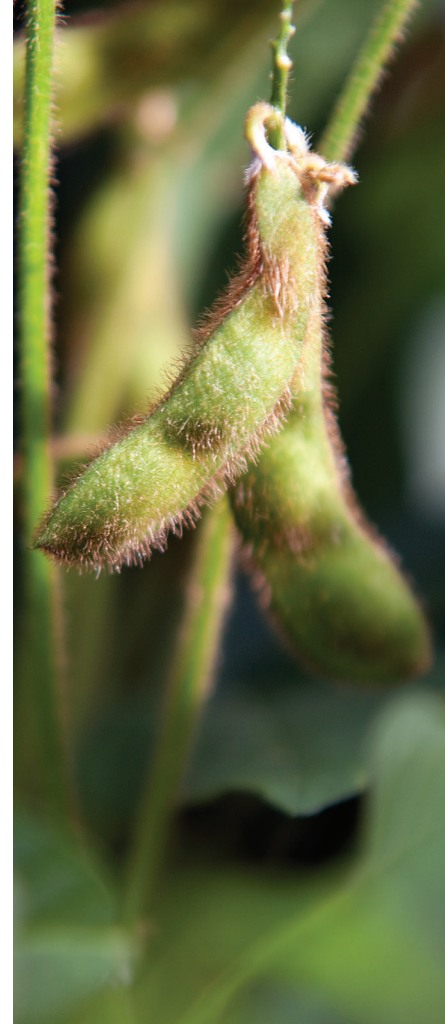
ACIA, consultation : <http://www.inspection.gc.ca/aliments/etiquetage/initiative-de-modernisation-de-l-etiquetage/fra/1370111174659/1370111346666>.

Flash Agri, décembre 2016 : http://fr.franceintheus.org/IMG/pdf/flash_agri_decembre_finale.pdf.

Modification de la teneur en matières grasses de l'huile de soja avec des ciseaux moléculaires

Une équipe du Center for Genome Engineering de l'Institute for Basis Research (IBS) en Corée du Sud a réussi à éditer deux gènes qui contribuent à la teneur en matières grasses de l'huile de soja, en utilisant la nouvelle technologie CRISPR-Cpf1, une solution de rechange à l'outil d'édition de gènes CRISPR-Cas9. Les résultats de cette nouvelle méthode d'édition de gènes de plantes sont publiés dans un récent numéro de *Nature Communications*. Les gènes modifiés font partie de la voie métabolique qui convertit l'acide oléique en acide linoléique polyinsaturé. Avec cette modification, le pourcentage d'acide oléique dans les graines de soja augmente, ce qui se traduit par une huile plus saine. La méthode CRISPR-Cpf1 s'est avérée une technique efficace et qui est 100% sans ADN étranger. Elle élimine l'introduction d'ADN étranger par l'utilisation de crRNAs (acides ribonucléiques [ARN] guides) chimiquement synthétisés. Les scientifiques de l'IBS ont également découvert au moins trois avantages du système CRISPR-Cpf1 par rapport à l'outil CRISPR-Cas9 : i) ce système utilise des ARN guides plus courts, de sorte qu'ils peuvent être synthétisés chimiquement; ii) la coupure produite crée de plus grandes délétions (sept paires de bases) dans le gène cible, ce qui est bon pour rendre celui-ci complètement inopérant; iii) le type de coupure pourrait aider d'autres processus d'édition de gènes.

KIM, H. et al. (2017). *CRISPR/Cpf1-mediated DNA-free plant genome editing*. *Nature Communications* DOI: 10.1038/ncomms14406.



Avons-nous besoin d'une nouvelle définition pour les organismes génétiquement modifiés?

Le 14 février 2017 se tenait en Allemagne la conférence *Avons-nous besoin d'une nouvelle définition pour les organismes génétiquement modifiés (OGM)?*, organisée conjointement par l'académie des sciences allemande Leopoldina, l'agence allemande des moyens pour la recherche et le conseil allemand d'éthique. Avec l'arrivée des techniques d'édition du génome, la question de nouvelles définitions scientifiques pour ces moyens d'obtention d'OGM se pose. Il est, par exemple, difficile de déterminer si une modification génomique est une mutation naturelle, si elle est issue d'une technique de sélection conventionnelle ou l'objet d'une manipulation de biologie moléculaire ciblée, alors que la loi allemande en matière de génétique accorde beaucoup d'importance à la différence entre les modifications d'ordre « naturel » et celles d'ordre « non naturel ». Cette conférence sous forme de discussion souhaitait entraîner une réflexion sur les considérations scientifiques, juridiques et éthiques de la réglementation sur les OGM. L'importance du renforcement de la distinction entre sélection naturelle et édition du génome, notamment dans la législation, a été soulignée. La Cour européenne de justice est actuellement en train de trancher la question, à savoir si les organismes dont le génome a été édité tombent sous le coup de la législation sur les OGM. Il a été souligné qu'il est capital d'obtenir une décision basée sur des faits scientifiques et non sur les peurs, et que l'importance est le résultat final et non la méthode permettant d'y parvenir.

SPEISER, Claire. *Discussion transdisciplinaire : Vers une nouvelle définition du génie génétique?* Portail pour la science de l'Ambassade de France en Allemagne, 17 février 2017. En ligne : <http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/politique-etrangere-de-la-france/diplomatie-scientifique/veille-scientifique-et-technologique/allemande/article/discussion-transdisciplinaire-vers-une-nouvelle-definition-du-genie-genetique>.

Les techniques d'édition du génome peuvent-elles être utiles pour les cultures horticoles?

Saminathan Subburaj de l'Université nationale de Chungnam en Corée du Sud ainsi que des chercheurs de diverses institutions académiques ont décrit, dans un récent numéro de la revue *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, les principes de base des techniques d'édition du génome (TEG) et leurs utilisations potentielles pour l'amélioration des traits des cultures horticoles. Contrairement aux autres outils d'amélioration génétique, les TEG permettent aux gènes d'être réduits au silence ou mutés d'une manière plus précise. Depuis leur découverte, les enzymes nucléases ont été largement appliquées pour modifier les génomes de nombreuses cultures horticoles et des plantes modèles, et obtenir les traits souhaités. Les chercheurs relatent l'utilisation des TEG pour modifier les parfums dans les grains de riz, produire des arbres et des arbustes horticoles semi-nains non transgéniques, obtenir un phénotype de plantule de tomate plus grand, augmenter la durée de conservation des légumes, des fruits et des fleurs (tomate, pomme de terre, pétunia), créer de la résistance à des maladies et à des virus (blé, riz, tabac, tomate), modifier divers métabolites secondaires dans les tissus végétatifs végétaux (ex. : anthocyanine chez le pétunia, sucre, contenu en huile ou composés jouant sur le développement des graines).

Pour plus de détails : SUBBURAJ, S., *et al.* (2016) *Targeted genome editing, an alternative tool for trait improvement in horticultural crops.* *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 57 : 531, DOI:10.1007/s13580-016-0281-8. En ligne: <http://link.springer.com/article/10.1007/s13580-016-0281-8>.



Essais en champ d'un blé génétiquement modifié avec une production de biomasse accrue

Au Royaume-Uni, le ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales (DEFRA) a autorisé le Rothamsted Research à mener des essais en champ de plants de blé génétiquement modifiés (GM) qui effectueraient plus efficacement la photosynthèse. Ces essais permettront d'évaluer la performance des plants sur le terrain. Les scientifiques du Rothamsted Research, ainsi que des chercheurs de l'Université d'Essex et de l'Université de Lancaster, ont mis au point ces plants de blé présentant une efficacité accrue pour convertir l'énergie du soleil en biomasse. Ces plants ont été conçus pour produire des niveaux accrus de l'enzyme SPBase, impliquée dans le processus de photosynthèse, en introduisant un gène SPBase du brome rigide (*Brachypodium distachyon*), une espèce végétale liée au blé et utilisée comme modèle dans des expériences de laboratoire. Les essais seront effectués sur deux ans (2017-2019).

Rothamsted Research News. *Rothamsted Research is Granted Permission by Defra to Carry out Field Trial with GM Wheat Plants*, 1^{er} février 2017.
En ligne : <http://www.rothamsted.ac.uk/news-views/rothamsted-research-granted-permission-defra-carry-out-field-trial-with-gm-wheat-plants>.



Édition du génome du blé panifère sans ADN par le système CRISPR-Cas9

Des efforts considérables sont déployés à l'échelle internationale pour optimiser le système CRISPR-Cas9 et entraîner des améliorations encore plus précises des cultures. Éviter l'intégration des transgènes et réduire les mutations hors cible sont les points les plus importants de l'optimisation de cette technique. Des chercheurs de l'équipe de Zhen Liang de la Chinese Academy of Sciences décrivent, dans *Nature Communications*, une méthode efficace d'édition du génome du blé panifère en utilisant les génomes CRISPR-Cas9 ribonucléoprotéines (RNP). À partir de la préparation des RNP, le protocole entier dure seulement de sept à neuf semaines pour la production de quatre à cinq mutants indépendants réalisés avec 100 embryons de blé immatures. Le séquençage en profondeur révèle que le risque de mutations non ciblées dans les cellules de blé est beaucoup plus faible dans l'édition du génome RNP que dans l'édition avec l'ADN standard du système CRISPR-Cas9. En accord avec cette découverte, aucune mutation hors cible n'a été détectée dans les plants de blé modifiés évalués. Comme aucun ADN étranger n'est utilisé dans l'édition du génome CRISPR-Cas9 RNP, les mutants obtenus sont totalement exempts de transgènes. Les chercheurs estiment que cette méthode pourrait s'appliquer à la production d'autres plantes modifiées par le génome.

LIANG, Z., et al. (2017) *Efficient DNA-free genome editing of bread wheat using CRISPR/Cas9 ribonucleoprotein complexes*. *Nature Communications* 8, Article number: 14261 doi:10.1038/ncomms14261.

Les impacts de la betterave à sucre résistante au glyphosate

Collaboration de M. Olivier D'Amours, analyste de recherche en agroalimentaire, MAPAQ

Une courte revue de la littérature portant sur l'impact de la betterave à sucre résistante au glyphosate est à paraître dans le journal *Pest Management Science*. Aux États-Unis, 55 % du sucre produit provient de la betterave à sucre. Bien que les États-Unis soient le quatrième producteur mondial de betterave à sucre, cette production y demeure une activité agricole mineure. Cela a contribué à limiter l'homologation de pesticides adaptés à cette culture. Selon le chercheur Don Morishita du Kimberly Research and Extension Center de l'Université de l'Idaho, l'offre commerciale de semences de betterave à sucre résistante au glyphosate a permis l'adoption d'une meilleure régie de contrôle des mauvaises herbes, donnant lieu à des économies de l'ordre de 120 \$ par hectare. La betterave à sucre résistante au glyphosate a ainsi connu un taux d'adoption supérieur aux autres cultures, si bien qu'aujourd'hui, 99 % de la betterave à sucre cultivée aux États-Unis est résistante au glyphosate. Enfin, l'auteur de l'étude énumère les cinq caractéristiques agronomiques de la betterave à sucre qui en font la meilleure culture pouvant recevoir le gène de résistance au glyphosate, devant la luzerne, le maïs, le coton et le soja. Par exemple, le fait que la betterave soit récoltée avant la floraison rend pratiquement nul le risque de contamination par le pollen dans les champs voisins de betterave non transgénique.

MORISHITA, D.W., [2017]. *Impact of glyphosate-resistant sugar beet*. *Pest Management Science*, DOI: 10.1002/ps.4503.

Pour de plus amples renseignements sur le contenu de ce bulletin ou pour transmettre des informations ou des commentaires, vous pouvez vous adresser à :

Madame France Brunelle,
biochimiste Ph. D.
Conseillère scientifique expert
en biotechnologie

**Direction de l'appui à la recherche
et à l'innovation**

200, chemin Sainte-Foy, 10^e étage
Québec (Québec) G1R 4X6



418 380-2100, poste 3196



418 380-2162



france.brunelle@mapaq.gouv.qc.ca

Ce bulletin est destiné aux membres de la cellule de veille OGM et ne peut être diffusé sans l'autorisation préalable des auteurs.

SOYEZ DES NÔTRES À LA PROCHAINE