

abq

ASSOCIATION DES BIOLOGISTES DU QUÉBEC

**Les organismes génétiquement modifiés (OGM) :  
pour une approche éclairée et équitable**





ASSOCIATION DES BIOLOGISTES DU QUÉBEC

Mémoire sur

Les organismes génétiquement modifiés (OGM) :  
pour une approche éclairée et équitable

Juin 2002

Association des biologistes du Québec  
1208, rue Beaubien Est, bureau 102  
Montréal (Québec)  
H2S 1T7  
tél. (514) 279-7115  
courriel : [abq@qc.aira.com](mailto:abq@qc.aira.com)  
site internet : <http://www.abq.qc.ca>



## RÉSUMÉ

---

Le développement rapide de nouvelles biotechnologies exploitées dans divers secteurs économiques – l'agro-alimentaire et la pharmaceutique en sont des exemples – constitue un important bouleversement, une révolution technologique, dans plusieurs de ces secteurs. En général, c'est la promesse d'une plus grande productivité qui sous-tend ces innovations. Elles permettent d'envisager une amélioration des conditions de vie des populations par une plus grande sécurité alimentaire et le développement de nouveaux traitements médicaux. Cependant, par ces mêmes applications, les nouvelles biotechnologies atteignent et même menacent l'intégrité physique des personnes. Les implications environnementales ne sont pas moins importantes, quand on envisage de façon théorique les impacts sur les milieux naturels qui peuvent découler de ces techniques.

Nous croyons qu'un véritable débat sur les OGM (organismes génétiquement modifiés) reste toujours à faire. Jusqu'à maintenant, ce sont les investisseurs et les gouvernements qui ont décidé où se situait le plus grand intérêt de la collectivité. Les gains économiques potentiels sont considérables pour l'économie canadienne. Il ne faut toutefois pas que ces gains se fassent au détriment de la santé, de l'environnement et de la liberté de choix des citoyens. Le débat public est quant à nous le meilleur moyen d'en arriver à un équilibre entre ces différents intérêts.

Le présent mémoire a été rédigé afin d'attirer l'attention des décideurs et du grand public sur les enjeux de l'apparition des produits des nouvelles biotechnologies, en faisant le point sur les conséquences qu'ils entraînent pour la santé et pour l'environnement. Le nécessaire débat sur les OGM pourra ainsi, nous le souhaitons, prendre un élan.

Dans nos recommandations, nous visons spécifiquement les règles d'accréditation des OGM. Nous croyons en effet que les processus actuels ne tiennent pas pleinement compte des risques que posent les nouveaux OGM pour la santé et l'environnement. Il faut donc revoir en profondeur ces processus afin de réduire la tolérance au risque, de les rendre plus transparents, de favoriser la recherche indépendante et d'allonger la période d'examen des nouveaux organismes. Au bout du compte, c'est à un comité multidisciplinaire, plus susceptible de représenter l'ensemble des intérêts présents dans la société, que devrait revenir la décision finale d'accréditer ou non un OGM.

Plusieurs de nos recommandations visent par ailleurs à réduire les risques liés à l'échappement des organismes génétiquement modifiés, et principalement des transgènes, en milieu non contrôlé. À cet effet, nous croyons qu'il n'existe actuellement aucun moyen efficace de confinement et que ces moyens restent à développer pour s'assurer de la sécurité à long terme des nouveaux OGM pour les écosystèmes, l'économie – qui en dépend – et la santé.



Un autre élément central qui se dégage de ce document vise les droits de propriété sur les OGM. Nous soulevons un questionnement sur les conséquences que cette pratique entraîne sur l'indépendance des agriculteurs face aux grandes entreprises semencières et à leurs produits, ainsi que sur l'apparition d'un oligopole et son contrôle éventuel de la sécurité alimentaire mondiale. Par ailleurs, nous mettons en lumière le fait que tout en détenant un droit de propriété sur des organismes vivants, les grandes entreprises ne peuvent faire la démonstration que ces organismes sont totalement sous leur contrôle et échappent à des processus biologiques aussi simples que la reproduction sexuée. Nous en concluons que dans l'état actuel des choses, le droit de propriété devrait exclure des organismes vivants dans leur entièreté. Alternativement, des droits sur des méthodes de transgénèse ou sur des séquences d'ADN – construites par l'humain et absentes du monde naturel – pourraient continuer à être accordés afin de protéger les intérêts économiques des investisseurs.

Le dernier élément majeur dont nous discutons porte sur l'information. Dans toutes les sphères d'application des OGM, il est essentiel que la transparence et le droit du public à l'information soient centraux. Ainsi, nous préconisons l'étiquetage obligatoire des aliments OGM ou issus d'OGM, ainsi qu'une disponibilité élargie d'information sur ces aliments, leurs méthodes de production et leurs effets potentiels sur la santé et l'environnement. Cela aura pour effet d'abord de permettre le libre choix des personnes face à ces nouveaux produits, mais aussi de créer un équilibre sur le marché qui corresponde aux intérêts de la majorité, et non pas aux intérêts d'une minorité de corporations.

Contrairement aux promoteurs des OGM, dont font partie l'industrie et les gouvernements, qui sous-estiment la nouveauté de ces organismes et leurs impacts potentiels sur la santé, l'environnement, l'économie et la société, nous sommes d'avis que les OGM amènent un réel bouleversement dans nos méthodes de production agricole, dans notre alimentation, dans notre système médical, etc. À ce titre, nous estimons que des choix de société doivent être faits dès maintenant pour encadrer leur essor, dans une optique de développement durable.

Avant de débattre du niveau de risque associé à un organisme génétiquement modifié en particulier et de déterminer si l'on est prêt à accepter ce risque en tant que collectivité, il serait bon de se poser des questions fondamentales quant à l'organisation de nos modes de production alimentaire et de nos services de soins de santé.

Il est clair que le débat sur les OGM ne se limite pas à leur innocuité alimentaire, ni aux risques de pollution génique, ni aux impacts de leur emploi sur les écosystèmes. Il faut également cerner les intérêts en jeu. Si l'on fait un bilan éclairé des avantages et des inconvénients de leurs applications, qui retire des bénéfices des nouvelles biotechnologies ? Est-ce que ces avantages et ces inconvénients sont également répartis entre les consommateurs, les producteurs, les gouvernements et les entreprises qui développent de nouveaux organismes ? Entre les pays riches et les pays pauvres ?



Association des biologistes du Québec  
1208 Beaubien est, bureau 102, Montréal, H2S 1T7  
(514) 279-7115

En outre, il est essentiel de réaliser que les avantages de l'apparition des OGM sont actuellement bien connus. Nous estimons pour notre part que tant que les inconvénients ne seront pas examinés avec toute la rigueur scientifique requise, nous ne serons pas collectivement en mesure de prendre des décisions éclairées sur la place qui devrait revenir aux OGM dans notre agriculture, notre alimentation et notre santé.

Enfin, il faut comprendre que dans l'avenir, la gamme des modifications génétiques des organismes sera beaucoup plus étendue. Les demandes d'autorisation pour des produits nouveaux seront aussi beaucoup plus nombreuses qu'aujourd'hui. C'est maintenant qu'il faut se pencher sur les procédures d'évaluation de la sécurité et de gestion du risque et de s'assurer qu'ils seront suffisamment stricts pour protéger la santé du public, l'environnement et l'économie.



## INTRODUCTION

---

Le développement rapide de nouvelles biotechnologies exploitées dans divers secteurs économiques – l’agro-alimentaire et la pharmaceutique en sont des exemples – constitue un important bouleversement, une révolution technologique, dans plusieurs de ces secteurs. En général, c’est la promesse d’une plus grande productivité qui sous-tend ces innovations. Elles permettent d’envisager une amélioration des conditions de vie des populations par une plus grande sécurité alimentaire et le développement de nouveaux traitements médicaux. Cependant, par ces mêmes applications, les nouvelles biotechnologies menacent l’intégrité physique des personnes. Les implications environnementales ne sont pas moins importantes, quand on envisage de façon théorique les impacts sur les milieux naturels qui peuvent découler de ces techniques.

Ces dernières années, les nouvelles biotechnologies ont soulevé des débats publics à la mesure du bouleversement qu’elles provoquent. L’apparition de leur principal produit, les organismes génétiquement modifiés (OGM), soulève des questions économiques, éthiques, scientifiques et sociales qui ont fait l’objet de discussions dans diverses tribunes, dont le colloque « Les OGM : une réalité à découvrir », tenu à Sherbrooke les 14 et 15 avril 2000 par la section de l’Estrie de l’Association des biologistes du Québec.

À la suite de ce colloque, les participants et de nombreux intervenants scientifiques, sociaux et autres ont souligné la nécessité que les discussions amorcées se poursuivent et se traduisent par un mémoire définissant la position des biologistes sur les OGM, sur leurs applications et sur leurs impacts. Ce document se veut une réponse à leur demande.

L’intérêt des biologistes dans ce dossier s’explique facilement. De par leur nature et leurs applications, les OGM font appel à de nombreux domaines d’expertise des biologistes. Les biologistes participent à la conception des OGM en laboratoire, à l’évaluation de leurs performances et aux études sur leur comportement en milieu naturel. Les connaissances scientifiques des biologistes, de même que la diversité de leurs champs d’intervention, en font des interlocuteurs particulièrement crédibles dans ce dossier.

L’application des nouvelles biotechnologies se divise actuellement en trois grands axes qui sont l’agriculture, l’alimentation et la santé. Dans le texte qui suit, nous analysons chacune de ces utilisations dans des sections distinctes. Nous nous sommes par ailleurs intéressés de près aux enjeux environnementaux qu’implique l’utilisation à grande échelle des OGM dans l’agriculture et l’industrie, dans une section dédiée aux impacts sur l’environnement et sur la biodiversité. Ce document ne se veut pas un relevé exhaustif des applications possibles et de leurs retombées économiques, sociales et environnementales. Il tente plutôt d’attirer l’attention des décideurs et du grand public sur les enjeux de l’apparition des produits des nouvelles biotechnologies, et sur les choix de société qui doivent être faits dès maintenant pour encadrer leur essor, dans une optique de développement durable.



Association des biologistes du Québec  
1208 Beaubien est, bureau 102, Montréal, H2S 1T7  
(514) 279-7115

Les questions économiques, éthiques et sociales soulevées par les biotechnologies sont fort nombreuses et interpellent les biologistes. Cependant, nous avons choisi de limiter notre discussion à la portion scientifique des enjeux. D'autres spécialistes sauront mieux que nous aborder ces questions avec toute la profondeur qu'elles exigent.

Néanmoins, nous croyons qu'un véritable débat sur les OGM reste toujours à faire. Jusqu'à maintenant, ce sont les investisseurs et les gouvernements qui ont décidé où se situait le plus grand intérêt de la collectivité. L'industrie biotechnologique du Canada se classe au deuxième rang dans le monde quant au nombre d'entreprises, à l'importance de leur chiffre d'affaires et au nombre d'emplois générés, après celle des États-Unis. De plus, les applications biomédicales s'imposent comme la principale source d'activités liées aux biotechnologies. Les gains économiques potentiels dans ces secteurs sont donc considérables pour l'économie canadienne. Il ne faut toutefois pas que ces gains se fassent au détriment de la santé, de l'environnement et de la liberté de choix des citoyens. Le débat public est quant à nous le meilleur moyen d'en arriver à un équilibre entre ces différents intérêts.



## AGRICULTURE

---

Les premiers végétaux modifiés génétiquement ont été utilisés dans un objectif de recherche théorique en génie génétique et dans plusieurs autres domaines, comme la plupart des animaux le sont aujourd'hui. Cependant, les applications possibles des techniques développées chez les végétaux se sont rapidement imposées, notamment en agriculture. Depuis les débuts des recherches sur les applications des OGM, à la fin des années 1980, et encore aujourd'hui, c'est en effet dans ce domaine que le développement, la recherche, l'acquisition de brevets et la commercialisation des OGM ont été les plus actifs et qu'ils ont fait l'objet de la plus grande publicité et de la majorité des débats publics.

Au Canada, les premières variétés de plantes transformées génétiquement utilisées par des producteurs agricoles ont été autorisées en 1995. Depuis leur arrivée sur le marché, le nombre de variétés de plantes transformées et les superficies de culture des OGM ont constamment augmenté. Il est évident qu'ils font maintenant partie du paysage agricole et qu'ils y sont pour rester. Dans un proche avenir, on peut aussi prévoir l'apparition d'animaux d'élevage modifiés génétiquement.

Les techniques de transgénèse en agriculture permettent le développement de nouvelles variétés de plantes présentant des caractéristiques agronomiques qui peuvent être intéressantes du point de vue économique. Il est possible, entre autres, d'améliorer la conservation des fruits et des légumes en retardant leur mûrissement. Cette modification permet de les récolter à un stade plus avancé, ce qui favorise de meilleures qualités organoleptiques tout en permettant d'augmenter la période de conservation des denrées destinées à la consommation. L'obtention de légumes et de fruits ayant une durée de conservation plus longue devrait permettre de répondre aux exigences liées au transport, à la transformation et à la distribution, tout en diminuant les pertes associées à chacune de ces étapes de manutention des produits. Les techniques de transgénèse permettent aussi d'améliorer la valeur nutritive des aliments destinés à l'alimentation humaine et animale, ce qui en fait des produits à valeur ajoutée.

La disponibilité de nouvelles semences issues du génie génétique est généralement vue comme étant avantageuse pour les producteurs agricoles. La rapidité de production de nouveaux cultivars résistants à certaines pathologies ou la production de cultivars résistants à un spectre plus large de pathologies permettent théoriquement d'améliorer le rendement des cultures et de faire diminuer les coûts de production associés aux traitements de ces pathologies, par exemple en réduisant l'utilisation des pesticides. Une plus grande tolérance aux ennemis des cultures tels le gel, la sécheresse et les insectes est un autre avantage fort intéressant pour le rendement des cultures. Il semble aussi que les nouvelles variétés de plantes transgéniques pourraient favoriser l'augmentation de la productivité des cultivars, tout en permettant de diminuer les quantités de fertilisants utilisées pour une même superficie et les coûts associés.



Bien qu'encore au stade du développement et de la recherche, des animaux transgéniques sont actuellement mis au point. Leurs principaux avantages par rapport à des lignées non-transgéniques se situeront dans leur résistance aux maladies, leur croissance accélérée et leur moins grand besoin en suppléments alimentaires, qui rendront leur élevage plus économique et donc potentiellement plus rentable pour les producteurs.

En plus de fournir des variétés de plantes et d'animaux plus productives, les biotechnologies offrent deux nouveaux marchés qui s'ouvriront aux agriculteurs avec le développement de nouveaux organismes producteurs de molécules d'intérêt (plante-usine ou animal-usine) : ceux de l'agriculture industrielle et de l'agriculture pharmacologique. Ces OGM permettront en effet la production en milieu agricole de molécules qui seront commercialisées par les grandes entreprises de produits pharmaceutiques, chimiques, pétrochimiques et autres, diversifiant ainsi les types de productions possibles pour l'agriculteur.

Tous ces avantages, reliés à l'utilisation à grande échelle des OGM en agriculture, sont intéressants en vue de faciliter la régie des cultures et de développer de nouveaux marchés. Cependant, ce sont autant d'avantages qu'il faut analyser pour s'assurer qu'ils sont réels.

La création de cultivars résistants à certains herbicides, par exemple, n'aura pas nécessairement l'effet escompté qui, en général, consiste en une diminution des quantités d'herbicides utilisées. En effet, le producteur peut être tenté de maintenir et même parfois d'augmenter les quantités d'herbicides qu'il utilise, car sa récolte étant résistante, il peut penser pouvoir exercer un effort de lutte plus important contre les mauvaises herbes présentes dans ses champs. De plus, les entreprises qui développent des variétés de plantes OGM résistantes à un seul herbicide forcent le producteur à utiliser leur produit, favorisant ainsi le développement d'une concurrence déloyale sur le marché des semences et sur celui des pesticides. On assiste d'ailleurs actuellement à la création d'un oligopole sur ce marché, quelques entreprises se partageant le contrôle des semences transgéniques d'une part, et des pesticides d'autre part. Cette distorsion du marché rend les utilisateurs de ces produits de plus en plus vulnérables et dépendants face aux entreprises qui les fabriquent.

En outre, les plantes modifiées porteuses de gènes de résistance à un ravageur ou à une maladie risquent d'accélérer le processus de développement de résistance des insectes et des pathogènes, ce qui peut rendre ces organismes encore plus difficilement contrôlables. Pour illustrer ce phénomène, on peut établir un parallèle avec l'utilisation des antibiotiques, pour lesquels on trouve maintenant des souches de microorganismes résistants qui n'existaient pas auparavant et dont le traitement est de plus en plus difficile.

Par ailleurs, au cours des dernières années, on a constaté dans des champs de culture classique l'apparition de plantes qui présentaient un ou des caractères obligatoirement issus du génie génétique. Plusieurs cas ont été rapportés au Canada, aux États-Unis et en Europe. Pourtant, de nombreux cultivateurs chez qui ces cultures ont été retrouvées ont fermement nié avoir fait usage de semences transgéniques. Les conséquences pour nombre d'entre eux sont importantes car ils ont fait l'objet de poursuites judiciaires de la part des entreprises qui possédaient des brevets sur les variétés transgéniques cultivées et ils ont été condamnés à leur verser des sommes en guise de dommages.

On peut se demander d'où provenaient ces plantes transgéniques. Plusieurs hypothèses sont plausibles. Il peut y avoir eu un croisement entre des cultures classiques et des cultures

transgéniques. Il est en effet possible que chez les producteurs de cultures classiques, les plantes aient été croisées avec du pollen provenant de champs de culture transgénique situés à proximité, transmettant par le fait même leurs nouveaux caractères à leur progéniture via les graines, qui auraient ensuite été utilisées par ces cultivateurs pour ensemercer leurs champs.

Une autre hypothèse veut que des semences de type classique aient été contaminées par des semences transgéniques. Une telle éventualité est tout à fait possible et s'est d'ailleurs déjà produite, notamment en France. Dans ce cas, ce sont les lots de semences de type classique, achetés par des producteurs de colza et de maïs, qui se sont avérés contaminés par des variétés OGM. Les autorités craignant que les caractères transgéniques ne soient transmis à d'autres cultures, elles ont ordonné la destruction des récoltes avant la floraison. Là aussi les pertes ont été importantes pour les producteurs. Dans les nombreux débats qui ont entouré ces affaires, la principale constatation fut que les entreprises qui offrent diverses variétés de semences aux producteurs ne peuvent certifier que ces semences sont totalement exemptes de variétés transgéniques.

Il est bien évident pour les biologistes que le risque de transfert de gènes entre deux variétés cultivées d'une même espèce est une réalité, tout comme l'est le croisement entre une variété modifiée génétiquement et la même espèce à l'état indigène, qui pousse de façon naturelle en milieu péri-agricole ou même avec une espèce proche parente. D'un point de vue strictement agricole, le risque le plus important lié à ce phénomène se situe dans la diminution de la diversité des variétés de plantes disponibles pour l'agriculture et dans l'élimination graduelle des variétés classiques pouvant mener, à plus ou moins long terme, à la disparition des véritables agricultures classique et biologique dans les régions où l'on utilise des OGM.

Ce phénomène constitue à notre avis une menace pour l'agriculture canadienne. En effet, dans l'industrie de l'alimentation, on voit de plus en plus d'entreprises se résoudre à n'utiliser que des variétés qui n'ont pas été modifiées génétiquement pour répondre aux demandes des consommateurs. Or, si les agriculteurs canadiens ne sont plus en mesure de certifier que leurs produits sont totalement exempts d'OGM, ces entreprises s'approvisionneront auprès d'autres sources. De plus, étant donné les divergences de réglementation entre les différents pays, notamment au plan de l'étiquetage des aliments fabriqués à partir de produits issus du génie génétique, les produits agricoles canadiens pourraient se voir déclassés sur certains marchés, notamment en Europe.

Parmi les moyens disponibles pour limiter les croisements entre des cultures transgéniques et des cultures classiques, des mécanismes de contrôle biotechnologiques ont été développés. Ces mécanismes ont un effet sur la capacité des plantes de se reproduire par pollinisation croisée. Certains prévoient l'utilisation d'agents chimiques ou d'autres stimulus pour promouvoir ou interrompre l'expression des gènes responsables de l'infertilité ou de la stérilité. Ils ne sont pas tous équivalents — certains visent la stérilité des caractères mâles, d'autres à inhiber la production de fleurs, d'autres à rendre les graines stériles, etc. — et les avantages et les inconvénients de chacun doivent encore être étudiés.

Le plus connu est le « terminator », un ensemble de trois gènes qui a pour effet de rendre les graines stériles. Ce mécanisme a fait l'objet d'un brevet, mais n'a pas encore été commercialisé à cause des pressions populaires. Des groupes ont en effet dénoncé la prise de contrôle possible du marché des semences par les entreprises détentrices d'un tel brevet, et ils ont mis au jour ses impacts potentiels sur le monde agricole international. En résumé, cette modification — qui limite la capacité des plantes cultivées de se reproduire et celle des agriculteurs de ressemer une partie



de leur récolte comme ils l'ont fait traditionnellement— est vue comme une menace sérieuse pour la sécurité alimentaire mondiale, pour l'autosuffisance alimentaire des pays les plus pauvres et pour l'indépendance des producteurs agricoles. Les partisans de la technologie y voient plutôt une manière de rentabiliser les investissements importants réalisés par les entreprises qui développent de nouveaux OGM et un moyen pour contrôler le flux de gènes en conditions réelles de production de ces organismes. La question est en fait complexe et fait appel à de nombreuses considérations sociales, économiques, éthiques et scientifiques.

Un fait est indéniable, c'est que même si des technologies de contrôle du flux de gènes entre les différents types de cultures et entre les cultures et les plantes indigènes via la pollinisation croisée sont éventuellement commercialisées, elles ne pourront pas éliminer totalement ces risques. En effet, il est reconnu dans le monde scientifique que des agents infectieux comme des bactéries ou des virus ont le potentiel de s'approprier une partie de l'information génétique d'une plante et de la transmettre ensuite à une autre plante. Si par hasard les fragments d'ADN récupérés par l'agent infectieux contenaient le transgène, celui-ci pourrait être retransmis à d'autres individus contournant ainsi la technologie même la plus poussée. On s'entend néanmoins pour dire que ce risque est très faible et aucun exemple de ce phénomène n'a été démontré jusqu'à maintenant.

Dans le cas de l'agriculture appliquée à la production de protéines humaines d'intérêt médical et de molécules destinées au secteur industriel, les risques associés à la transmission des transgènes et au mauvais contrôle des produits, des résidus et des dérivés porteurs de ces nouveaux caractères sont particulièrement préoccupants. L'utilisation des plantes porteuses des caractères nouveaux, ou de leurs produits dérivés, dans la fabrication de produits destinés à l'alimentation humaine ou animale n'est pas souhaitable. Cependant, il est déjà difficile de contrôler les productions agricoles existantes en raison de l'augmentation du nombre de variétés et d'espèces transformées. En ce sens, il nous apparaît pratiquement impossible de gérer correctement les productions d'OGM avec les méthodes de contrôle déjà en place.



Prenons le cas, par exemple, d'une variété de colza modifiée pour produire de l'huile contenant de grandes quantités d'acide laurique (acide gras à courte chaîne et saturé), l'une des premières plantes transformées autorisées aux États-Unis en 1994 et utilisée dans l'industrie des détergents. La transmission de cette caractéristique à une variété dont l'huile est destinée à la consommation humaine ou animale pourrait engendrer de graves problèmes de santé. Ce type de modifications du métabolisme lipidique pour la production d'un acide gras particulier chez les plantes oléagineuses est de plus en plus courant. La production massive d'acides gras saturés, ayant des effets marqués sur la production de « mauvais » cholestérol chez l'humain, et d'autres acides gras toxiques tel l'acide érucique, qui a été éliminé du colza destiné à la consommation humaine parce qu'il entraînait de graves problèmes cardiaques, sont maintenant produits en grande quantité dans des variétés transformées génétiquement. De plus, d'autres variétés de colza transgénique destinées à des usages industriels tels la fabrication de polymères ou de lubrifiants ont atteint le stade d'essais au champ. Au bilan, l'arrivée de cultures OGM produisant des molécules ou des protéines destinées aux milieux pharmacologique et industriel à proximité des variétés agricoles rendra encore plus difficile le contrôle de l'innocuité de nos aliments et de ceux du bétail.

Considérons le cas particulier des résidus de plantes transgéniques dont le produit principal a été utilisé pour des fins industrielles. Une nouvelle problématique se pose. Après l'extraction, par exemple, de l'huile de plantes oléagineuses, une seule voie économiquement intéressante existe pour permettre la récupération des résidus : c'est leur utilisation dans l'alimentation animale. Les fabricants d'aliments pour animaux et les éleveurs qui produisent leurs aliments sur place ne peuvent distinguer les lots de résidus oléagineux ayant servi à la production d'huile de consommation humaine de ceux provenant de la production pour le milieu industriel. Ainsi, les faibles quantités de molécules ou de protéines non récupérées dans les résidus des végétaux industriels sont une source possible de contamination des aliments destinés à l'alimentation du bétail, qui pourrait même se répercuter sur la santé humaine. En effet, une bonne partie des acides gras est assimilée lors de la digestion, mais s'ils ne sont pas dégradés complètement, les sections non métabolisées sont accumulées dans les tissus adipeux. Il se pourrait éventuellement que les molécules accumulées se retrouvent dans la viande et le lait, pouvant causer à long terme des problèmes de santé aux personnes et aux animaux qui les consomment. De même, le passage de protéines allergènes ou de portions de ces protéines dans la chaîne alimentaire humaine serait possible.

Le développement d'une nouvelle agriculture industrielle et pharmacologique aura aussi une influence sur le paysage agricole. Si la production des variétés pharmaceutiques et industrielles des plantes se faisait à des coûts plus concurrentiels, il est possible d'envisager que sur une échelle locale ou régionale, les meilleures terres arables se partageront entre les cultures et les élevages alimentaires classiques et les plantes-usines et animaux-usines, diminuant ainsi la superficie de terres arables de bonne qualité disponibles pour les productions destinées à l'alimentation. Dans un contexte où l'on fait face au défi d'ajuster la production alimentaire mondiale à la croissance démographique, c'est une question particulièrement cruciale qui se pose. S'il s'avérait que l'agriculture industrielle soit nettement plus rentable que l'agriculture traditionnelle, le risque de voir diminuer les superficies destinées à la production alimentaire serait bien réel.

Enfin, on ne peut exclure de cette énumération les risques associés à l'élevage d'animaux transgéniques. L'exemple de l'aquiculture est saisissant. En effet, comme elle requiert un débit d'eau important pour le recyclage des eaux des bassins d'élevage, elle fonctionne généralement



en milieu ouvert près d'un plan d'eau naturel. Les risques d'échappement dans ce type de production sont très élevés. Le croisement des variétés transgéniques avec les variétés indigènes serait inéluctable. Les organismes actuellement développés, comme le saumon, grandissent et atteignent la maturité sexuelle jusqu'à 5 fois plus vite que leur contrepartie non-transgénique, et se reproduisent rapidement car elles sont en mesure de pondre davantage d'œufs. Chez cette espèce, advenant un échappement dans la nature, les animaux indigènes seraient rapidement remplacés par la variété transgénique. Cependant, la perte de diversité génétique qui en résulterait pourrait être fatale pour l'espèce, car malgré son plus grand succès reproducteur potentiel, la variété transgénique reste peu adaptée aux conditions du milieu naturel et y montrerait probablement un très faible taux de survie, un effet pouvant être exacerbé par des perturbations du milieu naturel.

### ***Solutions et recommandations***

Dans une vision écosystémique et intégrée de l'agriculture, les OGM qui présentent des caractères de résistance aux insectes, aux maladies ou aux pesticides, de même que ceux qui produisent eux-mêmes leurs pesticides (comme les variétés Bt), nous apparaissent comme un moyen parmi tant d'autres pour soutenir l'agriculture de façon durable contre les ravageurs et pathologies. Nous croyons qu'ils doivent avoir un rôle à l'intérieur d'une panoplie d'outils disponibles pour la lutte intégrée. Ils peuvent être utilisés pour régler un problème précis, par exemple en vue de briser la phase ascendante du cycle d'un ravageur, en étant utilisés sur une ou deux années où l'on prévoit la recrudescence du ravageur visé. Selon nous, ils ne devraient pas être utilisés systématiquement, ce qui aurait pour effet de minimiser les risques associés à l'apparition de résistance chez les ravageurs et les pathogènes.

Le risque de transfert des gènes issus du génie génétique à des cultures végétales avoisinantes de la même espèce, par croisement, est un problème majeur que l'on peut prévoir et qui a déjà été observé. Afin de minimiser ce risque, des études approfondies des distances de déplacement du pollen de chaque espèce de plante modifiée génétiquement qui se reproduit par allofécondation devraient être faites dans le but d'établir des normes fondées sur des données expérimentales solides. Des analyses de risques concernant les possibilités de transmission des gènes par les pathogènes connus comme pouvant s'approprier l'information génétique des végétaux et la retransmettre par la suite à d'autres espèces de plantes devraient aussi être réalisées. Ces deux types d'études devraient être faites avant que de nouvelles variétés de plantes modifiées génétiquement ne soient autorisées pour la culture à grande échelle.



L'utilisation d'un ou de plusieurs gènes de stérilisation de type « terminator » peut être un moyen efficace à court terme de confiner les cultures OGM. Cependant, étant donné le risque de transmission de ces gènes par croisement, ils pourraient potentiellement, à long terme, entraîner la disparition d'espèces indigènes et de variétés agricoles non transgéniques, qui ne seraient plus en mesure de se reproduire. Nous recommandons que ce risque soit analysé, via des études sur les possibilités de croisement et d'hybridation d'espèces transgéniques avec différentes variétés de la même espèce, dont les variétés indigènes, de même qu'avec des espèces proches parentes.

La compétence des utilisateurs de semences de plantes transgéniques est elle aussi primordiale pour éviter les principaux problèmes associés à l'utilisation des OGM en conditions normales de culture, comme les croisements avec des cultures traditionnelles, le suremploi de pesticides, etc. Les divers intervenants du milieu agricole — agronomes, techniciens agricoles, biologistes, et autres — devraient connaître de façon approfondie les problèmes potentiels liés à l'utilisation des variétés transgéniques et les méthodes efficaces de mitigation. Les agriculteurs producteurs d'OGM devraient également recevoir de l'information et même une formation leur expliquant en quoi consistent les avantages et les inconvénients associés aux semences qu'ils achètent. Ils devraient aussi être informés adéquatement des normes régissant la culture de chaque variété d'OGM et des moyens existants pour empêcher le transfert de gènes par reproduction sexuée à des cultures non OGM, par exemple des distances à respecter entre un champ OGM et non OGM. Néanmoins, compte tenu de tout ce qui précède, on voit mal comment ces deux types de cultures pourraient cohabiter dans les mêmes productions agricoles, et dans une même zone agricole. Il est clair que si l'on veut préserver l'agriculture classique et biologique, il faut se pencher sur cette question avant que le paysage agricole ne soit complètement transformé par les OGM.

L'établissement d'une gestion régionale de la culture des OGM, au même titre que la gestion des fumiers et des lisiers par bassin versant, constituerait une solution à plusieurs problèmes soulevés par la culture des OGM. D'abord, l'organisme responsable de la gestion pourrait établir des quotas pour les superficies dédiées à l'agriculture industrielle et pharmacologique, éliminant du même coup les risques de voir la production alimentaire périlcliter au profit de ces cultures hautement rentables. Ensuite, il pourrait veiller à ce que les cultures à caractère industriel ou pharmacologique soient suffisamment isolées des cultures apparentées pour éliminer les risques de transmission des transgènes à des cultures destinées à l'alimentation humaine ou animale. Enfin, l'organisme pourrait veiller à éliminer de façon satisfaisante les risques de contamination du pool génétique des cultures classiques et biologiques en développant et en appliquant des mesures réglementaires et techniques appropriées.

Afin d'éliminer le risque de contamination de la chaîne alimentaire par des sous-produits de l'agriculture industrielle ou pharmacologique, comme les résidus d'extraction et les parties inutilisées de la plante, il est essentiel que, d'une part, la culture des variétés de plantes destinées à ces usages ne puisse en aucun cas cohabiter dans une même unité de production agricole avec des cultures destinées à l'alimentation et, d'autre part, que la transformation des deux types de produits se fasse dans des établissements industriels distincts.

Dans un autre ordre d'idées, une amélioration des systèmes de traçabilité des OGM est également requise pour répondre à tous les défis que la culture de ces organismes pose au monde agroalimentaire. À cet effet, nous recommandons que les entreprises productrices d'OGM



se voient obligées de développer des marqueurs spécifiques à chaque variété d'OGM, qui rendrait leur détection plus facile et moins coûteuse.

Nous avons décrit précédemment à quel point les agriculteurs sont à la merci des grandes entreprises biotechnologiques qui détiennent des brevets sur des organismes vivants modifiés par le génie génétique. La situation telle que nous la percevons est la suivante : les producteurs sont incapables de faire la preuve qu'ils n'ont pas ensemencé volontairement leurs champs avec des variétés brevetées. Comme il semble présentement admis que le croisement accidentel des OGM avec des variétés classiques est improbable, le producteur pris en faute doit payer la note. Cette situation soulève des questions éthiques, notamment le droit de propriété sur le vivant. Pour notre part, nous croyons fermement que c'est à l'entreprise qui détient le brevet sur un organisme vivant, susceptible de se reproduire et de transmettre le caractère pour lequel il est breveté, que la responsabilité de protéger ce brevet devrait revenir. En d'autres mots, le brevet ne devrait tout simplement pas être appliqué à partir du moment où la transmission du caractère breveté est soumise aux lois les plus naturelles de la biologie, comme la reproduction sexuée. En plus de protéger les agriculteurs contre les abus, cette mesure aurait pour effet de stimuler la recherche sur des moyens pratiques et applicables d'éviter la contamination des cultures classiques et biologiques avoisinantes par les OGM, et par le fait même contribuerait à protéger la place de ces produits canadiens sur les marchés internationaux.

Dans la mesure où les effets des transgènes chez les animaux d'élevage ont été adéquatement étudiés et qu'aucun produit secondaire ne s'accumule dans les tissus, que l'animal ne souffre pas physiquement de cette modification et qu'il ne risque pas d'être relâché dans la nature, nous croyons que l'utilisation d'animaux modifiés pour l'élevage peut être envisagée. Si tous ces critères sont respectés rigoureusement, la transgénèse nous apparaît comme outil supplémentaire à l'amélioration des races d'animaux d'élevage. Les autres questions qui se posent à ce niveau sont d'ordre éthique, par exemple les impacts que les transformations ont sur le bien-être des animaux et bien d'autres choses encore. Pour l'élevage d'animaux terrestres qui n'ont pas de contrepartie indigène, le risque de transfert de gènes est pratiquement inexistant, en dehors d'un croisement volontaire avec des animaux non transformés. Nous proposons donc de maintenir le confinement des animaux et de s'assurer de la traçabilité des animaux, particulièrement ceux destinés à l'alimentation humaine et animale. Il est important de pouvoir déterminer la provenance et le caractère particulier des animaux que l'éleveur acquiert. Pour les autres espèces, il est crucial que les mesures de confinement appliquées soient très strictes et fassent l'objet de règlements particuliers. Notons que l'élevage de poissons, mollusques ou crustacés transgéniques dans des aquicultures « ouvertes » sur les milieux naturels, c'est-à-dire où les échanges d'eau sont importants, posent un problème particulièrement aigu de confinement.



Association des biologistes du Québec  
1208 Beaubien est, bureau 102, Montréal, H2S 1T7  
(514) 279-7115

En terminant, il nous apparaît inapproprié qu'un même organisme soit en charge d'approuver les nouvelles variétés de plantes et d'animaux transgéniques, de faire respecter les lois et normes applicables et qu'il fasse aussi la promotion des biotechnologies appliquées à l'agriculture. Le Conseil consultatif canadien de la biotechnologie (CCCB) a été créé afin de conseiller le Comité de coordination ministérielle de la biotechnologie (CCMB), mais aussi de faire la promotion des biotechnologies auprès des canadiens. C'est une démarche louable. Cependant, en parallèle, il est essentiel que l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) se voit dévolu un rôle de chien de garde dans le dossier des OGM. Ainsi, les canadiens pourraient avoir l'assurance que les processus d'accréditation et de contrôle des OGM sont efficaces, transparents et appliqués dans le meilleurs intérêt de la collectivité, c'est-à-dire la protection de la santé humaine et la protection du secteur agricole canadien.



## ALIMENTATION

---

L'apparition des aliments d'origine transgénique est, dans une certaine mesure, intéressante pour le consommateur. La biotechnologie contribue d'abord à améliorer la qualité des aliments, secteur où les applications sont nombreuses. On travaille par exemple à la production de betteraves synthétisant des sucres contenant « zéro calorie » qui pourraient aider certaines personnes à réduire, pour des raisons de santé, leur ration journalière de calories. Bientôt, des tomates, du riz et du colza seront enrichis de bêta carotène, un élément essentiel à la croissance et la vision. On veut aussi produire du riz synthétisant de la ferritine comme source supplémentaire de fer. Afin de réduire la teneur en acides gras saturés et monoinsaturés et d'augmenter les proportions d'acides gras polyinsaturés meilleurs pour la santé, on envisage également de produire du colza et du soja dont on pourrait extraire une huile enrichie en acide alpha-linolénique, qui joue un rôle dans la prévention des maladies cardio-vasculaires. Finalement, on veut réduire, voire éliminer, les protéines allergisantes des céréales comme le riz et le soja qui restreignent le menu de nombreuses personnes souffrant d'allergies alimentaires.

La biotechnologie contribue par ailleurs à faciliter la manutention et la distribution des aliments. Les tomates, les bananes et les melons à maturité retardée qui résistent au ramollissement et qui contiennent plus de protéines, de vitamines et de minéraux grâce à leur saison de croissance prolongée en sont des exemples. Certaines de ces modifications favorisent aussi l'amélioration et l'optimisation des qualités organoleptiques des aliments en concentrant les éléments donnant de la saveur.

L'introduction d'aliments OGM ou fabriqués à partir d'OGM peut aussi avoir des répercussions positives sur le marché. On a vu dans la section précédente que pour le producteur, l'utilisation de semences transgéniques pourrait se traduire par une régie de culture plus facile, par une diminution des coûts de production et une réduction des pertes et du gaspillage. Le producteur pourrait ainsi produire un plus grand volume de denrées sur une même superficie de culture. Éventuellement, ses profits pourraient même augmenter. Étant donné l'abondance de produits, les prix devraient chuter, au bénéfice du transformateur et du commerçant qui économiseraient sur le coût de leur approvisionnement. Ceci devrait entraîner une abondance d'aliments plus diversifiés et plus abordables pour le consommateur. Les plus fervents promoteurs des OGM jugent que cela pourrait s'avérer une façon de nourrir la population à moindre coût, un avantage non négligeable avec l'augmentation du coût de la vie et du nombre de personnes vivant près ou sous le seuil de la pauvreté.



Avec la croissance démographique mondiale, l'éventualité de ne plus pouvoir produire suffisamment de ressources pour nourrir toute la population constitue une menace reconnue par des organismes internationaux comme la FAO (Food and Agriculture Organization). La population de plusieurs pays souffre déjà de famine, de malnutrition et de perte massive de ses cultures, en lien avec le dépassement de la capacité de support de leurs écosystèmes. Deux tiers de la population humaine vit dans des pays sous-développés où les taux de croissance démographiques sont les plus élevés au monde. L'amélioration de la qualité alimentaire et les économies offertes par la production et la commercialisation des OGM représentent des arguments favorables à l'adoption de cette technologie pour répondre au manque de ressources alimentaires de qualité et de quantité suffisantes. Toutes ces innovations pourraient potentiellement favoriser une plus grande disponibilité des produits alimentaires à l'échelle mondiale. Les promoteurs des OGM et des organismes internationaux comme la FAO (Food and Agriculture Organization) pensent ainsi pouvoir améliorer la qualité de vie d'un grand nombre de personnes.

Malgré tous ces arguments en faveur des OGM comme solution au problème de la faim dans le monde, ils n'en représentent pas forcément la panacée. Les pays en voie de développement, les plus touchés par la malnutrition, ne pourront pas d'emblée se payer cette technologie coûteuse. La production d'OGM nécessite une main d'œuvre qualifiée dont les coûts et la formation sont souvent inaccessibles à ces pays. Ils ne disposent pas des structures de gestion et de contrôle de cette technologie ni de l'argent permettant d'assurer un suivi adéquat et la continuité des recherches. Le coût élevé des semences OGM et l'obligation de s'approvisionner des entreprises semencières d'année en année, le résultat des brevets, rend cette technologie peu accessible aux paysans. Selon nous, le problème de la faim dans le monde relève davantage de la mauvaise répartition des ressources que du réel manque de ressources alimentaires, du moins à l'heure actuelle. De plus, la solution pour les pays en développement ne réside probablement pas dans une solution à haute technologie.



Les aliments modifiés présentent des avantages certains, mais les inconvénients reliés à leur consommation ne font actuellement pas l'objet de toutes les évaluations nécessaires. Les enjeux peuvent devenir importants. Si le contenu nutritif des aliments est modifié à l'insu des consommateurs, et ce sera probablement le cas si aucune mesure d'étiquetage ne devient obligatoire, tous les conseils et les principes appliqués jusqu'à maintenant pour une alimentation saine et équilibrée deviendront caducs. De plus, il sera de plus en plus difficile pour ces mêmes consommateurs d'adapter leur diète à leurs besoins particuliers. De plus, il est possible que les aliments dont la qualité nutritive aura été modifiée ne soient pas utilisés par les personnes qui en ont vraiment besoin pour améliorer leur santé. Par conséquent, des personnes pourraient souffrir de carences ou d'excès de certains nutriments essentiels à leur bilan de santé particulier. La consommation de produits enrichis de vitamines liposolubles pourrait conduire à des intoxications, comme une hypervitaminose, en raison d'un plus grand entreposage de ces molécules dans les organes vitaux, tels le foie et les reins. Des tentatives ont déjà été faites pour améliorer le goût de certains aliments, mais cela n'a pas donné de résultats satisfaisants. Au contraire, des aliments modifiés, comme la tomate Flavr Savr, ont vu la qualité de leurs propriétés organoleptiques diminuer. Cela peut inciter les consommateurs à rajouter du sel, du sucre ou des condiments pour rehausser les saveurs. L'ajout de tels produits n'est souvent pas recommandé dans une saine alimentation. La consommation de certains OGM pourrait donc indirectement favoriser une mauvaise nutrition et entraîner des répercussions non souhaitables sur la santé des personnes.

La présence d'OGM dans les aliments pourrait aussi comporter des risques directs sur la santé. L'ingestion de matériel génétique tel l'acide désoxyribonucléique (ADN), modifié ou non, n'est pas problématique en soi : les êtres vivants sont constitués de plusieurs molécules, dont l'ADN, que nous ingérons et que nous dégradons. L'insertion d'ADN étranger dans un aliment ne constitue donc pas un danger en tant que tel. Par contre, l'expression de l'ADN recombiné, c'est-à-dire la biochimie de la nouvelle molécule d'ADN obtenue avec les biotechnologies et ses effets dans la cellule, pourrait conférer aux aliments des caractères nocifs insoupçonnés. Ainsi, les OGM pourraient causer d'importants problèmes de santé reliés à l'apparition de produits toxiques, allergènes, cancérigènes ou mutagènes. La présence de ces produits nocifs peut s'expliquer de plusieurs manières et résulte en partie des technologies utilisées pour développer les OGM.

En effet, les techniques actuelles d'insertion des séquences de gènes ne sont pas au point. Premièrement, elles manquent de précision quant à l'endroit où l'on introduit les gènes, qui peuvent s'insérer n'importe où dans le génome. La séquence insérée peut ainsi briser la séquence d'un gène de l'organisme receveur. Il s'ensuivrait divers effets biochimiques et métaboliques. Par exemple, sur une séquence codant pour une enzyme de désaturation des acides gras, cela aurait pour effet de provoquer l'accumulation d'acides gras saturés, particulièrement mauvais pour la santé. Deuxièmement, la précision des séquences que l'on introduit, qui comprennent des séquences d'ADN étrangères au gène que l'on veut transmettre, est en cause. Le comportement de ce matériel génétique, une fois introduit dans le génome, est en général inconnu. Finalement, les séquences ajoutées intentionnellement à la séquence à insérer dans le but d'être en mesure de vérifier le succès des tentatives de transgénèse, tels les marqueurs, peuvent coder pour la production d'agents qui ont un effet jusqu'ici inconnu sur le métabolisme humain.

D'autres propriétés inconnues des aliments génétiquement modifiés ou fabriqués à partir d'OGM, qui n'ont pas fait l'objet d'études jusqu'à maintenant, pourraient avoir des répercussions sur la santé. On pense par exemple au comportement des nouvelles molécules résultant de la transgénèse dans l'organisme receveur. Elles seront soumises à la biochimie particulière de cet



organisme, différente de celle d'où provient le gène, et subiront ce que l'on nomme des modifications post-transcriptionnelles. Chimiquement, on ne peut donc pas considérer qu'elles seront identiques à celles produites dans l'organisme d'origine, et elles pourraient en ce sens avoir des effets négatifs sur la santé.

Les problèmes de santé peuvent apparaître subitement ou graduellement, comme dans le cas de certaines allergies par exemple, mais ils peuvent aussi n'être visibles que plusieurs années plus tard dans les cas les plus graves d'une exposition à un agent mutagène ou cancérigène. Les traitements sont loin d'être toujours assurés. En se fiant à la commercialisation et à la consommation à grande échelle des OGM pour évaluer ces effets, cela revient à utiliser la population comme cobaye, ce qui est inacceptable selon nous. En plus, l'identification formelle du produit comme étant dangereux peut prendre plusieurs années, avant que le lien de cause à effet entre le produit et la maladie n'ait fait l'objet d'une démonstration claire. Ce lien pourrait d'ailleurs ne jamais être découvert, vu l'ensemble des agressions subies dans un environnement de plus en plus pollué.

La traçabilité des produits issus de variétés d'aliments transgéniques, qui laisse actuellement à désirer, est un autre sujet d'inquiétude concernant les aliments génétiquement modifiés ou comportant des OGM. Une fois sortis du champ, le système de distribution actuel fait en sorte que l'on perd la trace de ces aliments. Citons l'exemple du maïs StarLink, accrédité aux États-Unis pour la consommation animale seulement, à cause des propriétés allergisantes connues d'une protéine produite par cette variété. Lors de la manutention, des farines de ce maïs se sont retrouvées dans des produits destinés à l'alimentation humaine, dont des coquilles de tacos et des céréales. Cette gestion approximative du suivi des produits impropres à la consommation pourrait affecter la qualité de vie et la sécurité de nombreuses personnes.

Enfin, du point de vue économique, il est concevable que ces produits ne présentent pas que des avantages. Le marché pourrait en effet prendre une tangente défavorable tant pour le portefeuille que pour la liberté de choix du consommateur. D'abord, l'offre de produits non issus d'OGM pourrait diminuer, réduisant ainsi le choix du consommateur. De plus, à cause de l'inquiétude suscitée par les OGM et du peu d'information disponible pour le grand public, un grand nombre de consommateurs pourraient se tourner de plus en plus vers les produits biologiques, pour lesquels il existe un système de certification et d'étiquetage. La demande pour les produits biologiques augmentant sans que la disponibilité de ces produits ne suive, forcément les prix seraient amenés à monter. Le même phénomène pourrait se produire pour tous les produits ne contenant pas d'OGM et identifiés comme tels dans le cas où un tel étiquetage serait permis. Ainsi, l'introduction des OGM et des produits issus d'OGM sur le marché, plutôt que de favoriser une diminution du prix des aliments, suivrait une tendance opposée, en défaveur des consommateurs. Ce sont particulièrement les plus démunis qui en feraient les frais, se voyant forcés de se rabattre sur les produits les moins chers, donc issus du génie génétique, même si *a priori* ils n'auraient pas fait ce choix.

### ***Solutions et recommandations***

Compte tenu des risques inhérents aux techniques utilisées pour le développement d'OGM et des nombreuses avenues qui ont été proposées par des spécialistes pour y remédier, il s'avère primordial d'améliorer les techniques de transgénèse actuellement utilisées pour minimiser les incertitudes reliées aux impacts des OGM dans l'alimentation. Ceci implique de mieux cibler les gènes à transporter, d'augmenter la précision quant au lieu d'insertion des gènes pour ne pas interférer avec d'autres gènes et de mieux étudier les perturbations des voies métaboliques induites par l'insertion des transgènes. Comme les résultats de la technique de l'ADN recombinant



comporte des incertitudes, chaque nouvel organisme produit devrait être considéré comme un tout nouvel organisme dans le processus d'accréditation des nouveaux aliments, même si le ou les gènes ont déjà été introduits dans l'espèce receveuse.

De plus, il importe de mieux étudier les impacts des aliments transgéniques ou contenant des OGM sur la santé humaine. Pour l'instant, c'est Santé Canada, et plus précisément la Direction générale de la protection de la santé, qui se charge d'autoriser ces aliments, que l'on désigne sous le terme d'« aliments nouveaux ». Des lignes directrices pour l'évaluation de leur innocuité ont été développées à cet effet. Elles demandent aux promoteurs de décrire en détail les organismes donneurs et receveurs ainsi que leurs proches parents, le procédé de modification, les caractéristiques de l'hôte modifié, son métabolisme, etc. Elles requièrent également des analyses de la teneur en éléments nutritifs et de leur biodisponibilité ainsi que des données toxicologiques et sur le potentiel de réponse allergène. Il semble donc que le processus d'évaluation de l'innocuité des aliments nouveaux soit complet et permette de caractériser les impacts potentiels sur la santé.

Nous croyons cependant que, étant donné l'importance de l'enjeu, le processus d'accréditation des aliments nouveaux ne devrait pas reposer uniquement sur les démonstrations scientifiques de l'industrie qui fait la promotion de ces aliments. À cet effet, des études indépendantes devraient être réalisées selon un protocole standardisé soit par les chercheurs de Santé Canada, soit par des chercheurs indépendants. Tous les résultats scientifiques sur lesquels sont fondées les décisions de réglementation devraient être rendus publics pour favoriser la transparence du processus. Par ailleurs, nous croyons que l'application du principe de précaution s'impose. En effet, aucune nouvelle technologie ne devrait être présumée sécuritaire en l'absence de fondement scientifique sérieux permettant de conclure à sa probable innocuité.

Une fois un produit dûment accrédité, il devrait néanmoins faire l'objet d'un suivi post-commercialisation pour s'assurer de la validité des conclusions scientifiques ayant mené à son accréditation. Dans le cas où des intoxications ou des occurrences d'allergies pouvant être associées à des aliments OGM ou issus d'OGM seraient rapportées, des enquêtes devraient être réalisées afin de déterminer quel est le composé toxique ou allergène. Dans le cas des allergies, la prévalence de personnes allergiques parmi la population serait une information à rechercher. Des effets mutagènes ou cancérigènes à long terme seraient aussi à rechercher. Éventuellement, en fonction des données scientifiques obtenues, le statut du produit pourrait être révisé par Santé Canada.



Les consommateurs ont en ce moment accès à peu de sources d'information sur les aliments nouveaux. Celle-ci est souvent diffusée par les industries développant ces technologies et donc polarisée vers les bienfaits et non vers les risques. L'information impartiale et complète est rarissime. Le gouvernement canadien a effectué un pas dans la bonne direction en créant le CCCB, dont l'un des objectifs est de favoriser la diffusion d'information au grand public. Celui-ci devrait être doté des moyens nécessaires pour diffuser de l'information impartiale, gratuite et facilement accessible. Nous recommandons qu'un organisme rattaché au CCCB soit responsable d'établir une banque d'information sur tous les OGM que l'on trouve dans les aliments disponibles au Canada. Cette banque d'information pourrait être facilement rendue accessible au public par téléphone, par internet et par courrier. Elle devrait fournir des données vulgarisées qui permettraient au grand public de faire des choix éclairés pour leur alimentation et avoir un public mieux informé. En effet, même si actuellement l'étiquetage des produits alimentaires est bien fait, plusieurs composantes inscrites sur les listes d'ingrédients sont inconnues de la plupart des consommateurs qui, pour cette raison, ne peuvent pas estimer les impacts potentiels des aliments sur leur santé.

Une des polémiques entourant les aliments transgéniques ou issus d'OGM vient du fait que les consommateurs ne peuvent pas les identifier à cause de l'absence de réglementation rendant l'étiquetage de tels produits obligatoire. Le consommateur devrait avoir le droit de choisir. Nous recommandons l'étiquetage obligatoire et non l'étiquetage volontaire des produits OGM et des produits contenant des OGM. Nous proposons trois catégories soit les aliments avec OGM, les aliments sans OGM et les aliments biologiques. Il est impératif de tenir compte et de respecter les désirs des consommateurs qui sauront faire leurs propres choix et pourront ainsi exercer une saine influence sur l'offre de produits. De plus, une certification devrait être mise en place pour contrôler l'utilisation de l'appellation OGM. Nous recommandons également qu'un système efficace de traçabilité permettant de suivre les OGM du lieu de production jusqu'aux tablettes d'épicerie soit mis en place. Comme nous en avons discuté dans la section précédente, l'amélioration des techniques permettant de détecter les produits transgéniques dans les aliments serait un des facteurs de succès pour un tel système. Par ailleurs, les produits acceptables pour la consommation animale mais pas pour la consommation humaine, comme le maïs StarLink, ne devraient pas être accrédités pour éviter tout risque de mélange. En ce sens, les décisions de l'ACIA et de Santé Canada devraient être harmonisées.

## SANTÉ

---

Les utilisations possibles des OGM dans le domaine de la santé sont multiples. À l'heure actuelle, la grande majorité des applications sont cependant encore au stade expérimental. Une des avenues explorées consiste à produire des protéines humaines utilisées dans le traitement de certaines maladies comme l'insuline pour le diabète, l'hormone de croissance pour certaines formes de nanisme et l'hémoglobine qui sert de substitut au sang complet lors des transfusions. Ces protéines sont obtenues en incorporant des gènes humains à des microorganismes, des plantes ou des animaux qui les produisent selon leurs voies métaboliques propres. Les protéines sont ensuite extraites et purifiées en laboratoire.

L'introduction de gènes humains à des animaux dans le but de modifier la structure de leurs tissus constitue une autre avenue de l'utilisation des OGM dans le domaine de la santé. Ces techniques permettent de produire des tissus et des organes pouvant être utilisés lors de greffes sur des humains. Grâce à la biotechnologie, ces tissus et ces organes sont moins susceptibles de faire l'objet d'un rejet par l'organisme du receveur. On nomme ce type de greffes — entre espèces différentes — des xénogreffes.

Parmi les autres applications, certains animaux transformés génétiquement permettent d'étudier une maladie humaine et de réaliser les premières études visant à mettre au point son traitement, avant de passer à des essais cliniques où l'on fait appel à de vrais malades. Certains mammifères, comme le lapin et le porc, sont fréquemment utilisés car ils sont reconnus pour avoir des fonctions biologiques proches de celles de l'humain. Ces derniers sont employés notamment dans l'étude de l'athérosclérose, du SIDA et de la maladie d'Alzheimer.

Finalement, il est possible de fabriquer des aliments dans lesquels on aurait introduit des médicaments ou des vaccins et qui seraient administrés tels quels, au lieu des voies traditionnelles comme les comprimés et les injections intraveineuses et intramusculaires. Cette application fait partie du nouveau secteur d'activité que l'on nomme agriculture pharmacologique.

Le développement des applications des OGM dans le domaine de la santé comporte de nombreux avantages. Dans la nouvelle économie du savoir, les biotechnologies sont un secteur d'activité très dynamique. La recherche et le développement dans ce secteur de pointe favorisent donc la création d'emplois et stimulent l'économie canadienne, dont l'industrie biotechnologique se classe déjà au deuxième rang dans le monde, après les États-Unis.

Par ailleurs, l'utilisation des OGM permet de produire certains médicaments en plus grande quantité et de réduire les risques de contamination. Avant l'avènement du génie génétique, les protéines d'intérêt thérapeutique étaient extraites d'organes humains ou animaux. C'est le cas notamment de l'insuline qui était obtenue à partir de pancréas de porc et qui maintenant est aussi produite par des bactéries génétiquement modifiées. Certaines protéines, comme l'érythropoïétine que l'on utilise comme traitement afin de réduire l'anémie pathologique ou accidentelle, sont si peu concentrées qu'elles ne peuvent être obtenues en quantité suffisante par l'extraction, d'où l'intérêt de les faire produire par des organismes qui peuvent en faire de grandes quantités.

Les protéines produites par le biais d'un OGM sont en outre plus pures et moins susceptibles d'être contaminées que celles qui sont obtenues par l'extraction. À titre d'exemple, l'hormone de croissance était auparavant extraite d'hypophyses humaines, ce qui a eu dans certains cas comme résultat de contaminer des patients par des agents pathogènes responsables de maladies neurologiques, notamment par l'agent qui cause une variante de la maladie de



Creuzfeld-Jacob, une maladie dégénérative mortelle. De plus, l'utilisation d'un substitut du sang, comme l'hémoglobine issue d'OGM, permet d'écarter le risque de transmission des virus de l'hépatite B et C et du virus d'immunodéficience humaine (VIH).

Autre avantage, l'utilisation d'animaux transgéniques dans la production d'organes et de tissus pourrait augmenter leur disponibilité et limiter les risques de rejets. Chaque année plusieurs centaines de personnes meurent au Canada en attente d'un don d'organe. Pour remédier au problème de manque d'organes humains, les xénogreffes sont apparues comme une solution. Cependant, les organes d'une espèce donnée sont très fortement rejetés par une autre espèce. En introduisant des gènes humains à un animal donneur d'organes, on limite considérablement les risques de rejets. Le porc est considéré comme le meilleur donneur d'organes étant donné que cet animal est physiologiquement proche de l'humain. De plus, très peu de maladies sont transmises du porc à l'espèce humaine, ce qui réduit les risques de transmission accidentelle de maladies.

Les animaux transformés génétiquement, qui sont utilisés comme modèles de maladie humaine, s'avèrent très utiles pour mieux comprendre certaines maladies et mettre au point de nouveaux médicaments. Il est possible d'effectuer ces recherches sans faire intervenir des OGM, par la culture de cellules notamment. Par contre, l'utilisation d'animaux ayant des fonctions biologiques similaires aux humains est plus adéquate pour l'étude des processus biologiques complexes mis en cause.

Pour sa part, l'agriculture pharmacologique pourrait être utile pour soigner et protéger des populations ciblées contre certaines maladies. On envisage, par exemple, de créer une banane contenant un vaccin contre les hépatites A et B. Cette banane vaccin pourrait prémunir des populations entières et difficiles d'accès des pays en voie de développement contre ces maladies souvent endémiques.

Bien que l'utilisation des OGM dans le domaine de la santé comporte de nombreux bienfaits, il n'en demeure pas moins qu'elle présente des risques. Tout d'abord, les xénogreffes pourraient mettre en danger la santé publique par le transfert aux humains de maladies ne s'attaquant jusqu'à présent qu'aux autres espèces animales. Advenant qu'un tel transfert se produise, nous pourrions être aux prises avec de nouvelles maladies pour lesquelles nous n'avons aucune défense immunitaire, aucune méthode de diagnostic et aucun traitement. Nous n'avons qu'à penser au SIDA et plus récemment une nouvelle variante de la maladie de Creuzfeld-Jacob pour apprécier le risque et les conséquences d'un tel événement. Rappelons que les hypothèses les plus plausibles concernant l'origine de ces maladies seraient qu'elles auraient été transmises aux humains respectivement par le singe et le bœuf.



De plus, bien que ce résultat soit dépendant de la façon dont seraient distribués les aliments issus de l'agriculture pharmacologique, il est possible que la surconsommation de médicaments et de vaccins puisse avoir pour effet d'induire l'apparition de nouvelles souches résistantes de pathogènes, un phénomène connu et documenté. La résistance acquise par certaines bactéries envers les antibiotiques les plus couramment utilisés démontre bien l'importance de ce risque. Les effets de la surconsommation des médicaments et des vaccins sur le métabolisme humain, notamment sur le système immunitaire, sont toutefois inconnus.

Enfin, la production d'OGM à des fins biomédicales comporte des risques en elle-même. La contamination de l'environnement par des organismes produisant des médicaments ou des vaccins pourrait avoir des répercussions quasi inimaginables sur l'environnement et la santé humaine advenant le transfert des caractères nouveaux de ces OGM à d'autres espèces ainsi que leur entrée dans la chaîne alimentaire. Le cas des bactéries est particulièrement préoccupant, car le confinement de ces organismes invisibles à l'œil nu demande beaucoup de précautions. On peut citer en exemple les impacts d'un échappement éventuel de bactéries productrices d'insuline dans la nature, dont les effets sur la santé humaine pourraient être sérieux et même causer la mort, advenant une infection.

Un dernier risque pour la santé est davantage lié aux techniques utilisées en génie génétique pour développer de nouveaux organismes. Il est en effet courant d'employer un gène de résistance aux antibiotiques. Ce gène est alors inclus dans la séquence d'ADN que l'on tente d'introduire dans l'organisme cible. Il a ensuite pour seule fonction de rendre plus facile la détection des essais de transgénèse réussis par rapport à ceux qui ont échoué. Le principe est le suivant : suite à la tentative d'insertion de l'ADN dans l'hôte, les organismes hôtes qui présentent une résistance à l'antibiotique sont ceux pour lesquels le processus de transgénèse a été un succès. Le risque d'une telle pratique se situe dans l'éventualité que le gène d'antibiorésistance soit par la suite transféré à des bactéries pathogènes pour l'humain ou pour les animaux, par des mécanismes d'échanges de matériel génétique courants chez ces organismes. Le cas échéant, nous posséderions un antibiotique de moins dans notre arsenal pour lutter contre ces microorganismes pour lesquels, parfois, nous disposons justement de très peu d'armes.



## ***Solutions et recommandations***

Nous avons expliqué précédemment que les xénogreffes comportent des risques de transmission de maladies animales présentement absentes chez l'humain. L'apparition de nouvelles maladies aurait de graves répercussions non seulement pour les patients receveurs des organes, mais aussi pour la population en général compte tenu du fait que ces maladies seraient nouvelles, que personne n'aurait de défense immunitaire, et que les méthodes de diagnostic et le traitement seraient à développer. À cet effet, nous recommandons que des travaux de recherche approfondis sur le risque de transmission de maladies et sur les moyens d'éviter cette transmission soient réalisés. De plus, aucune xénogreffe ne devrait être faite en dehors d'un contexte de recherche médicale tant et aussi longtemps que les risques n'auront pas été soigneusement évalués et qu'un consensus ne se sera pas exprimé dans la société concernant les enjeux éthiques soulevés par ces technologies. Nous recommandons aussi que tout ce qui entoure cette approche thérapeutique, notamment l'élevage des animaux destinés au don d'organe, soit sévèrement réglementé et soumis à des contrôles appropriés.

Nous avons par ailleurs soulevé le fait que les aliments produits par l'agriculture pharmacologique pourraient provoquer une surconsommation de médicaments ou de vaccins et ainsi engendrer l'acquisition de résistance par des agents pathogènes. La surconsommation de médicaments ou de vaccins pourrait aussi avoir des répercussions négatives sur le métabolisme humain. À notre avis, dans l'état actuel des choses, cette approche thérapeutique ne devrait être envisagée que dans des situations où les approches traditionnelles font défaut. En aucun cas elle ne devrait être employée à grande échelle. Il est également primordial que ces aliments soient considérés comme des produits thérapeutiques et fabriqués, manutentionnés et distribués comme tels, sous la juridiction de la Loi sur les aliments et drogues et ses règlements.

Afin que les patients puissent faire un choix éclairé entre des méthodes de traitement traditionnelles et celles qui font appel aux OGM, ils devraient obligatoirement être informés lorsque les produits thérapeutiques qu'on leur offre sont des OGM ou issus d'OGM. En ce sens, il est souhaitable que tous les produits thérapeutiques OGM ou issus d'OGM soient clairement identifiés.

Par ailleurs, la production d'OGM à des fins biomédicales représente des risques pour l'environnement et pour la santé humaine advenant une éventuelle contamination du milieu naturel. Nous recommandons que ces OGM soient confinés de façon adéquate lorsqu'ils sont développés en laboratoire, en regard du risque que chaque organisme transgénique pose pour l'environnement et la santé humaine. Les niveaux de risques couramment utilisés dans le confinement des agents pathogènes viraux pourraient servir d'exemple à cet effet. En outre, tant que des méthodes efficaces pour contrôler le flux de gènes et la propagation de ces organismes n'auront pas été développées et que des études à long terme n'auront pas démontré hors de tout doute leur sécurité lorsque relâchés dans l'environnement, ces OGM, notamment les plantes, ne devront pas être produits en milieu naturel.

Enfin, afin de protéger la santé humaine, il apparaît essentiel que les gènes conférant une résistance aux antibiotiques thérapeutiques médicaux ou vétérinaires ne soient plus utilisés dans les essais courants de biotechnologie. Afin d'exercer un contrôle réel sur les techniques employées dans l'industrie, le processus d'accréditation des nouveaux aliments ou médicaments devrait exclure d'office tous les organismes développés à l'aide de cette technique.



## IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA BIODIVERSITÉ

---

En général, l'objectif premier du développement et de la commercialisation des OGM n'est pas d'améliorer l'état de l'environnement. On vise plutôt des bénéfices économiques. Toutefois, la plupart des OGM ont ou auront un impact sur l'environnement et la biodiversité.

Définissons d'abord la biodiversité telle que nous l'entendons. Il s'agit d'un concept à trois niveaux. Le premier concerne la diversité génétique, qui inclut l'ensemble des variations génétiques chez une espèce donnée. Elle est à la source des capacités de résistance aux catastrophes, d'évolution et d'adaptation des espèces vivantes. La diversité en espèces, c'est-à-dire l'ensemble de tous les organismes vivants dans une région donnée, constitue le deuxième niveau. La diversité des écosystèmes (ou écologique) constitue le troisième niveau et représente l'ensemble des types d'habitats que l'on retrouve sur un territoire donné. La perte globale de biodiversité est en ce moment l'une des plus sérieuses menaces pour l'environnement. La conservation de la biodiversité, à tous les niveaux, est d'ailleurs une préoccupation mondiale et a fait l'objet d'une convention internationale — la Convention des Nations Unies sur la diversité biologique —, entrée en vigueur en 1993, à laquelle le Canada a adhéré rapidement.

Dans certains cas, les impacts qu'ont les OGM sur l'environnement et la biodiversité, que l'on peut considérer comme des effets secondaires, peuvent se révéler avantageux. Citons, par exemple, une variété de pomme de terre insectifuge, qui produit une enzyme coupant l'appétit de son ravageur principal, dont la culture permettrait de réduire l'épandage de pesticides. Ou encore la production d'arbres transgéniques qui, en plus d'augmenter la productivité et les bénéfices économiques de l'industrie du bois et des pâtes et papiers, permettrait de réduire la pression induite par cette industrie sur les forêts naturelles. En effet, en intensifiant l'exploitation de forêts « cultivées » comprenant des arbres transgéniques, on permettrait à une partie de la forêt naturelle de se régénérer et d'être conservée. Les bénéfices environnementaux sont également évidents en ce qui concerne l'utilisation de bactéries transgéniques pour la dégradation de polluants persistants comme les BPC.

Nous sommes toutefois d'avis que, le plus couramment, l'utilisation des OGM présente une multitude de risques, du moins potentiels, pour l'environnement et la biodiversité. Ces risques sont principalement liés à l'échappement éventuel des OGM dans le milieu naturel ou à la transmission, par le flux de gènes, de leurs « nouvelles caractéristiques » aux populations naturelles de la même espèce ou à des espèces différentes.

Une grande partie de ces risques met en jeu la notion de valeur sélective, ce qui se définit par les chances d'un individu de survivre et de se reproduire malgré les contraintes de son milieu. Selon le principe de la sélection naturelle, auquel tous les organismes vivants sont soumis, l'individu qui possède les meilleurs « atouts » verra sa survie favorisée. Il transmettra ses atouts par hérédité à sa descendance. Ainsi, au fil des générations, ces atouts deviendront de plus en plus communs dans la population et les individus présentant d'autres caractéristiques, moins avantageuses, seront petit à petit éliminés. Les connaissances en écologie des communautés sont également utiles pour comprendre les risques associés aux OGM. En effet, par le génie génétique, on modifie le potentiel d'un organisme à entrer en compétition avec d'autres. Dans un écosystème où un ensemble d'espèces de plantes cohabitent dans un état d'équilibre relatif, si l'on introduit une plante transgénique super-performante, elle s'accaparrera les ressources du milieu au détriment des populations d'autres espèces, qui disparaîtront.

Jusqu'ici, la plupart des variétés sélectionnées de façon traditionnelle, dans le domaine de l'agriculture notamment, l'étaient pour des caractéristiques qui présentaient peu ou pas d'avantage sélectif pour leur survie en nature, comme la production d'une plus grande biomasse, une meilleure conservation, etc. Elles étaient donc *a priori* peu compétitives vis-à-vis les variétés ou les espèces sauvages. Dans le cas des OGM, les nouvelles caractéristiques ou avantages obtenus grâce au génie génétique, telles la production autonome d'un insecticide, peuvent conférer une supériorité importante aux organismes qui en sont pourvus. Une fois répandus dans le milieu naturel, ces OGM se retrouveraient probablement avantagés par rapport aux variétés indigènes de la même espèce ou par rapport à d'autres espèces, non pourvues des mêmes atouts, risquant ainsi de déplacer, voire d'éliminer, les populations naturelles.

Ainsi, on ne peut simplement considérer les OGM comme de nouvelles variétés d'espèces déjà existantes. Par la nature des nouvelles caractéristiques qu'on leur octroie, l'échappement des OGM représente, pour la biodiversité, un risque plus élevé. D'une part, les caractéristiques transgéniques peuvent être favorisées par le processus de sélection naturelle, au détriment de la diversité génétique et, d'autre part, elles peuvent permettre aux OGM de détruire l'équilibre des communautés de plantes, les populations d'espèces indigènes devenant comparativement moins compétitives, ce qui entraînerait une diminution de la diversité en espèces. Tout changement de cet ordre aurait également des répercussions sur les autres niveaux trophiques (les animaux, les microorganismes du sol, etc.) et perturberait globalement les écosystèmes.

D'un certain point de vue, la création, par modification génétique, d'organismes comportant de nouvelles combinaisons de gènes (OGM) représente un apport à la biodiversité. Par contre, la perte de biodiversité génétique, qui résulterait de leur propagation en milieu naturel ou du transfert de leurs gènes aux espèces sauvages et l'absence de moyens pour contrôler cette propagation, pourrait être dramatique pour l'équilibre des écosystèmes.



La biodiversité comporte des enjeux environnementaux, mais également d'importants enjeux économiques, scientifiques, récréatifs, touristiques, esthétiques, éthiques et éducatifs. Une proportion importante de notre économie repose sur l'exploitation des ressources naturelles. La perte d'une espèce, en plus d'avoir des répercussions majeures sur l'écosystème dont elle fait partie, peut engendrer des pertes économiques pour les secteurs qui en dépendent. De plus, à l'heure actuelle, seulement de 5 à 20 % des espèces vivantes auraient été répertoriées. La biodiversité représente donc un réservoir considérable de découvertes scientifiques, qui pourrait contribuer au mieux être de l'espèce humaine en fournissant de nouveaux médicaments, de la nourriture, etc. Il est par ailleurs admis dans les milieux scientifiques que la biodiversité confère aux écosystèmes une résistance et une résilience face aux perturbations qu'ils subissent, un atout important dans le contexte du changement global. Enfin, d'un point de vue éthique, on considère que chaque espèce possède une valeur intrinsèque qui doit être préservée.

Pour l'environnement, en plus des risques potentiels pour les populations naturelles et la biodiversité, les nouvelles caractéristiques des OGM pourraient être à l'origine de phénomènes de pollution de l'eau et/ou du sol ainsi que de toxicité pour les êtres vivants. Chez l'humain, cela pourrait se traduire par des allergies, des carences ou des excès de divers éléments. De plus, des effets toxiques pourraient menacer l'ensemble de la microflore, la microfaune ou d'autres espèces non visées. La pollution et la toxicité pourraient conférer un avantage sélectif à certains individus, qui seraient alors favorisés et en viendraient à remplacer les autres.

Les effets toxiques pourraient être directs, causés par les OGM eux-mêmes ou par d'autres organismes qui se seraient approprié les transgènes, ou indirecte, causée par d'autres conséquences de l'utilisation des OGM, telle une augmentation des doses ou de la puissance des herbicides. Le développement de la résistance aux pesticides représente d'ailleurs un risque environnemental important de l'utilisation des OGM. Cette résistance pourrait être induite directement, par la transmission du matériel génétique d'un OGM développé pour cette résistance, la variété Round-Up Ready par exemple, ou par le contact continu avec un OGM produisant un insecticide, comme le maïs Bt. La résistance aux pesticides ou aux antibiotiques est un phénomène bien connu, tant en agriculture qu'en médecine. Lorsque celle-ci apparaît, les moyens de lutte connus, contre l'insecte nuisible ou la bactérie, deviennent moins efficaces ou complètement inutiles. Dans un premier temps, l'augmentation de la dose ou de la puissance suffit à contrer l'organisme nuisible, jusqu'à ce que celui-ci s'adapte de nouveau et que le cycle recommence. Mais poussé à l'extrême, cet engrenage mène à un point où l'outil de lutte contre l'espèce nuisible devient complètement inefficace et le contrôle impossible, nécessitant la découverte de nouveaux moyens de lutte dont les impacts environnementaux peuvent être encore plus dommageables. Les enjeux environnementaux, économiques et de toxicité inhérents au développement de la résistance des ennemis des cultures sont donc d'une très grande importance. Le rôle des OGM dans ce phénomène ne peut être négligé, d'autant plus que les ravageurs, que l'on cherche à contrôler dans les cultures, peuvent également s'attaquer aux populations naturelles. En outre, la résistance peut être acquise par d'autres espèces que l'organisme visé par l'utilisation du produit.



Les risques environnementaux évoqués précédemment sont des risques à moyen et surtout à long terme, et sont d'autant plus importants du fait de la « simplicité » de beaucoup d'organismes utilisés en transgénèse — c'est le cas des plantes et des microorganismes — qui les rend souvent moins contrôlables. En effet, ces organismes ont des taux de reproduction et de mutations importants, une grande capacité de dispersion et plusieurs autres caractéristiques qui rendent le confinement des transgènes difficile, voire impossible. Ajoutons également que ces risques semblent relativement comparables, que le transfert de gènes se fasse au sein d'une même espèce, entre le cultivar et la variété sauvage par exemple, ou entre deux espèces différentes. En effet, les organismes vivants peuvent acquérir naturellement des gènes venus d'autres espèces, ce que l'on nomme communément la transmission horizontale. Le transfert horizontal des gènes est fréquemment observé chez les bactéries, par exemple le transfert de gènes de résistance par l'intermédiaire des plasmides, et chez les virus, qui sont des agents très performants pour introduire des gènes dans une cellule et s'approprier les gènes de cette cellule. La transmission horizontale de gènes entre virus et plantes a déjà été démontrée chez le tabac et la banane. Elle a été révélée également entre des champignons et des mitochondries de végétaux. Le transfert génique naturel entre les bactéries du sol et les plantes est aussi un phénomène bien connu. Il est d'ailleurs mis à profit par les biotechnologistes dans l'une des techniques de fabrication de plante OGM. On modifie les bactéries en ajoutant le gène voulu et ce sont elles qui transfèrent ce gène aux cellules végétales, à partir desquelles on régénère une plante transgénique. Chez les plantes, le transfert horizontal de gènes, par hybridation entre espèces proches parentes, est également très fréquent. On estime d'ailleurs qu'environ le tiers des espèces végétales vivantes auraient évolué à partir d'hybrides naturels et, contrairement aux hybrides animaux, les plantes hybrides ne sont pas forcément stériles. En milieu naturel, où tous ces types d'organismes entretiennent d'étroites relations, les risques de propagation intra- et interspécifique des caractéristiques provenant d'OGM s'avèrent donc probables, tout en étant imprévisibles.

### ***Solutions et recommandations***

Les impacts des OGM sur l'environnement et la biodiversité pourraient être réduits en grande partie par des mesures empêchant leur dispersion dans le milieu naturel et la propagation de leurs nouvelles caractéristiques à d'autres organismes, qu'ils soient de la même espèce ou d'espèces différentes. Actuellement, la culture en milieu naturel de certaines variétés transgéniques est autorisée au Canada, quoique leurs impacts potentiels sur l'environnement soient méconnus. Par le passé, cette manie de procéder à l'aveuglette dans nos pratiques agricoles, citons le cas du DDT, a d'ailleurs conduit à des conséquences désastreuses pour l'environnement et la santé des êtres vivants. Nos expériences passées, de même que l'imprévisibilité des conséquences de la dissémination d'OGM (ou de leur transgène) dans l'environnement et leur irréversibilité, devraient justifier la mise en place de moyens efficaces pour contrer leur échappement. Or, les moyens utilisés actuellement pour éviter la propagation dans l'environnement des OGM ou de leur bagage génétique nous apparaissent insuffisants ou déficients, d'autant plus qu'une fois qu'un organisme transgénique est accrédité, aucune précaution n'est exigée auprès du producteur pour limiter les risques d'échappement, de reproduction ou d'hybridation avec les espèces sauvages ou les autres cultures.

Malgré le confinement physique en laboratoire, bien qu'il puisse être efficace jusqu'à un certain point pour les microorganismes, il existe un risque d'échappement accidentel, particulièrement pour ces organismes non visibles à l'œil nu. De plus, la propagation et la transmission horizontale de gènes chez ce type d'organisme est particulièrement aisée. Nous recommandons donc que



les mesures de confinement soient renforcées et contrôlées par un cadre réglementaire strict. Nous avons fourni à cet effet des pistes de solutions dans les sections précédentes.

Dans le cas des essais au champ de plantes ou d'arbres modifiés génétiquement, le confinement des plants transgéniques, par des bordures de végétation où aucune espèce apparentée n'est présente, est pour nous nettement imparfait. Les possibilités que le pollen des plants transgéniques outre passe ces périmètres de sécurité sont plus que probables, particulièrement pour les espèces qui sont adaptées à la pollinisation par les animaux. La présence, peut-être inaperçue, de plants apparentés aux organismes transgéniques à l'intérieur même de cette bordure constitue un autre risque. Les inspections régulières et les moyens mécaniques utilisés pour empêcher la propagation de pollen, tel que la coupe des plants avant la floraison, nous semblent également peu fiables à long terme et à grande échelle. En effet, la floraison est un phénomène biologique, donc variable, influencé par les conditions environnementales, imprévisibles, et surtout peu respectueux des contraintes d'horaire et de personnel. La destruction et l'enfouissement de semences ou de matériel végétal transgénique, de même que le lavage de l'équipement d'ensemencement, de plantation ou de récolte, représentent davantage un frein à l'échappement d'OGM qu'une mesure véritablement efficace de leur confinement. D'ailleurs, il est bien connu que le pollen de certaines espèces, comme le colza, peut voyager sur plusieurs kilomètres et leurs graines demeurer fertiles pendant des années dans le sol.

La stérilisation des semences issues de plants transgéniques, par des techniques dites « terminator », bloque la transmission des caractères transgéniques par la voie de la reproduction sexuée. Toutefois, certaines variantes de cette technique n'empêchent pas la pollinisation croisée avec les plantes de variétés classiques ou indigènes. Ainsi, cette technique comporte des risques considérables pour l'environnement dans le cas où les gènes « terminator » seraient transmis aux populations naturelles, qui ne seraient alors plus en mesure de se reproduire.

Les barrières géographiques, comme la culture de plantes exotiques, même si elles empêchent le transfert de gènes aux plantes apparentées, celles-ci étant absentes du territoire, n'empêchent aucunement le transfert de gènes à d'autres espèces. De plus, les risques d'introduction d'espèces exotiques sont réels et les conséquences dramatiques à plusieurs niveaux (environnementaux, biodiversité, économiques, etc.). Plusieurs cas, tels que ceux de la lamproie, de la moule zébrée ou de la salicaire pourpre, sont bien documentés au Canada.



Étant donné l'insuffisance des mesures de confinement actuelles, leurs difficultés d'application à grande échelle et à long terme, ainsi que la nature des OGM — il s'agit de matériel vivant programmé pour se répandre et se reproduire —, il y aurait lieu de développer de nouveaux outils permettant d'éviter leur propagation ou celle de leur matériel génétique dans l'environnement. L'utilisation d'OGM en milieu naturel, et particulièrement dans un contexte d'agriculture de masse devrait être évitée tant et aussi longtemps que des moyens efficaces pour contrer leur propagation ou celle de leur transgène n'auront pas été développés ou que des études à long terme n'auront pas démontré leur sécurité pour l'environnement.

Les autres risques environnementaux reliés à l'utilisation des OGM, soit ceux de la pollution, de l'apparition de résistance chez les pathogènes ou les insectes et de la toxicité directe ou indirecte, doivent également être pris au sérieux. Ces risques ne sont pas uniques aux OGM et le développement d'autres solutions, telles qu'une meilleure régie des cultures ou la lutte intégrée, devrait recevoir un maximum d'attention. À cet effet, les OGM pourraient être considérés comme des outils utilisables en agriculture, en alternance avec d'autres outils.

Le processus d'évaluation et d'accréditation des OGM du cadre réglementaire canadien n'est pas spécifique à ces organismes, ce qui nie la nouveauté de la technologie et des risques, notamment environnementaux, qui sont associés à son utilisation. Les directives qui les concernent emploient d'ailleurs le terme VCN (végétal à caractère nouveau) pour désigner à la fois les nouvelles variétés issues de croisements traditionnels et celles qui proviennent du génie génétique.

La réglementation repose sur deux principes : la familiarité et l'équivalence essentielle. Lorsque ces deux principes sont respectés, l'OGM est approuvé par l'ACIA sans qu'une évaluation du risque environnemental ne soit réalisée.

La familiarité se définit comme étant la connaissance des caractéristiques d'une espèce végétale et l'expérience des utilisations de cette espèce au Canada. Pour qu'un OGM soit familier, l'espèce végétale doit avoir été cultivée ou disséminée au Canada, le caractère nouveau doit avoir déjà été introduit chez cette espèce, la méthode d'introduction du gène doit avoir déjà été utilisée et la méthode de culture doit être semblable à celles déjà utilisées pour l'espèce. Seul le critère du caractère nouveau nous semble vraiment limitant pour qu'un OGM soit considéré familier. En outre, nous constatons que sur la base de ce critère, plus il y aura d'OGM accrédités, plus il sera facile pour un nouvel OGM de l'être également.



Le principe d'équivalence essentielle, est atteint si, à partir de données et de raisonnements scientifiques rigoureux, on juge que le comportement de l'OGM dans l'environnement ne sera pas différent de la même espèce végétale non-transgénique. Le transgène doit aussi avoir déjà été approuvé par l'ACIA pour la même espèce. Dans la mesure ou aucune étude à moyen ou à long terme n'est réalisée pour évaluer les effets environnementaux des OGM, ce principe nous apparaît peu efficace pour juger de la sécurité environnementale des OGM. De plus, c'est actuellement au demandeur d'accréditation, c'est-à-dire à l'entreprise qui veut produire et/ou commercialiser un OGM, de faire la preuve que les principes de familiarité et d'équivalence essentielles sont respectés. Quand on sait que dans le monde scientifique deux études identiques peuvent donner des résultats différents ou qui sont différemment interprétés, on peut se demander s'il est possible pour les entreprises de ne pas arriver à démontrer l'équivalence essentielle d'un OGM.

Dans le cas où les principes de familiarité et d'équivalence ne sont pas respectés, l'ACIA réalise une évaluation du risque environnemental à partir des données fournies par les entreprises, notamment celles provenant des essais au champ réglementés et contrôlés par les inspecteurs de l'ACIA. Si les données fournies sont considérées satisfaisantes, l'ACIA ne réalise actuellement aucune expérimentation pour confronter ces données. Dans la mesure ou cette « évaluation » se fait en général une fois que des sommes pour le moins importantes ont déjà été investies pour le développement du VCN en question, et vu les espoirs que fonde le gouvernement canadien dans les nouvelles biotechnologies, on est en droit de se questionner sur son objectivité.

Il semble donc que l'aspect nouveau de cette technologie, dont les principes et les nombreux risques potentiels sont plutôt méconnus, du moins à moyen et long terme, ne soit quasiment pas pris en compte par la législation et la réglementation canadiennes. Les OGM ne sont en général pas soumis à des études à long terme qui, d'ailleurs, sont souvent perçues comme un frein inutile à l'exploitation commerciale. Pourtant, en dehors des intérêts financiers, rien ne justifie la rapidité avec laquelle ces produits se retrouvent dans les champs. En fait, il apparaît que l'évaluation des risques elle-même est limitée par le manque de connaissances et par la définition même du terme « risque », qui fait appel à des dangers plus ou moins immédiats.

Dans ces conditions, il nous semble urgent de définir un cadre réglementaire véritablement adapté aux particularités et aux risques de cette nouvelle technologie. En ce sens, nous recommandons de reconnaître pleinement le caractère nouveau de cette technologie et, en conséquence, de traiter les OGM différemment des organismes de variétés hybrides, sélectionnés de façon traditionnelle. La recherche dans le domaine des OGM souffre d'une vision pour le moins réductionniste des organismes et, surtout, des relations qu'ils entretiennent avec le milieu biotique et abiotique qui les entoure. On sous-estime les risques et on minimise les tests, en ne considérant que des organismes et, parfois même, que des morceaux d'ADN là où se trouvent des systèmes complexes, dans lesquels des flux de gènes s'échangent constamment entre les différentes composantes, et pas seulement entre individus d'une même espèce. Cette vision réductionniste n'est pas appropriée et devrait être corrigée par une vision beaucoup plus représentative de la réalité. Les protocoles réglementaires d'homologation de produits transgéniques devraient être revus et devenir beaucoup plus rigoureux, moins tolérants au risque qu'ils ne le sont actuellement. L'analyse des risques devrait se faire au cas par cas. Des normes d'utilisation devraient être développées pour chaque OGM et des contrôles stricts être faits régulièrement auprès des agriculteurs. Les règles s'appliquant à l'homologation de nouveaux médicaments au Canada pourraient servir d'exemple à l'établissement d'une meilleure réglementation pour les OGM, tant pour la santé que pour l'environnement.

En outre, il y aurait lieu de prendre au sérieux les risques potentiels de la propagation d'OGM dans l'environnement en considérant le caractère irréversible et incontrôlable du processus, de même que l'imprévisibilité du comportement des OGM une fois répandus dans les écosystèmes. Dans cette optique, nous recommandons que des études à moyen et long terme, qui permettraient de mieux définir et d'évaluer ces risques, soient désormais requises préalablement à l'utilisation des OGM à grande échelle. Dans le cas où une évaluation des OGM par des essais au champ étroitement contrôlés aurait fourni des résultats concluants par rapport à l'environnement, elle devrait être suivie par une autre d'évaluation, étroitement contrôlée également, réalisée dans des conditions d'exploitation agricole réelle mais à petite échelle. Ces études devraient tenir compte du fait que ces conditions comportent des variations régionales à travers le pays, et être réalisées sur plusieurs années d'exploitation en conditions réelles.

D'autre part, il est primordial de réaliser que nous faisons déjà face aux risques environnementaux liés à la dissémination d'OGM, puisque des millions d'hectares de terres sont actuellement utilisés pour la culture de ces organismes. En conséquence, il s'avère urgent d'étudier ces risques, ce qui pourrait nécessiter la mise en place d'un moratoire sur toute dissémination d'OGM, du moins sur l'accréditation des nouvelles variétés, particulièrement si ces actions ne peuvent être posées à court terme. Dans le cas des OGM, nous croyons que le principe de précaution, qui prévoit qu'un décideur ne peut adopter une politique que s'il est certain qu'elle ne comporte absolument aucun risque environnemental ou sanitaire, devrait s'appliquer à ce processus.

En termes d'actions concrètes, il nous semble indispensable de mettre en place un système d'évaluation plus adapté, qui soit piloté ou du moins supervisé par un organisme politiquement et financièrement indépendant. Cet organisme devrait être transparent et constitué de scientifiques – notamment des biologistes –, de médecins, de sociologues, d'éthiciens, etc. provenant de domaines d'études différents, ayant donc des visions diverses et complémentaires. La multidisciplinarité de ce comité nous apparaît primordiale pour une bonne compréhension des systèmes en jeu, préalable indispensable à une appréhension et une gestion adéquate des risques et des mécanismes que sous-tendent ces technologies. De la même manière, les sources de financement dans la recherche sur les OGM devraient être plus diversifiées. Actuellement, le sous-financement de la recherche universitaire et des centres de recherche favorise l'implication des industries dans la recherche. Cette situation comporte des avantages mais également des inconvénients, puisqu'elle réduit la capacité des infrastructures déjà en place de réaliser des études indépendantes sur les OGM. À cet effet, nous recommandons que le financement de la recherche dans les institutions (universitaire ou de recherche), notamment celle concernant les risques liés aux OGM, soit augmenté. La revalorisation de la recherche supportée par l'État permettrait de favoriser une certaine indépendance financière en matière de recherche et de bénéficier de connaissances moins partisans sur le sujet.

## CONCLUSION

---

Ce mémoire a été rédigé afin d'attirer l'attention des décideurs et du grand public sur les conséquences découlant de l'apparition des produits des nouvelles biotechnologies. Dans les sections qui précèdent, nous avons exposé plusieurs des risques qui sont associés au développement et à l'utilisation des organismes génétiquement modifiés en agriculture, pour l'alimentation et dans le domaine de la santé. L'environnement et la biodiversité ont quant à eux fait l'objet d'une section distincte afin de bien mettre en évidence les impacts possibles des applications des nouvelles biotechnologies.

Le principal ensemble de recommandations vise spécifiquement les règles d'accréditation des organismes génétiquement modifiés. Nous croyons en effet que les processus actuels ne tiennent pas pleinement compte des risques que posent les nouveaux OGM pour la santé et l'environnement. Il faut donc revoir en profondeur ces processus afin de réduire la tolérance au risque, de les rendre plus transparents, de favoriser la recherche indépendante et d'allonger la période d'examen des nouveaux organismes. Au bout du compte, c'est à un comité multidisciplinaire, plus susceptible de représenter l'ensemble des intérêts présents dans la société, que devrait revenir la décision finale d'accréditer ou non un OGM.

Plusieurs de nos recommandations visent par ailleurs à réduire les risques liés à l'échappement des organismes génétiquement modifiés, et principalement des transgènes, en milieu non contrôlé. À cet effet, nous croyons qu'il n'existe actuellement aucun moyen efficace de confinement et que ces moyens restent à développer pour s'assurer de la sécurité à long terme des nouveaux OGM pour les écosystèmes, l'économie – qui en dépend – et la santé.

Un autre élément central qui se dégage de ce document vise les droits de propriété sur les OGM. Nous avons soulevé un questionnement sur les conséquences que cette pratique entraîne sur l'indépendance des agriculteurs face aux grandes entreprises semencières et à leurs produits, ainsi que sur l'apparition d'un oligopole et son contrôle éventuel de la sécurité alimentaire mondiale. Par ailleurs, nous avons mis en lumière le fait que tout en détenant un droit de propriété sur des organismes vivants, les grandes entreprises ne peuvent faire la démonstration que ces organismes sont totalement sous leur contrôle et échappent à des processus biologiques aussi simples que la reproduction sexuée. Nous en concluons que dans l'état actuel des choses, le droit de propriété devrait exclure des organismes vivants dans leur entièreté. Alternativement, des droits sur des méthodes de transgénèse ou sur des séquences d'ADN – construites par l'humain et absentes du monde naturel – pourraient continuer à être accordés afin de protéger les intérêts économiques des investisseurs.

Le dernier élément majeur dont nous avons voulu discuter porte sur l'information. Dans toutes les sphères d'application des OGM, il est essentiel que la transparence et le droit du public à l'information soient centraux. Ainsi, nous préconisons l'étiquetage obligatoire des aliments OGM ou issus d'OGM, ainsi qu'une disponibilité élargie d'information sur ces aliments, leurs méthodes de production et leurs effets potentiels sur la santé et l'environnement. Cela aura pour effet d'abord de permettre le libre choix des personnes face à ces nouveaux produits, mais aussi de créer un équilibre sur le marché qui corresponde aux intérêts de la majorité, et non pas aux intérêts d'une minorité de corporations.

Contrairement aux promoteurs des OGM, dont font partie l'industrie et les gouvernements, qui sous-estiment la nouveauté de ces organismes et leurs impacts potentiels sur la santé, l'environnement, l'économie et la société, nous sommes d'avis que les OGM amènent un réel



bouleversement dans nos méthodes de production agricole, dans notre alimentation, dans notre système médical, etc. À ce titre, nous estimons que des choix de société doivent être faits dès maintenant pour encadrer leur essor, dans une optique de développement durable.

On ne peut nier que le débat sur les OGM s'inscrit dans le contexte de la mondialisation des échanges commerciaux. Ce phénomène entraîne de nombreux effets sur l'économie des pays, et particulièrement en Amérique du Nord. L'agriculture est plus intensive, ce qui se traduit par peu de rotation des cultures, un emploi massif de fertilisants et de pesticides, etc. C'est la productivité qui est recherchée à tout prix, souvent au détriment de la qualité de l'environnement et de la qualité de vie. Les producteurs sont de plus en plus gros et de moins en moins nombreux.

Dans cette agriculture productiviste, des problèmes négligés ou minimisés viennent rappeler que malgré la connaissance de plus en plus approfondie que l'humain a de la nature, il ne peut prétendre la maîtriser. Ces problèmes touchent l'alimentation et la santé. On peut citer à titre d'exemple les problèmes d'innocuité alimentaire qui touchent actuellement l'Europe. Ces problèmes prennent leur source notamment dans des méthodes de production qui font fi des lois de la nature. En effet, pour réduire les coûts d'élevage, on en est venu à nourrir plusieurs animaux d'élevage strictement herbivores avec des farines animales. Un lien direct a par la suite été établi entre l'alimentation carnée des bovins de boucherie, une épidémie d'encéphalite spongiforme bovine (maladie de la vache folle) et la maladie de Creutzfeld-Jacob chez l'humain.

Avant de débattre du niveau de risque associé à un organisme génétiquement modifié en particulier et de déterminer si l'on est prêt à accepter ce risque en tant que collectivité, il serait bon de se poser des questions fondamentales quant à l'organisation de nos modes de production alimentaire et de nos services de soins de santé.

Il est clair que le débat sur les OGM ne se limite pas à leur innocuité alimentaire, ni aux risques de pollution génique, ni aux impacts de leur emploi sur les écosystèmes. Il faut également cerner les intérêts en jeu. Si l'on fait un bilan éclairé des avantages et des inconvénients de leurs applications, qui retire des bénéfices des nouvelles biotechnologies ? Est-ce que ces avantages et ces inconvénients sont également répartis entre les consommateurs, les producteurs, les gouvernements et les entreprises qui développent de nouveaux organismes ? Entre les pays riches et les pays pauvres ?

En outre, il est essentiel de réaliser que les avantages de l'apparition des OGM sont actuellement bien connus. Nous estimons pour notre part que tant que les inconvénients ne seront pas examinés avec toute la rigueur scientifique requise, nous ne serons pas collectivement en mesure de prendre des décisions éclairées sur la place qui devrait revenir aux OGM dans notre agriculture, notre alimentation et notre santé.

Enfin, il faut comprendre que dans l'avenir, la gamme des modifications génétiques des organismes sera beaucoup plus étendue. Les demandes d'autorisation pour des produits nouveaux seront aussi beaucoup plus nombreuses qu'aujourd'hui. C'est maintenant qu'il faut se pencher sur les procédures d'évaluation de la sécurité et de gestion du risque et de s'assurer qu'ils seront suffisamment stricts pour protéger la santé du public, l'environnement et l'économie.

## GLOSSAIRE

---

ACIA :	Agence canadienne d'inspection des aliments
ADN :	Acide désoxyribonucléique.
Allofécondation :	Fécondation entre espèces différentes.
Antibiorésistance :	Résistance d'un ou de plusieurs microorganismes pathogènes à un antibiotique. Il est plus difficile de traiter les souches de bactéries antibiorésistantes, contre lesquelles on ne dispose parfois que d'un ou deux médicaments antibiotiques efficaces.
Biodisponibilité :	Mesure de la facilité avec laquelle les éléments nutritifs et les toxines sont absorbés par un organisme lors de la digestion, qui dépend de nombreux facteurs chimiques et biologiques.
BPC :	Biphényles polychlorés
Bt :	Toxine produite par le <i>Bacillus thuringiensis</i> , une bactérie naturellement présente dans le sol, et qui inhibe la digestion chez de nombreux insectes parasites des plantes.
CCCB :	Conseil consultatif canadien sur les biotechnologies.
CCMB :	Comité de coordination ministérielle de la biotechnologie.
DDT :	Dichloro-diphényl-trichloroethane. Insecticide cancérigène banni aux Etats-Unis et au Canada dans les années 70.
Développement durable :	Développement qui permet d'améliorer les conditions de vie actuelles sans nuire à celles des générations futures.
FAO :	Food and Agriculture Organization.
Hypervitaminose :	Troubles provoqués dans l'organisme par l'ingestion excessive d'aliments vitaminés.
Interspécifique :	Qui se produit entre les individus de deux espèces différentes.
Intraspécifique :	Qui se produit entre les individus d'une même espèce.
Liposoluble :	Qui est soluble dans les corps gras comme l'huile ou les graisses.
Métabolisme lipidique :	Ensemble des transformations chimiques et physico-chimiques des corps gras qui s'accomplissent dans les tissus d'un organisme vivant.



Mitigation :	Synonyme d'atténuation, d'adoucissement, de réduction.
Modifications post-transcriptionnelles :	Modifications de l'information génétique se produisant après que celle-ci ait été transformée en ARN. Ex.: modification de l'information servant à produire une protéine spécifique à partir d'un ARN particulier.
Niveau trophique :	Chacun des niveaux de la chaîne alimentaire. Ex.: les plantes, les herbivores et les carnivores sont trois niveaux différents de la chaîne alimentaire.
Pollinisation croisée :	Processus par lequel le pollen est transporté des anthères (partie mâle) d'une plante jusqu'au stigmate (partie femelle) d'une autre plante. S'oppose à l'autofécondation qui signifie que le transfert de pollen se fait de la partie mâle à la partie femelle d'une même plante.
Qualités organoleptiques :	Qualités des choses qui sont perceptibles par nos sens.
Transgène :	Organisme auquel on a introduit le gène d'une autre espèce.
Transgénique :	Qui est porteur d'un transgène.
Xénogreffe :	Greffe d'un organe qui provient d'une autre espèce animale.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- ABERGEL, E. 2000. L'évaluation des risques environnementaux associés aux OGM ou comment gérer l'incertitude scientifique. Conférence présentée au congrès « Les OGM, une réalité à découvrir », à Sherbrooke, le 14 avril 2000.
- Advisory Committee on Releases to the Environment : Sub-group on Best Practice in GM Crop Design. 2001. Guidance on principles of best practice in the design of genetically modified plants. UK Department of the Environment, Transport and the Regions. Sur internet, source désuète.
- Agence canadienne d'inspection des aliments. 2001. Réglementation des végétaux à caractères nouveaux au Canada. <http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/pbo/pntchaf.shtml>
- Agence canadienne d'inspection des aliments. 2000. Étiquetage volontaire des aliments issus de la biotechnologie. Biotechnologie en agriculture et agroalimentaire - Informations générales. Agence canadienne d'inspection des aliments, Gouvernement du Canada.
- Agence canadienne d'inspection des aliments. 2000. Questions fréquentes sur les aliments génétiquement modifiés. Biotechnologie en agriculture et agroalimentaire - Informations générales.
- Agence canadienne d'inspection des aliments, Gouvernement du Canada. Agence canadienne d'inspection des aliments. 2000. Statut des végétaux réglementés à caractères nouveaux (VCN) au Canada : dissémination dans l'environnement, usage aux fins d'alimentation animale, enregistrement des variétés et usage à titre d'aliments nouveaux. Biotechnologie en agriculture et agroalimentaire - Informations générales. Agence canadienne d'inspection des aliments, Gouvernement du Canada.
- AMMANN, K. 1999. Les OGM, entre mensonges et hystérie. *La Recherche* 325 : 104-107.
- Anonyme. 2000. OGM : méfions-nous de l'épouvantail médiatique. *La Presse* 11 janvier 2000 p. B3
- Anonyme. 1999. Le colza carbure aux transgènes. *Biofutur* 195 : 22-23.
- Anonyme. 1999. Science has no way to test food, conventional or modified. *Financial Post*, 6 mai 1999. (reprint from *New Scientist*).
- APOTEKER, A. 2000. Après la pollution chimique et nucléaire, la pollution génétique. *Le Devoir* 24 septembre 2000 p. A13.
- BACH, F. H. *et al.* 1998. Uncertainty in xenotransplantation: Individual Benefit versus Collective risk. *Nature Medicine* 4(2) : 141.
- BACHAND, N. 2001. L'impact des OGM sur l'environnement et les relations socio-économiques dans les pays en développement. *Vertigo* 2(1). [http://www.unites.uqam.ca/vertigo/art6vol2n1/bachand\\_nadine.html](http://www.unites.uqam.ca/vertigo/art6vol2n1/bachand_nadine.html)

- BACHAND, N. 2000. Les impacts environnementaux et socio-économiques des OGM et l'information du public : un enjeu de société. Conférence présentée au congrès « Les OGM, une réalité à découvrir », à Sherbrooke, le 15 avril 2000.
- BEAULIEU, C. 1999. Ras le bol qu'on décide pour moi. L'Actualité août 1999 : 10.
- BEAULIEU, J. 2000. La réglementation des produits agricoles issus de la biotechnologie. Conférence présentée au séminaire « Organismes génétiquement modifiés : et si on s'informait ? », à St-Hyacinthe, le 28 janvier 2000.
- BELZILE, F. 2000. Les plantes transgéniques : panacée ou boîte de Pandore ? Conférence présentée au congrès « Les OGM, une réalité à découvrir », à Sherbrooke, le 15 avril 2000.
- BOLDUC, C. 2000. La pratique agronomique et les OGM. Conférence présentée au congrès « Les OGM, une réalité à découvrir », à Sherbrooke, le 15 avril 2000.
- BRISSON, L. 2000. La production de pommes de terre transgéniques résistantes aux infections virales et le phénomène des « gènes silencieux ». Conférence présentée au congrès « Les OGM, une réalité à découvrir », à Sherbrooke, le 15 avril 2000.
- BROUILLET, S. 1999. Des balises encadrent les aliments transgéniques. La Presse 26 septembre 1999 p. C2.
- CASSE, F. 2000. Le maïs et la résistance aux antibiotiques. La Recherche, 327 : 35-39.
- CHASTEL, C. 1998. Xénotransplantation et risque viral. Revue de Virologie. 2(5).
- CHESSON, A. et P. JAMES. 2000. Les aliments avec OGM sont-ils sans danger ? La Recherche, 327 : 27-34.
- CHEVASSUS-AU-LOUIS, N. 2000. La bataille non terminée de terminator, La Recherche 327 : 80.
- CHEZ, D. 2000. Démarche gouvernementale concernant le dossier des OGM dans les aliments. Conférence présentée au congrès « Les OGM, une réalité à découvrir », à Sherbrooke, le 15 avril 2000.
- COUTURE, H. 2000. Les aliments nouveaux. La réglementation – Processus d'acceptabilité. Conférence présentée au séminaire « Organismes génétiquement modifiés : et si on s'informait ? », à St-Hyacinthe, le 28 janvier 2000.
- CUERRIER, A. 2000. Nature et transgénèse : considérations philosophiques et scientifiques. Conférence présentée au congrès « Les OGM, une réalité à découvrir », à Sherbrooke, le 14 avril 2000.
- DARIER, É. 2001. Vers une interdiction des OGM ? Après le rapport de la Société royale du Canada sur « l'avenir de la biotechnologie alimentaire ». Vertigo 2(1). [http://www.unites.uqam.ca/vertigo/art5vol2n1/darier\\_eric.html](http://www.unites.uqam.ca/vertigo/art5vol2n1/darier_eric.html)
- DÉGLISE, F. 2000. Savons-nous encore ce que nous mangeons ? Protégez-vous janvier 2000 : 18-21.



- DIERICK, W. 1997. Human haemoglobin from transgenic tobacco. *Nature* 386 : 29-30.
- DUSSAULT, F. 1999. Génétiquement modifié, mais à grains entiers. *Protégez-vous* décembre 1999 : 19-22.
- Gazette du Canada. 1999. Règlement sur les aliments et drogues – modifications. Annexe no 948 (Règlement sur les aliments nouveaux). *Gazette du Canada*, partie II, 27 octobre 1999.
- Gouvernement du Canada. 1998. Fiche d'information et communiqué sur la nouvelle Stratégie canadienne en matière de biotechnologie, Ottawa.
- GRAVEL, P. 2002. OGM : Une preuve à faire. *Le Devoir*, samedi et dimanche 13 janvier 2002.
- GROULX, M. 1998. Gènes, blé d'Inde, patates. *Québec Science* septembre 1998 : 36-39.
- GROULX, M. 1998. Les gènes de la discorde. *Québec Science* juin 1998 : 12.
- GROULX, M. 1998. Pousse mais pousse égal. *Québec Science*, octobre 1998 : 48- 51.
- HOUEBINE L.-M. 1998. Les animaux transgéniques permettent-ils de faire progresser la recherche médicale? Laboratoire de Biologie Cellulaire et Moléculaire, INRA Jouy-en-Josas. <http://www.inra.fr/>
- HOUEBINE L.-M., J.-C. MERCIER et J.-L. VILOTTE. 1998. Médicaments, aliments-santé, xénogreffes : que peut apporter la transgénèse animale? Laboratoire de Biologie Cellulaire et Moléculaire et Unité de Génétique Biochimique et Cytogénétique, INRA Jouy-en-Josas <http://www.inra.fr/>
- JOLY P-B. 1998, " Les OGM, entre précaution et compétition économique ". *Revue du GREP* 159 : 79.
- KNEEN, B. 2000. La vérité sur la biotechnologie. *Le Devoir*, samedi 19 et dimanche 20 août 2000.
- LALIBERTÉ, J.-F. 2000. Les OGM : manuel de fabrication et d'usage. Conférence présentée au congrès « Les OGM, une réalité à découvrir », à Sherbrooke, le 14 avril 2000.
- La Recherche. 2000. DOSSIER : Qui a peur des OGM ? *La Recherche*, 327 : 26-44.
- LASTERADE, J. 1999. OGM : Pourquoi il sera difficile d'avoir des certitudes. *L'Usine nouvelle*, hors série, novembre 1999.
- LAUDE, H. 1998. La transgénèse peut-elle aider à comprendre les maladies à prions ? Unité de Virologie et Immunologie Moléculaires, INRA Jouy-en-Josas. <http://www.inra.fr/>
- LEBEUF, S-H. et L. Lavigne. 2000. Les OGM : une révolution génétique au menu. <http://www.radio-canada.ca/url.asp?nouvelles/dossiers/ogm/ogm9.html>.
- LEGAULT, G.A. 2000. Animaux et plantes transgéniques : quelques considérations éthiques. Conférence présentée au congrès « Les OGM, une réalité à découvrir », à Sherbrooke, le 14 avril 2000.
- LICHTENSTEIN, C.P. 2000. C'est la nature qui a commencé ! *La Recherche*, 327 : 39-44.

- MAHON, D. 2000. Protocole sur la biosécurité. Conférence présentée au congrès « Les OGM, une réalité à découvrir », à Sherbrooke, le 14 avril 2000.
- Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie. 2000. OGM en questions. France. <http://www.finances.gouv.fr/ogm/index-bas.htm>.
- NADEAU, M. 2000. Initiatives du conseil canadien de la distribution alimentaire pour favoriser la diffusion d'informations auprès des consommateurs. Conférence présentée au congrès « Les OGM, une réalité à découvrir », à Sherbrooke, le 15 avril 2000.
- OCCALDI, P., et A. MILLET. 1996. Xénogreffe et transgénèse. *Biofutur* 158 : 17-25.
- QUINTIN, J. 2001. La menace des biotechnologies. Un choix entre la vie et l'existence. *Vertigo* 2(1). [http://www.unites.uqam.ca/vertigo/art7vol2n1/quintin\\_jacques.html](http://www.unites.uqam.ca/vertigo/art7vol2n1/quintin_jacques.html)
- RAFI. 2001. 2001 : A Seed Odyssey. RAFI's Annual update on Terminator and Traitor technology. Suicide seeds : not dead yet ! Rural Advancement Foundation International. RAFI Communiqué 68 : 1-8.
- RAMACIERI, P. 2000. L'importance de la biodiversité. Conférence présentée au congrès « Les OGM, une réalité à découvrir », à Sherbrooke, le 14 avril 2000.
- RENAULT, P. et G. CORTHER. 1998. Peut-on obtenir de nouveaux médicaments avec des micro-organismes? Laboratoire de Génétique microbienne, INRA Jouy-en-Josas et UESPD. <http://www.inra.fr/>
- Risques, production et innovation par Sylvie Le Damany, Philippe Melot, Olivier Lantrès, Elisabeth Monegier du Sorbier et Géraldine Brasier Porterie. *Les Echos, L'Art de la gestion des risques*, 25 octobre 2000.
- ROUX, M. 1999. Les aliments transgéniques inquiètent. *La Presse*, 24 octobre 1999, p. A3.
- ST-PIERRE, N. 2000. Les biotechnologies et les consommateurs : il est plus que temps de passer aux actes ! Conférence présentée au congrès « Les OGM, une réalité à découvrir », à Sherbrooke, le 15 avril 2000.
- Santé Canada. 1994. Lignes directrices relatives à l'évaluation de l'innocuité des aliments nouveaux. Volume I, Préambule et Schémas explicatifs des exigences relatives aux avis. Direction des aliments, Direction générale de la protection de la santé, Santé Canada.
- Santé Canada. 1994. Lignes directrices relatives à l'évaluation de l'innocuité des aliments nouveaux. Volume II, Microorganismes et Plantes modifiés génétiquement. Direction des aliments, Direction générale de la protection de la santé, Santé Canada.
- SAYEN, N. 1999. Aliments génétiquement modifiés, où en sommes-nous ? *L'Alimentation* septembre 1999 : 6.
- SCHWARCZ, J. 1999. Issue is becoming more complex. *The Gazette* 12 juillet 1999.
- SÉGUIN, A. 2000. Les arbres transgéniques : pour une meilleure protection de la forêt. Avantages écologiques et économiques des arbres transgéniques. Conférence présentée au congrès « Les OGM, une réalité à découvrir », à Sherbrooke, le 14 avril 2000.



Association des biologistes du Québec  
1208 Beaubien est, bureau 102, Montréal, H2S 1T7  
(514) 279-7115

SERALINI, G.-E.. 2001. Les OGM et la recherche : Science ou business ? Risques toxiques et environnementaux liés aux plantes transgéniques commercialisées. Vertigo 2(1). [http://www.unites.uqam.ca/vertigo/art4vol2n1/gilles-eric\\_seralini.html](http://www.unites.uqam.ca/vertigo/art4vol2n1/gilles-eric_seralini.html)

Société Royale du Canada. 2001. Rapport du Groupe d'experts sur l'avenir de la biotechnologie alimentaire.

STANTON, D. 1999. Les aliments mutants. L'Actualité août 1999 : 20-28.

Union des producteurs agricoles. 1998. Impacts du génie génétique sur l'agriculture. Document de réflexion. Direction Recherches et politiques agricoles. Août 1998.

VELANDER, W., H. LUBON et W. DROHAU. 1997. Des animaux transgéniques produisent des médicaments. Pour la Science 233 : 70-75.

#### Sites internet

Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) : [www.inspection.gc.ca](http://www.inspection.gc.ca)

Bureau de la Convention sur la biodiversité du Canada : [www.bco.ec.gc.ca/bco/fr/default.cfm](http://www.bco.ec.gc.ca/bco/fr/default.cfm)

Centre d'agriculture biologique de La Pocatière : [www.cab.qc.ca](http://www.cab.qc.ca)

Cybersciences : [www.cybersciences.com](http://www.cybersciences.com)

Food and Agriculture Organization (FAO) : [www.fao.org](http://www.fao.org)

Santé Canada : [www.hc-sc.gc.ca/francais/](http://www.hc-sc.gc.ca/francais/)

---