

## POUR UNE GESTION ÉTHIQUE DES OGM

Novembre 2003

Document complémentaire:

### **OGM VÉGÉTAUX**

Éric Dion

Août 2002



**OGM végétaux**

**par  
Éric Dion**

**Pour la Commission de l'éthique de la science  
et de la technologie**

**Dans le cadre de la préparation de son avis**

***Pour une gestion éthique des OGM***

## AVANT-PROPOS

La présente étude s'inscrit dans le cadre des travaux réalisés pour la préparation de l'avis de la Commission de l'éthique de la science et de la technologie : *Pour une gestion éthique des OGM* (2003).

Afin d'enrichir sa réflexion, la Commission a commandé à des partenaires du milieu universitaire (professeurs ou étudiants des cycles supérieurs) des études sur différents thèmes de la problématique des OGM : la transgénèse, le financement de la recherche, les représentations spirituelles et culturelles, les médias et l'alimentation.

Les études suivantes font donc partie des documents complémentaires à l'avis de la Commission qui sont déposés sur le site Internet de la Commission en guise de complément d'information (<http://www.ethique.gouv.qc.ca>) :

- **Isabelle Boucher** : « Les modifications génétiques chez les microorganismes »
- **Éric Dion** : « OGM végétaux »
- **Jean-François Sénéchal** : « Vue d'ensemble des techniques usuelles en transgénèse animale » et « Est-il possible de faire... sans la transgénèse? »
- **Guillaume Lavallée** : « Financement de la recherche dans le secteur des biotechnologies : le cas des OGM »
- **Jose Lopez Arellano** : « Les représentations véhiculées dans la culture amérindienne du Québec en ce qui a trait à l'alimentation, aux organismes génétiquement modifiés (OGM) et aux transformations que l'humain peut apporter à la nature »
- **André Beauchamp**<sup>1</sup> : « Le christianisme et les OGM »
- **Mikhaël Elbaz**, en collaboration avec **Ruth Murbach** : « Cuisine de Dieu – aliments profanes. Prohibitions alimentaires du judaïsme, organismes génétiquement modifiés et enjeux éthiques »
- **Charles-Anica Endo** : « Le bouddhisme et les OGM »
- **Ali Maarabouni** : « L'islam et les OGM »
- **Richard Lair et Alain Létourneau** : « Rapport de recherche sur la couverture médiatique au Québec en matière d'alimentation et d'OGM »

La CEST tient à souligner que le contenu de ces différentes études n'engage pas sa responsabilité comme organisme consultatif. Il lui apparaît cependant important de rendre ces documents publics afin d'en faire bénéficier les lecteurs qui souhaiteront explorer davantage quelques-uns des thèmes abordés dans l'avis de la Commission.

La Commission remercie les auteurs de ces études pour leur contribution à ses travaux.

---

1. À titre de théologien, le président de la Commission a gracieusement fourni ce texte sur le christianisme.

## TABLE DES MATIÈRES

1. Principales techniques d'amélioration des végétaux .....	1
2. Risques perçus pour OGM végétaux, en général .....	7
3. Bibliographie .....	34

### Liste des figures :

**Figure 1 :** Techniques d'amélioration des végétaux

**Figure 2 :** Un exemple de transgenèse végétale

### Liste des tableaux :

**Tableau 1 :** Bénéfices escomptés selon les finalités des OGM végétaux

**Tableau 2 :** Classification des plantes OGM selon leur finalité et le pays de réglementation

**Tableau 3 :** OGM végétaux autorisés pour dissémination en milieu ouvert au Canada

**Tableau 4 :** Types de produits pouvant être obtenus par des OGM végétaux de seconde génération et à usage médico-pharmaceutique

**Tableau 5 :** OGM végétaux exemptés de contrôles aux États-Unis

**Tableau 6 :** Aperçu des tests d'OGM en champs aux États-Unis (16-06-87 au 14-08-02)

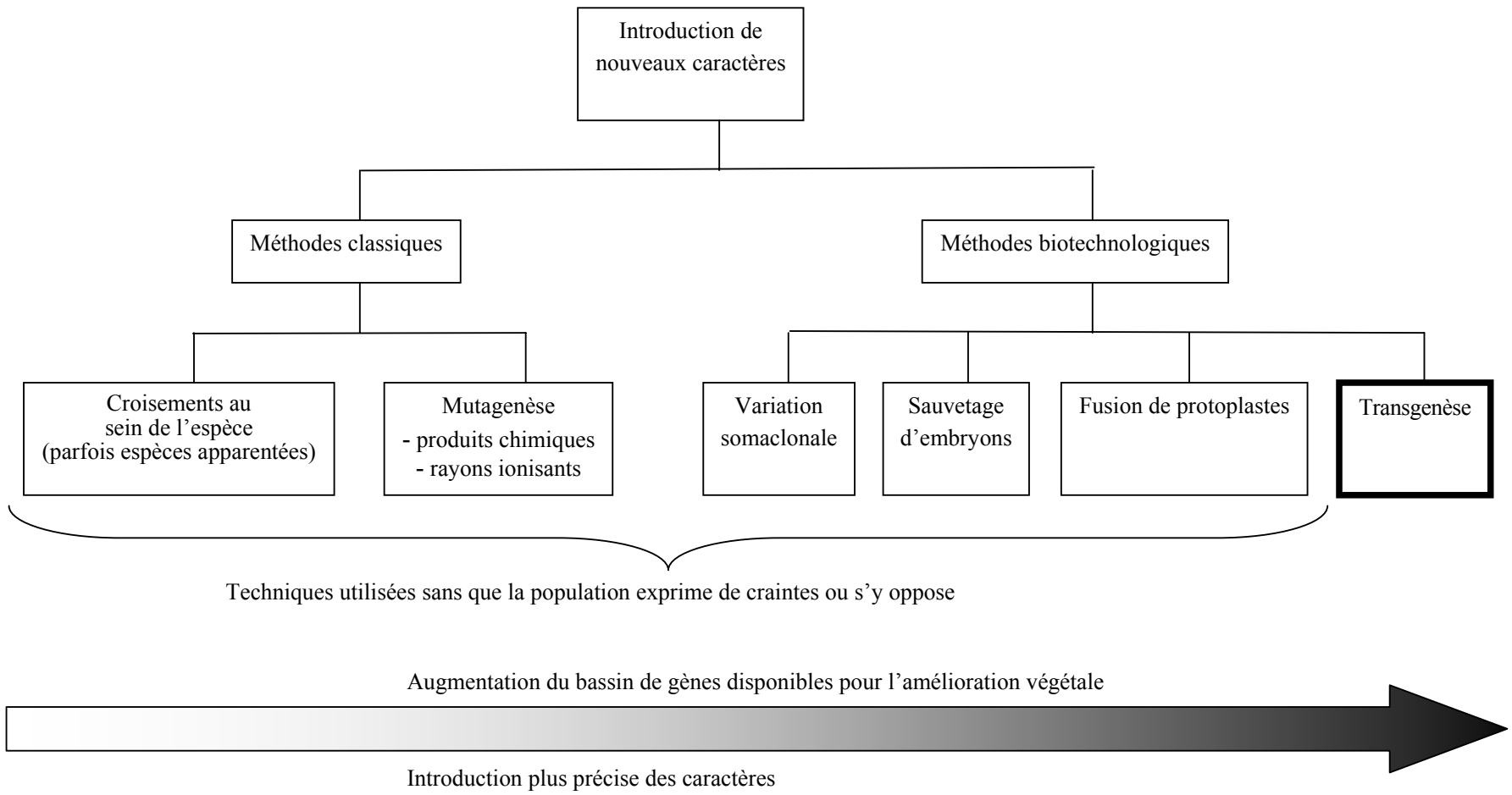
**Tableau 7 :** Liste des cultures OGM en champs contrôlés (*isolated fields*) au Japon

**Tableau 8 :** Liste des cultures OGM végétales commercialisables au Japon

**Tableau 9 :** OGM végétaux commercialisables dans divers pays

**Tableau 10 :** Exemples d'OGM végétaux de seconde génération en cours de développement dans le monde

**Tableau 11 :** Aperçu des OGM végétaux disponibles ou en développement, à des fins médico-pharmaceutiques



**Figure 1.** Techniques d'amélioration des végétaux

## 1. Principales techniques d'amélioration des végétaux

### Méthodes classiques (c.-à-d. sans usage de la biotechnologie)

#### Techniques

- *Hybridation* : fécondation croisée de deux plantes choisies pour leurs qualités différentes et complémentaires. Consiste à prélever le pollen d'une plante (donneur mâle) et à le déposer sur la partie femelle d'une autre plante (receveur femelle). La fécondation de l'ovule s'ensuit et permet l'obtention de fruits et de graines. Bref, c'est la réplique de la méthode naturelle.
  - Avantages :
    - Stabilité des caractères obtenus.
    - Méthode très simple, qui requiert peu d'instruments.
    - Niveau de formation requis minimal.
  - Inconvénients :
    - Nouveaux caractères potentiels se limitant à la diversité présente dans l'espèce (en majorité).
    - Brassage génétique de plusieurs dizaines de milliers de gènes.
    - Temps requis pour élaborer une nouvelle variété : environ une dizaine d'années.
    - Nécessite un long travail de sélection afin d'identifier les plantes qui ont intégré les caractères désirés.
    - Vérification de la présence des caractères d'intérêt agronomique initiaux.
    - Élimination des caractères indésirables.
    - Complexité pour intégrer plus d'un nouveau caractère.
- *Mutagenèse* : obtention de mutations aléatoires de l'ADN après usage d'agents mutagènes par trempage des graines dans des produits chimiques ou en les soumettant à des rayons ionisants (ex. : rayons X).
  - Avantages :
    - Obtention rapide d'un grand nombre de mutants (individus présentant des variations génétiques par rapport à la plante mère).
    - Possibilité d'obtenir différents caractères d'intérêt en simultanément.
  - Inconvénients :
    - Aucun contrôle sur la quantité, l'endroit et l'importance des mutations obtenues.
    - Variabilité imprévisible.
    - Faible stabilité des caractères obtenus, ces caractères pouvant disparaître chez la plante régénérée (une fois adulte) ou dans sa descendance.
    - Aucune certitude d'obtenir une plante présentant les caractères recherchés.
    - Possibilité d'obtenir des caractères non désirables.

### **Limites des méthodes classiques**

Essentiellement, ces méthodes sont contraintes à la notion de barrière des espèces (c.-à-d. introduction de nouveaux caractères par croisement possible quasi uniquement entre individus appartenant à la même espèce).

- *Incompatibilité* : difficulté de réaliser des croisements entre espèces.
- *Imprécision* : risques d'introduction de caractères indésirables dans la nouvelle variété.
- *Temps* : délai pour obtenir une nouvelle variété (cycle de végétation, générations successives).

### **Méthodes biotechnologiques**

Des techniques faisant appel à la biotechnologie, mais autres que la transgénèse, sont disponibles pour amoindrir les contraintes des méthodes classiques. Les méthodes biotechnologiques permettent l'introduction de nouveaux caractères entre espèces différentes.

### **Techniques**

- *Variation somaclonale* : modifications aléatoires de l'ADN obtenues après un long cycle de culture *in vitro* sans régénération de la plante entière. Les cellules végétales dans un état indifférencié sont maintenues un certain temps sur un milieu de culture particulier. Lorsqu'elle est soumise à des conditions de croissance et de développement favorables, la plante entière régénérée n'est plus génétiquement identique à la plante mère.
  - Avantages :
    - Obtention rapide d'un grand nombre de mutants (individus présentant des variations génétiques par rapport à la plante mère).
    - Possibilité d'obtenir différents caractères d'intérêt simultanément.
  - Inconvénients :
    - Aucun contrôle sur la quantité, l'endroit et l'importance des mutations obtenues.
    - Variabilité imprévisible.
    - Faible stabilité des caractères obtenus, ces derniers pouvant disparaître chez la plante régénérée (une fois adulte) ou dans sa descendance.
    - Aucune certitude d'obtenir une plante présentant les caractères recherchés.
- *Sauvetage d'embryons* : À la suite d'une fécondation entre espèces différentes, l'embryon est rejeté (avortement), en raison d'une incompatibilité entre lui et les tissus maternels. Il s'agit de disséquer les graines et de récupérer les embryons immatures avant leur rejet et de les cultiver *in vitro* sur milieu de culture. On dispose généralement de 4 à 16 jours après la fécondation (selon l'espèce) avant le rejet.

- Avantages :
  - Croisement avec des espèces apparentées, souvent des espèces cultivées avec des espèces sauvages.
  - Augmentation de la diversité des caractères qui peuvent être intégrés à la plante d'intérêt.
  - Permet d'améliorer la résistance à certaines maladies chez les espèces cultivées.
  - Similaire à une hybridation classique une fois le développement de l'embryon en plante réalisé.
- Inconvénients :
  - Délai supplémentaire.
  - Risque d'obtenir une plante avec la moitié du bagage génétique, si les espèces croisées sont trop différentes (plantes haploïdes).
  - Variation aléatoire de l'ADN possible lors de la culture *in vitro*.
  - Possibilité accrue d'avoir une plante stérile si les espèces sont trop différentes.
- *Fusion de protoplastes* : Les cellules sont dépourvues de leur enveloppe protectrice (paroi végétale ou pectocellulosique), à la suite d'une digestion par des enzymes; elles sont alors appelées protoplastes. En présence d'agents stabilisants, ces cellules dénudées fusionnent et un échange de matériel génétique est possible. Sur milieu de culture *in vitro* ces protoplastes donneront des groupes de cellules indifférenciées qui généreront ensuite des plantes entières. Des caractères de résistance à des virus, bactéries, champignons et herbicides (atrazine) ont pu être introduits par cette technique.
  - Avantages :
    - Permet de contourner les contraintes de la reproduction sexuée. Ex. : plantes à reproduction végétative (pomme de terre, fraise, etc.).
    - Combinaison du matériel génétique entre espèces plus éloignées ou genres.
    - Provoque l'hybridation des noyaux et/ou cytoplasmes.
    - Obtention de protoplastes possibles pour toutes espèces végétales.
    - Capacité des protoplastes de fusionner spontanément en milieu adéquat.
    - Méthodes de fusion variées (chimique ou électrique).
    - Transformation des protoplastes possible par *Agrobacterium*.
    - Bassin de caractères disponibles limité au règne végétal.
  - Inconvénients :
    - Culture de protoplastes et régénération d'une plante entière difficile.
    - Degré de fusion variable.
    - Possibilité d'obtenir une plante stérile si la fusion est trop importante (Melchers *et al.*, 1978).
    - Certaines plantes (monocotylédones, p. ex. blé) sont plus récalcitrantes à la technique.
- *Transgenèse* : Cette technique qui fait partie intégrante des biotechnologies permet de repousser les limites de l'amélioration végétale traditionnelle. Elle permet d'incorporer au génome d'une cellule un gène provenant soit d'un autre organisme, soit du même organisme. Le transfert de l'ADN étranger vers la plante d'intérêt peut s'effectuer de deux façons. Une méthode mécanique (bombardement de microparticules ou biolistique)



et une autre biologique (bactérie *Agrobacterium tumefaciens*). Voir la figure 2 pour une idée générale du processus.

- Avantages :
  - Introduction de nouveaux caractères entre espèces, genres et règnes différents.
  - Bassin de caractères nouveaux possibles : tous les gènes des être vivants.
  - Meilleur contrôle du matériel intégré, un ou quelques gènes précis.
  - Quantité minimale d'ADN transféré.
  - Expression du transgène dans les parties désirées de la plante.
  - Expression du transgène dans des conditions ou à un stade précis.
  - Obtention rapide de variétés.
  - Stabilité des caractères.
- Inconvénients :
  - Technique complexe.
  - Requiert un niveau de formation élevé.
  - Usage de gènes marqueurs, indiquant l'incorporation du matériel désiré.
  - Soulève de nombreuses inquiétudes (fondées ou non) chez les consommateurs.

### **Limites des méthodes biotechnologiques**

- Acceptation par la population.
- Exige un contrôle plus en profondeur des autorités réglementaires étant donné la diversité des caractères qui peuvent être intégrés aux plantes.
- Nécessite un niveau de formation élevé et un équipement plus sophistiqué.

### **Commentaires**

La transgénèse s'inscrit dans une suite logique de développement des techniques d'amélioration végétale. En effet, l'homme, depuis qu'il cultive la terre, n'a cessé de vouloir améliorer ce que la nature pouvait lui offrir. C'est d'abord grâce à son travail de sélection et d'hybridation que l'homme a pu créer autant de variétés végétales. Nombre de fruits et légumes que nous mangeons n'auraient pas vu le jour si ce n'avait été de l'intervention humaine; citons à titre d'exemple le brocoli.

Au même titre que l'hybridation, la transgénèse consiste en un brassage de gènes, limité à quelques-uns par opposition à plusieurs milliers pour la méthode classique. À ce jour, les gènes incorporés pouvaient tous avoir été mis en contact avec l'homme dans la chaîne alimentaire. D'ailleurs, les caractères fréquemment rencontrés de résistance aux insectes et de tolérance aux herbicides ont été repêchés chez des microorganismes du sol ou qui se retrouvent dans la flore bactérienne humaine et avec lesquels nous avons toujours été en contact. En ce qui a trait aux séquences d'ADN viral (infime portion du génome viral entier) utilisées pour les OGM alimentaires, il faut savoir que l'homme a depuis toujours été mis en contact avec le génome complet de ces virus végétaux, et ce, à des concentrations nettement plus importantes dans les plantes classiques infectées par ces agents infectieux.

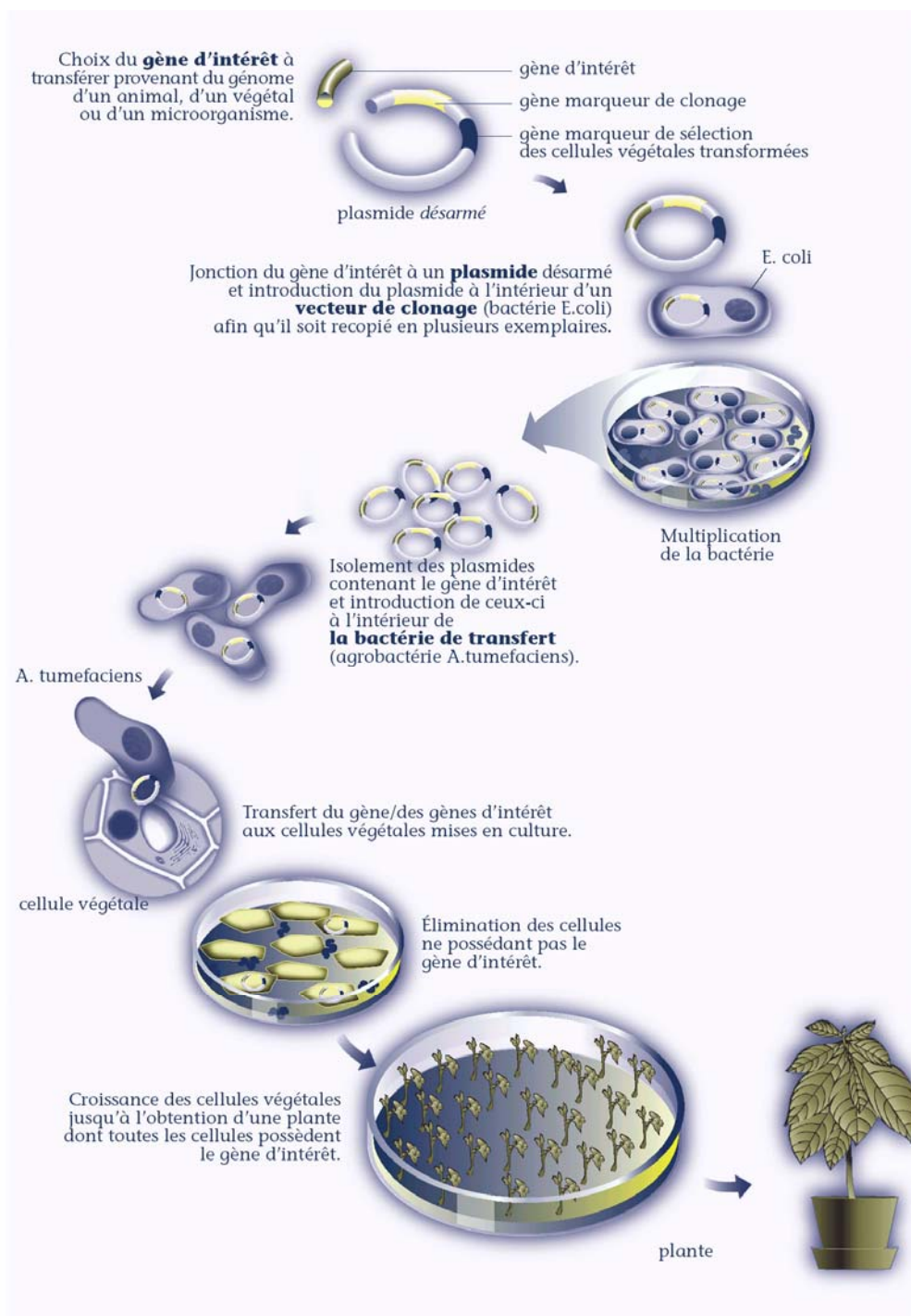
Pour ce qui est de la façon dont les plantes transgéniques sont transformées, notons l'usage quasi exclusif de deux méthodes. La première méthode, que l'on pourrait qualifier de biologique, est celle

basée sur l'usage d'une bactérie, *Agrobacterium tumefaciens*. Cette bactérie est en mesure d'infecter et de transformer naturellement des plantes sans pour autant les tuer, une propriété très intéressante. Une portion de l'ADN bactérien s'intègre alors à l'ADN de la plante (l'ADN-T, pour ADN de transfert). À l'état sauvage cela ne bénéficie qu'à la bactérie qui fait fabriquer par la plante les nutriments dont elle a besoin pour survivre. La plante récolte plutôt une tumeur. C'est une relation de type parasitisme et qui remonte à des temps immémoriaux. Profitant de cette propriété naturelle, les scientifiques ont retiré de la bactérie l'ADN qui causait les tumeurs chez la plante et l'ont remplacé par un caractère d'intérêt, tel qu'un gène codant pour la résistance aux insectes. Un des avantages de cette technique est que le nombre de copies du transgène inséré est généralement faible (une ou deux). Certaines autres plantes ne peuvent pas être infectées (ou difficilement) par la bactérie *Agrobacterium*. C'est pourquoi une autre méthode de transformation a été mise au point plus récemment; il s'agit d'une méthode directe appelée biolistique. Elle consiste à enrober des microparticules (minuscules billes d'or ou de tungstène) avec l'ADN que l'on souhaite voir intégrer par la plante et à les propulser ensuite à très haute vitesse, grâce à un gaz comprimé, sur les cellules végétales. Souvent, une feuille est employée pour le « bombardement ». Ensuite, il s'agit de déposer la feuille sur un milieu adéquat afin qu'elle puisse régénérer une plante entière. L'immense avantage est de pouvoir transformer pratiquement n'importe quelle espèce végétale. Toutefois, le nombre de copies du transgène inséré est généralement plus élevé que celui obtenu avec l'emploi d'*Agrobacterium*. Avec les deux méthodes il arrive que les séquences d'ADN désirées ne soient pas incorporées en entier par le végétal. Il peut aussi arriver qu'en plus de la seule séquence d'ADN d'intérêt, une petite portion d'ADN bactérien soit également incorporée par la plante. Il est possible de déterminer précisément ce qui a été intégré et de voir si cela convient aux objectifs initiaux ou si le processus doit être repris.

En terminant, il importe de mentionner que la transgenèse est essentielle au développement de végétaux synthétisant des protéines en provenance d'autres règnes, comme l'expression de protéines d'origine humaine. Ces plantes sont alors destinées aux usages médico-pharmaceutiques.

### **Références**

1. L. Taiz et E. Zeiger. 1998. Plant physiology, 2nd ed. Sinauer Associates, Sunderland, Mass., USA. 792 p.
2. GNIS (Groupement national interprofessionnel des semences et des plants). 1999. Les biotechnologies de nouveaux horizons pour l'amélioration des plantes. France.
3. G. Melchers *et al.* 1978. Somatic hybridization of tomato and potato. Carlsburg Res Comm. 43: 203-218.



**Figure 2.** Un exemple de transgénèse végétale

Tirée de : Conseil de la science et de la technologie, *OGM et alimentation humaine : impacts et enjeux pour le Québec*, 2002, p. 9.

## 2. Risques perçus pour OGM végétaux, en général

### Grandes catégories

- Flux génétique
- Dispersion des graines
- Croisement avec des variétés non transgéniques
- Croisement avec des espèces non ciblées
- Développement de populations d'insectes résistants aux insecticides
- Transfert d'ADN à des microorganismes
- Développement de bactéries résistantes aux antibiotiques
- Effets pléiotropiques
- Potentiel allergène ou toxique des nouvelles protéines
- Propagation indésirable de la plante transgénique
- Tort causé à des espèces non ciblées et effets négatifs sur la biodiversité

### Éléments à considérer

Il est impossible d'énumérer tous les risques qui pourraient être perçus par la population, car plusieurs résultent d'une mauvaise compréhension des phénomènes biologiques en cours. Plusieurs risques soulevés ne sont pas exclusifs aux plantes OGM et s'appliquent également à une agriculture excluant les OGM. D'autres risques peuvent être facilement évités par l'usage de techniques appropriées. Bien sûr, l'idéal serait de pouvoir présenter les risques propres à chacune des variétés OGM particulières.

Le flux génétique peut être diminué en utilisant des plantes stériles à maturité. De plus, l'expression des transgènes peut se faire dans des tissus particuliers du végétal ou lors de moments précis de son cycle biologique. Ainsi, les microorganismes de la rhizosphère auraient un contact potentiel très limité avec les transgènes si l'expression de ces derniers est restreinte aux parties aériennes de la plante, ou à certaines de celle-ci.

Le développement de populations d'insectes résistants aux insecticides est une préoccupation qui remonte à plusieurs décennies et qui s'applique à l'ensemble des agriculteurs utilisant des insecticides, y compris les agriculteurs biologiques qui utilisent le *Bacillus thuringiensis* ou ses protéines insecticides sous une forme quelconque.

Les échanges de matériel génétique entre les plantes et les microorganismes sont un phénomène limité. Par contre, les gènes de résistance aux antibiotiques sont prélevés chez des bactéries omniprésentes dans l'environnement et dans notre flore. Alors, ces mêmes bactéries ont la possibilité de s'échanger les gènes de résistance de façon naturelle. Cette probabilité est beaucoup plus élevée qu'un échange plante-bactérie et existait avant même la découverte des antibiotiques par l'homme. Qui plus est, dans la nature, les gènes de résistance sont souvent situés sur des régions d'ADN (tels que les transposons) ayant une prépondérance plus élevée aux échanges génétiques.

Des effets pléiotropiques peuvent aussi survenir lors du développement de variétés par des méthodes classiques. Il en est de même lorsqu'une plante est infectée par un virus. Pour ce qui est du potentiel allergène et toxique des protéines transgéniques, il est à noter que les gènes employés sont essentiellement déjà présents dans la chaîne alimentaire.

**Tableau 1 : Bénéfices escomptés selon les finalités des OGM végétaux**

Finalités	Bénéfices escomptés
Amélioration des modes de production	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tolérance aux stress abiotiques               <ul style="list-style-type: none"> <li>- antibiotiques</li> <li>- herbicides</li> <li>- froid</li> <li>- sécheresse</li> <li>- sol salin</li> </ul> </li> <li>• Tolérance aux stress biotiques               <ul style="list-style-type: none"> <li>- insectes</li> <li>- maladies (bactéries, champignons, virus)</li> </ul> </li> <li>• Amélioration des rendements, réduction des pertes</li> <li>• Gestion de production simplifiée</li> <li>• Réduction du coût des intrants (réduction de l'usage des pesticides)</li> <li>• Diversification des productions</li> <li>• Allègement des contraintes agroéconomiques (sécheresse, période de végétation)</li> <li>• Améliorations métaboliques diverses               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ralentissement du mûrissement (tomate, melon)</li> <li>- augmentation de l'activité photosynthétique</li> <li>- modification du taux de croissance</li> <li>- utilisation plus efficiente de l'azote</li> </ul> </li> <li>• Valeur économique des gains environnementaux</li> </ul>
Production d'aliments à valeur ajoutée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amélioration de la valeur nutritive               <ul style="list-style-type: none"> <li>- aliments enrichis en vitamines, minéraux</li> <li>- huiles pauvres en gras saturés</li> <li>- contenu en acides aminés et protéines optimisé</li> <li>- diminution de l'absorption du gras à la friture</li> <li>- réduction du potentiel allergène</li> <li>- élimination ou réduction de la teneur en caféine</li> <li>- amélioration de la digestibilité et du contrôle de la glycémie (structure des grains des céréales)</li> </ul> </li> <li>• Propriétés nutraceutiques               <ul style="list-style-type: none"> <li>- enrichissement en antioxydants (bêta-carotène, lycopène, etc.)</li> <li>- production d'une protéine humaine (lactoferrine) pour lait maternisé</li> </ul> </li> <li>• Amélioration des propriétés physiques               <ul style="list-style-type: none"> <li>- fermeté accrue (p. ex. enrichissement en pectine)</li> <li>- amélioration de la texture (modification de la teneur en amidon)</li> <li>- modification des caractéristiques de cuisson (niveau de gluten du blé)</li> </ul> </li> </ul>

<b>Finalités</b>	<b>Bénéfices escomptés</b>
Protection de l'environnement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décontamination des sols par absorption de métaux</li> <li>• Réduction de l'emploi d'insecticides et de pesticides</li> <li>• Sauvegarde de végétaux en voie d'extinction (résistance aux pathogènes)</li> <li>• Herbicides et bioinsecticides moins toxiques, biodégradables</li> <li>• Meilleure préservation du sol en diminuant les labours (les mauvaises herbes étant éliminées par les herbicides)</li> </ul>
Production de biomatériaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mode alternatif de production de plastiques (bioplastiques)</li> <li>• Biodégradabilité</li> <li>• Diminution de la consommation de ressources fossiles</li> </ul>
Usage médico-pharmaceutique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production à grande échelle</li> <li>• Réduction des coûts de production</li> <li>• Sécurité accrue des produits (exempts de virus animaux)</li> <li>• Produits avec meilleure biocompatibilité <ul style="list-style-type: none"> <li>- traitement plus précis et efficace</li> <li>- diminution des effets secondaires</li> </ul> </li> <li>• Outils diagnostiques</li> <li>• Traitements pour diverses maladies</li> <li>• Anticorps</li> <li>• Vaccins <ul style="list-style-type: none"> <li>- conservation facilitée</li> <li>- accessibilité accrue (p. ex. dans un fruit)</li> <li>- p. ex. dysenterie, rage, sida, plusieurs autres</li> </ul> </li> <li>• Protéines humaines <ul style="list-style-type: none"> <li>- enzymes</li> <li>- hormones</li> <li>- protéines sanguines</li> <li>- plusieurs autres</li> </ul> </li> </ul>
Production de connaissances	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accélération de l'acquisition des résultats</li> <li>• Développement de modèles d'études</li> <li>• Résultats plus précis</li> <li>• Meilleure compréhension des phénomènes</li> </ul>

Note : Cette liste n'est pas exhaustive et constitue plutôt un survol.

Réf. : Royal Commission on Genetic Modification (Nouvelle-Zélande)  
<http://www.gmcommission.govt.nz/RCGM/>

Harvest on the horizon: Future uses of agricultural biotechnology. PEW Initiative on Food and Biotechnology. September 2001. <http://pewagbiotech.org/>

Protéger notre approvisionnement alimentaire : Conséquence de la biotechnologie alimentaire sur la santé publique. Association pour la santé publique de l'Ontario. Novembre 2001. [http://www.opha.on.ca/activities/committees/advocacy/list/biotechnologie\\_alimentaire.pdf](http://www.opha.on.ca/activities/committees/advocacy/list/biotechnologie_alimentaire.pdf)

Aliments génétiquement modifiés et santé publique (document synthèse). Institut national de santé publique du Québec. 2001. <http://www.inspq.qc.ca>

**Tableau 2 : Classification des plantes OGM selon leur finalité et le pays de réglementation**

Pays	Type	Production de connaissances	Usage médico-pharmaceutique	Produits à valeur ajoutée	Amélioration des modes de production	Protection de l'environnement	Production de bioproduits
<b>Argentine</b> <sup>1</sup> , autorisées		0*	0*	1 (1,2 %)	76 (93,8 %)	1 (1,2 %)	3 (3,7 %)
<b>Canada</b> <sup>2</sup> , autorisées		0*	0*	6 (14,0 %)	34 (79,0 %)	3 (7,0 %)	0*
<b>Chine</b> <sup>3</sup> , autorisées		0*	0*		1 (100 %)	0*	0*
<b>États-Unis</b> <sup>4</sup> , autorisées pour commercialisation		0*	0*	12 (22,6 %)	41 (77,4 %)	0*	0*
Essais en champs (1987-06-16 au 2002-07-30)		0*	0*	1582 (17,7 %)	6305 (70,6 %)	0*	0*
<b>Japon</b> <sup>5</sup> , autorisées		0*	0*	38 (19,5 %)	132 (67,7 %)	14 (7,2 %)	11 (5,6 %)

Notes explicatives :

Données à jour le 30 juillet 2002.

Générale : Les approbations pour dissémination en milieu ouvert ne signifient pas une commercialisation automatique. Il faudrait vérifier la disponibilité commerciale de chacune des variétés avec les organisations concernées.

\* : Même si aucune plante de ces catégories n'a obtenu d'autorisation à ce jour, plusieurs sont en cours de développement. Comme ces plantes sont encore souvent au stade expérimental (en laboratoire), les demandes d'essais en champs ne sont pas encore requises. Le nombre d'essais et d'autorisations devrait augmenter au cours des prochaines années.

1. Réf. : <http://siiap.sagyp.mecon.ar/http-hsi/english/conabia/liuk6.htm>  
<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/0-0/>

Autorisations pour tests en laboratoire, et/ou en serre, et/ou en champs.

2. Réf. : <http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/pbo/mainpntstatusf.shtml> (dernière mise à jour le 26 juillet 2002).

Les végétaux à caractères nouveaux (VCN) réglementés, mais non OGM, n'ont pas été considérés. Dix variétés ne sont pas cultivées au Canada (4 de coton, 2 de courges, 4 de tomates). La demande d'autorisation d'une variété a été retirée (maïs). Statut des végétaux réglementés à caractères nouveaux au Canada (et/ou) : dissémination dans l'environnement, usage aux fins d'alimentation animale, usage pour consommation humaine. En 2002, des soumissions pour 241 essais au champ en conditions confinées ont été demandées pour 16 espèces végétales (dont 3 d'arbres).

Réf. : [http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/pbo/st/st\\_02f.shtml](http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/pbo/st/st_02f.shtml).

3. Réf. : <http://www.agbios.com/default.asp>.

Plante autorisée : coton.

4. Réf. : <http://www.isb.vt.edu/cfdocs/biopetitions1.cfm> (dernière mise à jour le 26 juillet 2002).

Le nombre d'autorisations émises pour les essais en champs peut être supérieur, car les institutions n'ont pas l'obligation d'en demander ni de signifier leurs essais. "*Institutions are not required to perform issued or acknowledged field tests, and certain conclusions about actual field tests based on this data (acreage planted, locations, etc.) may not be valid*" (réf. : <http://www.isb.vt.edu/biomon/explain.cfm#petitions>). Neuf variétés sont en attente d'une décision des autorités et 23 autres présentent une demande incomplète, annulée ou retirée. Pour les essais en champs, certains végétaux présentent des caractéristiques qui les classent dans deux catégories.

5. Réf. : <http://www.s.affrc.go.jp/docs/sentan/guide/edevelp.htm> (dernière mise à jour en juillet 2002).

Végétaux approuvés pour les usages suivants (et/ou) : dissémination en milieu fermé et/ou ouvert, importation, nourriture humaine et/ou animale.

Tableau 3 : OGM végétaux autorisés pour dissémination en milieu ouvert au Canada

Plantes	Caractères nouveaux	Sources de gènes et Modes d'introduction des caractères	Requérants	Dates d'autorisation dissémination dans l'environnement	Références: #document de décision <sup>1</sup>
Betterave à sucre (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tolérance à un herbicide</li> <li>- glufosinate-ammonium</li> <li>• Résistance à un antibiotique</li> <li>- kanamycine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inter-règnes, gènes bactériens de</li> <li>- <i>Streptomyces viridochromogenes</i> - <i>Escherichia coli</i>.</li> <li>• Transformation par <i>Agrobacterium</i></li> </ul>	Aventis CropScience Canada Inc.	09 janv. 2001	DD2002-39
Canola (10)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tolérance à un herbicide</li> <li>- glufosinate-ammonium (5)</li> <li>- glyphosate (3)</li> <li>- bromoxynil et ioxynil (1)</li> <li>• Résistance à un antibiotique</li> <li>- kanamycine (2)</li> <li>• Stérilité mâle, <i>barnase</i> (2)</li> <li>• Restauration de la fertilité, <i>barstar</i> (2)</li> <li>• Modification composition en huile (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inter-règnes, gènes bactériens de</li> <li>- <i>Streptomyces viridochromogenes</i> (3)</li> <li>- <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (2)</li> <li>- <i>Streptomyces hygroscopicus</i> (2)</li> <li>- <i>Escherichia coli</i> (2)</li> <li>- <i>Klebsiella pneumoniae</i> ssp. <i>Ozanae</i> (1)</li> <li>- <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (1)</li> <li>- <i>Achromobacter</i> (1)</li> <li>- d'une source confidentielle (3)</li> <li>• Intra-règne, gène végétal</li> <li>- <i>Umbellularia californica</i> (laurier de Californie) (1)</li> <li>• Mode de transformation</li> <li>- <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (10)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AgrEvo</li> <li>Canada Inc. (3)</li> <li>• Monsanto</li> <li>Canada Inc. (3)</li> <li>• Plant Genetic Systems Inc. (2)</li> <li>• Calgene Inc.</li> <li>• Pioneer Hi-Bred International Inc. (1)</li> <li>• Rhône-Poulenc</li> <li>Canada Inc. (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>13 mars 1995</li> <li>24 mars 1995</li> <li>28 avril 1995</li> <li>26 mars 1996</li> <li>26 fév. 1996</li> <li>06 mai 1996</li> <li>21 oct. 1996</li> <li>18 fév. 1997</li> <li>02 mai 1997</li> <li>12 sept. 1997</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DD95-01</li> <li>DD95-02</li> <li>DD95-04</li> <li>DD96-07</li> <li>DD96-08</li> <li>DD96-11</li> <li>DD96-17</li> <li>DD98-25</li> <li>DD98-21</li> <li>DD98-28</li> </ul>
Coton (4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tolérance à un herbicide</li> <li>- glyphosate (1)</li> <li>- bromoxynil (2)</li> <li>• Résistance aux antibiotiques</li> <li>- kanamycine (4)</li> <li>• Gènes de résistance aux antibiotiques présents mais non-exprimés</li> <li>- strepto-mycine (2)</li> <li>- spectino-mycine (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inter-règnes, gènes bactériens de</li> <li>- <i>Bacillus thuringiensis</i> ssp. <i>kurstaki</i> (2)</li> <li>- <i>Escherichia coli</i> (4)</li> <li>- <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (2)</li> <li>- <i>Achromobacter</i> (1)</li> <li>- <i>Klebsiella pneumoniae</i> ssp. <i>Ozanae</i> (2)</li> <li>• Mode de transformation</li> <li>- <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monsanto</li> <li>Canada Inc. (3)</li> <li>• Calgene Inc. (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>27 mai 1996</li> <li>11 mars 1997</li> <li>30 oct. 1997</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DD96-14</li> <li>DD97-21</li> <li>DD98-27</li> <li>Demande retirée (1)</li> <li>Info suppl Santé Canada</li> </ul>



Plantes	Caractères nouveaux	Sources de gènes et Modes d'introduction des caractères	Requérants	Dates d'autorisation dissémination dans l'environnement	Références: #document de décision <sup>1</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Résistance aux insectes</li> <li>- lépidoptères (1)</li> <li>- non-précisé (1)</li> </ul>				
Courge (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Résistance aux virus (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Aucune information supplémentaire disponible (2)</li> <li>●Inter-règnes, gène bactérien de - <i>Escherichia coli</i> (1)</li> <li>●Inter-règnes, gènes viraux</li> <li>- virus de la mosaïque de la pastèque, WMV2 (2)</li> <li>- mosaïque du zucchini jaune, ZYMV (2)</li> <li>- virus de la mosaïque du concombre, CMV (1)</li> <li>- virus de la mosaïque du chou-fleur, CaMV (2)</li> <li>●Mode de transformation</li> <li>- <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Seminis Vegetable Inc. (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Non cultivée au Canada (2)</li> <li>●Non utilisée pour l'alimentation animal (2)</li> <li>●Enregistrement de la variété non requis (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aucun DD disponible</li> <li>Info suppl Santé Canada</li> </ul>
Lin (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Tolérance à un herbicide</li> <li>- triasulfuron</li> <li>- metsulfuron-méthyle</li> <li>●Résistance aux antibiotiques</li> <li>- kanamycine</li> <li>●Gènes de résistance aux antibiotiques présents mais non-exprimés</li> <li>- ampicilline</li> <li>- carbénicilline</li> <li>- spectino-mycine</li> <li>- strepto-mycine</li> <li>●Production d'opine</li> <li>- nopaline</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Inter-règnes, gènes bactériens de - <i>Escherichia coli</i></li> <li>●Intra-règne, gène végétal</li> <li>- <i>Arabidopsis thaliana</i></li> <li>●Mode de transformation</li> <li>- <i>Agrobacterium tumefaciens</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●University of Saskatchewan, Crop Development Center</li> </ul>	mai 1996	<ul style="list-style-type: none"> <li>DD98-24</li> <li>Info suppl Santé Canada</li> </ul>
Maïs (12)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Tolérance à un herbicide</li> <li>-glufosinate-ammonium (6)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Inter-règnes, gènes bactériens de - <i>Bacillus thuringiensis</i> ssp.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Ciba Seeds, filiale de Ciba-Geigy Canada Ltée et</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>29 janv. 1996 et 02 fév. 1996</li> <li>03 mai 1996</li> <li>06 mai 1996</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DD96-09</li> <li>DD96-12</li> <li>DD98-22</li> </ul>

Plantes	Caractères nouveaux	Sources de gènes et Modes d'introduction des caractères	Requérants	Dates d'autorisation de dissémination dans l'environnement	Références: #document de décision <sup>1</sup>
	- glyphosate (5)	<i>kurstaki</i> (5)	Mycogen Corporation (1)	17 oct. 1996	DD96-15
	•Gènes de résistance aux antibiotiques	- <i>Streptomyces hygroscopicus</i> (3)	•Monsanto Canada Inc. (5)	23 oct. 1996	DD96-16
	présents mais non-exprimés	- <i>Streptomyces viridochromogenes</i> (1)	•Northrup King Seeds Ltd., filiale - canadienne de la société américaine	20 nov. 1996	DD97-18
	- ampicilline (3)	<i>tumefasciens</i> (3)	Northrup King Co. (1)	22 janv. 1997	DD97-19
	- kanamycine (1)	- <i>Achromobacter</i> (2)	•AgrEvo Canada Inc. (1)	10 mars 1997	DD98-23
	- non-spécifié (2)	- <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (1)	•Dekalb Canada Inc. (1)	26 mars 1997	DD98-26
	•Résistance aux insectes	- actinomycète non précisé (1)	•Dekalb Genetics Corporation (1)	23 avril 1998	Demande retirée (1)
	- lépidoptères (6)	- streptomycète non précisé (1) et/ou	•Plant Genetic Systems Canada Inc. (1)	07 janv. 2002	DD1999-33
	•Stérilité mâle, <i>barnase</i> (1)	- origine non-précisée (4)	•Pioneer Hi-Bred International Inc. (1)		DD2002-35
		•Inter-règnes, ADN viral			Info suppl Santé Canada
		- virus de la mosaïque du chou-fleur (1)			
		•Intra-règne, ADN végétal			
		- pomme de terre (1)			
		- maïs (2)			
		- riz (1)			
		- origine non-spécifiée (4)			
		•Modes de transformation			
		- Biolistique (8)			
		- Protoplastes (1)			
		- Transfert direct d'ADN, considéré confidentiel (1)			
		- Électroporation d'embryons immatures (1)			
		- non-précisé (2)			
Pomme de terre (5)	•Tolérance à un herbicide	•Inter-règnes, gènes bactériens de	•NatureMark Potatoes, entité commerciale de la société Monsanto (2)	déc. 1995	DD96-06
	- glyphosate (1)	- <i>Bacillus thuringiensis tenebrionis</i> (5)	Canada Inc. (3)	fév. 1997	DD97-20
	•Résistance à un antibiotique	- <i>Escherichia coli</i> (4)		20 avril 1999	DD2002-37
	- kanamycine (5)	- <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (1)		sept. et avril 1999	DD2002-38
	•Gènes de résistance aux antibiotiques	- origine non-spécifiée (1)		20 avril 1999	DD2002-36
	présents mais non-exprimés	•Inter-règnes, gène viral de			
	- streptomycine (1)	- virus PVY-O (1)			
	- spectinomycine (1)	- virus PLRV (2)			

Plantes	Caractères nouveaux	Sources de gènes et Modes d'introduction des caractères	Requérants	Dates d'autorisation dissémination dans l'environnement	Références: #document de décision <sup>1</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Résistance aux insectes</li> <li>- coléoptères [doryphore] (5)</li> <li>●Résistance aux virus</li> <li>- virus Y (1)</li> <li>- virus de l'enroulement de la pomme de terre (PLRV) (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Intra-règne, ADN végétal</li> <li>- origine non-spécifiée (1)</li> <li>●Mode de transformation</li> <li>- <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (5)</li> </ul>			
Soja (3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Tolérance à un herbicide</li> <li>- glyphosate (1)</li> <li>- glufosinate-ammonium (1)</li> <li>●Gène de résistance aux antibiotiques présent mais non-exprimé</li> <li>- ampiciline (1)</li> <li>●Modification du contenu lipidique</li> <li>- haute teneur en acide oléique (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Inter-règnes, gènes bactériens de</li> <li>- <i>Escherichia coli</i> (1)</li> <li>- <i>Corynebacterium glutanicum</i> (1)</li> <li>- <i>Streptomyces viridochromogenes</i> (1)</li> <li>- origine non-spécifiée (1)</li> <li>●Intra-règne, ADN végétal</li> <li>- soja (1)</li> <li>- origine non-spécifiée (1)</li> <li>●Modes de transformation</li> <li>- Biolistique (2)</li> <li>- origine non-spécifiée (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Monsanto Canada Inc. (1)</li> <li>●Optimum Quality Grains L.L.C. (1)</li> <li>●AgrEvo Canada Inc.(1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>20 nov. 1995</li> <li>10 fév. 2000</li> <li>26 avril 1999</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DD95-05</li> <li>DD2001-34</li> <li>DD en cours</li> </ul>
Tomate (4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Mûrissement retardé (3)</li> <li>●Résistance à un antibiotique</li> <li>- kanamycine (4)</li> <li>●Gènes de résistance aux antibiotiques présents mais non-exprimés</li> <li>- streptomycine (1)</li> <li>- spectinomycine (1)</li> <li>●Résistance aux insectes, lépidoptères (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Inter-règnes, gènes bactériens de</li> <li>- <i>Bacillus thuringiensis</i>, ssp. <i>kurstaki</i> (1) et/ou</li> <li>- <i>Escherichia coli</i> (4)</li> <li>- <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (2)</li> <li>- origine non-spécifiée (1)</li> <li>●Intra-règne, gènes végétal</li> <li>- tomate (3)</li> <li>●Inter-règnes, ADN viral</li> <li>- virus de la mosaïque du chou-fleur, CaMV (3)</li> <li>●Mode de transformation</li> <li>- <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Calgene Inc. (1)</li> <li>●DNA Plant Technology (1)</li> <li>●Zeneca Seeds (1)</li> <li>●Monsanto Canada Inc. (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Non cultivée au Canada (4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aucun DD disponible.</li> <li>Info suppl Santé Canada</li> </ul>

Notes :

Les chiffres entre parenthèses correspondent au nombre d'occurrences.

Les caractéristiques ne sont pas exclusives. Une plante pourrait être tolérante à un herbicide, résistante à un antibiotique et comporter un gène bactérien de *E. coli*, ainsi une occurrence serait comptabilisée pour chacune de ces trois caractéristiques.

1 : Réf. :

Agence Canadienne d'Inspection des Aliments, Bureau de la biosécurité végétale

<http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/pbo/pntvcnf.shtml>

Santé Canada

[http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/mh-dm/ofb-bba/nfi-ani/f\\_aliment\\_nouveau.html](http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/mh-dm/ofb-bba/nfi-ani/f_aliment_nouveau.html)

**Tableau 4 : Types de produits<sup>1</sup> pouvant être obtenus par des OGM végétaux de seconde génération<sup>2</sup> et à usage médico-pharmaceutique**

Produits primaires	Produits dérivés
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Agents thérapeutiques, médicaments</li> <li>•Aliments à maturation ralentie</li> <li>•Aliments moins allergènes</li> <li>•Anticorps (et fragments d'anticorps)</li> <li>•Inhibiteurs enzymatiques</li> <li>•Protéines humaines</li> <li>•Protéines et Enzymes :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cosmétiques</li> <li>- Diagnostiques</li> <li>- Industrielles</li> <li>- Thérapeutiques</li> </ul> </li> <li>•Protéines structurales               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peptides</li> <li>- Hormones</li> </ul> </li> <li>•Vaccins (antigènes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Acides gras, cires, huiles</li> <li>•Aliments enrichies en vitamines</li> <li>•Amidons</li> <li>•Bioplastiques</li> <li>•Fibres</li> <li>•Métabolites secondaires</li> <li>•Nutraceutiques</li> <li>•Parfums et arômes</li> <li>•Pigments</li> <li>•Sucres</li> <li>•Vitamines</li> </ul>

Notes : Cette liste n'est pas exhaustive et se veut un survol des possibilités.

- 1 : Les produits primaires sont issus directement de l'expression d'un gène, normalement une protéine ou un peptide. Les produits dérivés sont fabriqués à partir de la synthèse enzymatique de protéines transgéniques primaires. Les plantes modifiées pour accumuler des métaux (bioremédiation) sont aussi des OGM de 2<sup>e</sup> génération et sont comprises dans les produits primaires (protéines et enzymes industrielles). Ces derniers types de produits demeurent *in vivo* et la plante entière est employée pour accomplir la tâche.
- 2 : On entend par seconde génération, des OGM qui sont bénéfiques, avantageux pour le consommateur final (ex. fruit à maturation ralentie, légume enrichi de vitamine). Les végétaux destinés essentiellement à des fins médico-pharmaceutiques en sont généralement exclus (troisième génération, ex. production d'anticorps).

Réf.:

PEW initiative on food and biotechnology. Harvest on the horizon: Future uses of agricultural biotechnology. September 2001. <http://pewagbiotech.org/research/harvest/>

Agence Canadienne d'Inspection des Aliments, Division de la production et de la protection des végétaux, Bureau de la biotechnologie végétale: Agriculture moléculaire végétale, document de discussion  
<http://www.inspection.gc.ca>

**Tableau 5 : OGM végétaux exemptés de contrôles<sup>1</sup> aux États-Unis**

<b>Plantes</b>	<b>Caractères nouveaux<sup>2</sup></b>	<b>Sources de gènes</b>	<b>Requérants</b>
Betterave (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides (2)</li> <li>•Résistance aux antibiotiques (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inter-règnes - bactérie-plante (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Novartis Seeds/Monsanto (1)</li> <li>•AgrEvo U.S.A. (1)</li> </ul>
Canola (4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides (3)</li> <li>•Résistance aux antibiotiques (1)</li> <li>•Stérilité mâle (1)</li> <li>•Restauration de la fertilité (1)</li> <li>•Modification composition en huile (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inter-règnes - bactérie-plante (3)</li> <li>•Intra-règne - plante-plante (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AgrEvo U.S.A. (2)</li> <li>•Monsanto (1)</li> <li>•Calgene Inc. (1)</li> </ul>
Chicorée (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides</li> <li>•Résistance aux antibiotiques</li> <li>•Stérilité mâle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inter-règnes - bactérie-plante</li> <li>•Intra-règne - plante-plante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Bejo Zaden BV</li> </ul>
Cotonnier (5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides (4)</li> <li>•Résistance aux antibiotiques (4)</li> <li>•Résistance aux insectes (2)</li> <li>•Gènes de résistance aux antibiotiques présents mais non-exprimés (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inter-règnes - bactérie-plante (4)</li> <li>•Intra-règne - plante-plante (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Calgene Inc. (2)</li> <li>•DuPont (1)</li> <li>•Monsanto (2)</li> </ul>
Courge (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Résistance aux antibiotiques (1)</li> <li>•Résistance aux virus (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inter-règnes - bactérie-plante (1)</li> <li>- virus-plante (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Asgrow Seed Company (1)</li> <li>•Asgrow Seed Company, division de Upjohn Company, Inc. (1)</li> </ul>
Lin (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides</li> <li>•Résistance aux antibiotiques</li> <li>•Gènes de résistance aux antibiotiques présents mais non-exprimés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inter-règnes - bactérie-plante</li> <li>•Intra-règne - plante-plante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•University of Saskatchewan, Crop Development Center</li> </ul>
Maïs (15)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides (15)</li> <li>•Résistance aux insectes (8)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inter-règnes - bactérie-plante (15)</li> <li>•Intra-règne - plante-plante (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mycogen Seeds c/o Dow AgroSciences LLC and Pioneer Hi-Bred International, Inc. (1)</li> <li>•Monsanto (4)</li> <li>•AgrEvo USA (3)</li> </ul>

Plantes	Caractères nouveaux <sup>2</sup>	Sources de gènes	Requérants
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gènes de résistance aux antibiotiques présents mais non-exprimés (9)</li> <li>•Stérilité mâle (3)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pioneer Hi-Bred International, Inc. (1)</li> <li>•Dekalb Genetics Corporation (2)</li> <li>•Plant Genetic Systems (1)</li> <li>•Northrup King (1)</li> <li>•Ciba Seeds (1)</li> <li>•Monsanto and Dekalb (1)</li> </ul>
Papaye (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Résistance aux virus</li> <li>•Résistance aux antibiotiques</li> <li>•Gènes de résistance aux antibiotiques présents mais non-exprimés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inter-règnes - virus-plante</li> <li>- bactérie-plante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Cornell University et University of Hawaii</li> </ul>
Pomme de terre (5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Résistance aux insectes (5)</li> <li>•Résistance aux virus (3)</li> <li>•Résistance aux antibiotiques (4)</li> <li>•Tolérance aux herbicides (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inter-règnes - virus-plante (3)</li> <li>- bactérie-plante (5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Monsanto (5)</li> </ul>
Riz (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inter-règnes - bactérie-plante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•AgrEvo USA</li> </ul>
Soja (5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides (4)</li> <li>•Modification composition en huile (1)</li> <li>•Gènes de résistance aux antibiotiques présents mais non-exprimés (3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inter-règnes - bactérie-plante (4)</li> <li>•Intra-règne - plante-plante (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•AgrEvo USA (3)</li> <li>•DuPont Agricultural Products (1)</li> <li>•Monsanto (1)</li> </ul>
Tomate (11)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mûrissement retardé (10)</li> <li>•Résistance aux insectes (1)</li> <li>•Résistance aux antibiotiques (11)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inter-règne - bactérie-plante (11)</li> <li>- virus-plante (1)</li> <li>•Intra-règne - plante-plante (8)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Monsanto (2)</li> <li>•Agritope inc. (1)</li> <li>•Zeneca Plant Science and Petoseed Company, Inc. (1)</li> <li>•DNA Plant Technology Corporation (1)</li> <li>•Calgene inc. (6)</li> </ul>

## Notes :

Les chiffres entre parenthèse correspondent au nombre d'occurrences.

Les caractéristiques ne sont pas exclusives. Une plante pourrait être tolérante à un herbicide, résistante à un antibiotique et comporter un gène bactérien de *E. coli*, ainsi une occurrence serait comptabilisée pour chacune de ces trois caractéristiques.

- 1 : Aux États-Unis, exemptés de contrôles = commercialisables
  - 2 : Les caractères nouveaux font référence aux gènes ajoutés et ne tiennent pas compte des séquences d'ADN ne codant pas pour un gène, tel que des séquences régulatrices.
- Réf.: Information Systems for Biotechnology (USDA field release database online)  
<http://www.isb.vt.edu>



**Tableau 6 : Aperçu des tests d'OGM en champs aux États-Unis (16-06-87 au 14-08-02)**

<b>Catégories de phénotypes</b>	<b>Caractères nouveaux</b>	<b>Nombre de tests effectués</b>	<b>Portion du total (%)<sup>1</sup></b>	<b>Plantes<sup>2</sup></b>
Tolérance aux herbicides		2764	31	- maïs (45,7%) - soja (11,3%) - coton (9,6%) - blé (5,3%) - betterave (4,5%) - riz (4,0%) - luzerne (3,8%) - autres (15,8%) •39 espèces différentes
Résistance aux insectes		2661	30	- maïs (68,0%) - pomme de terre (12,2%) - coton (11,0%) - autres (8,8%) •28 espèces différentes
Qualité des produits	•modification de la composition en huile •maturation ralentie •diminution des meurtrissures	1688	19	- maïs (36,0%) - tomate (20,0%) - pomme de terre (12,3%) - soja (11,7%) - autres (20,0%) •36 espèces différentes
Résistance virus	aux •PVY •CMV •ZYMV •TMV	817	9	- pomme de terre (37,2%) - melon (13,0%) - tomate (9,5%) - tabac (8,4%) - courge (7,8%) - autres (23,9%) •33 espèces différentes
Propriétés agronomiques	•augmentation du rendement •tolérance à la sécheresse •modification de fertilité •modification des glucides	650	7	- maïs (55,4%) - coton (8,3%) - soja (4,8%) - herbe (4,6%) - blé (4,2%) - autres (22,8%) •33 espèces différentes

Catégories de phénotypes	Caractères nouveaux	Nombre de tests effectués	Portion du total (%) <sup>1</sup>	Plantes <sup>2</sup>
Résistance fongique	<ul style="list-style-type: none"> <li>•<i>Fusarium</i></li> <li>•<i>Phytophthora</i></li> <li>•<i>Verticillium</i></li> <li>•<i>Sclerotinia</i></li> </ul>	529	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- maïs (28,9%)</li> <li>- pomme de terre (17,4%)</li> <li>- soja (8,5%)</li> <li>- tomate (6,0%)</li> <li>- blé (5,7%)</li> <li>- herbe (5,7%)</li> <li>- autres (27,8%)</li> <li>• 38 espèces différentes</li> </ul>
Gènes marqueurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>•marqueurs visuels               <ul style="list-style-type: none"> <li>- colorimétrique</li> <li>- fluorescent</li> </ul> </li> <li>•résistance aux antibiotiques</li> <li>-kanamycine</li> </ul>	376	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- maïs (60,1%)</li> <li>- tabac (7,4%)</li> <li>- pin (4,5%)</li> <li>- pomme de terre (3,2%)</li> <li>- autres (24,7%)</li> <li>• 29 espèces différentes</li> </ul>
Résistance bactérienne	<ul style="list-style-type: none"> <li>•<i>Erwinia</i></li> <li>•<i>Xanthomonas</i></li> </ul>	103	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pomme de terre (35,9%)</li> <li>- tomate (20,4%)</li> <li>- riz (9,7%)</li> <li>- pomme (8,7%)</li> <li>- autres (25,2%)</li> <li>• 18 espèces différentes</li> </ul>
Résistance aux nématodes		13	0,1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tabac (38,5%)</li> <li>- tomate (15,4%)</li> <li>- noix (15,4%)</li> <li>- autres (30,8%)</li> <li>• 7 espèces différentes</li> </ul>
Autres	<ul style="list-style-type: none"> <li>•nouvelles protéines               <ul style="list-style-type: none"> <li>- industrielles</li> <li>- pharmaceu-tiques</li> </ul> </li> <li>•anticorps</li> <li>•transposons</li> </ul>	399	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- maïs (65,0%)</li> <li>- soja (8,8%)</li> <li>- tabac (6,0%)</li> <li>- tomate (3,0%)</li> <li>- autres (17,3%)</li> <li>• 22 espèces différentes</li> </ul>

Note générale : Les catégories ne sont pas exclusives. Certaines plantes pourraient posséder plusieurs caractéristiques et donc être comptabilisées dans plus d'une catégorie de phénotype.

1. La somme des pourcentages est supérieure à 100%, pour la raison mentionnée dans la «Note générale». Un total de 8847 entrées étaient disponibles dans la base de donnée consultée.
2. Seules les plantes les plus importantes en proportion sont énumérées. Les chiffres entre parenthèses correspondent au pourcentage de chaque plante dans une catégorie de phénotype.

Réf.: Information Systems for Biotechnology (USDA field release database online)  
<http://www.isb.vt.edu>

**Tableau 7 : Liste des cultures OGM en champs contrôlés (isolated fields), au Japon**

<b>Plantes</b>	<b>Caractères nouveaux</b>	<b>Requérants</b>
Blé (1)	• Tolérance aux herbicides	• Monsanto
Brocoli (1)	• Tolérance aux herbicides - glufosinate • Stérilité mâle	• Takii
Canola (14)	• Tolérance aux herbicides - bromoxynil (1) - glufosinate (12) - glyphosate (1) • Stérilité mâle (8) • Restauration de la fertilité (8)	• AgrEvo (3) • Plant Genetic Systems (9) • Rhône-Poulenc (1) • Monsanto (1)
Chou-fleur (1)	• Tolérance aux herbicides - glufosinate • Stérilité mâle	• Takii
Concombre (1)	• Résistance aux virus - virus de la mosaïque du concombre	• Aomori Green Bio Center
Cotonnier (12)	• Tolérance aux herbicides - bromoxynil (7) - glyphosate (1) • Résistance aux insectes - lépidoptères (6)	• Monsanto (5) • Monsanto, Calgene (7)
Fraise (2)	• Résistance aux moisissures - mildiou (2)	• Nara Agr. Exp. Sta. (1) • Fukuoka Agricultural Research Center (1)
Herbe, “bentgrass” (2)	• Résistance aux champignons (2)	• Japan Turfgrass (2)
Herbe, “zoysiagrass” (2)	• Résistance aux champignons (2)	Japan Turfgrass (2)
Laitue (2)	• Enrichie en protéine - ferritine (2)	• Central Research Institute of Electric Power Industry, National Institute of Agro- Environmental Sciences,  Society for Techno-innovation of Agriculture, Forestry and Fisheries [Japon] (2)
Luzerne (6)	• Tolérance aux herbicides - glyphosate (6)	• Monsanto (6)
Maïs (19)	• Tolérance aux herbicides - glufosinate (8) - glyphosate (6) • Résistance aux insectes - coléoptères (7) - lépidoptères (7) Stérilité Mâle (1)	• AgrEvo (3) • Monsanto (10) • Ciba Seeds (1) • Pioneer Hi-Bred International Inc. (1) • Plant Genetic Systems (1) • Dekalb (2) • Dow Chemical (1)

<b>Plantes</b>	<b>Caractères nouveaux</b>	<b>Requérants</b>
Oeillet (11)	•Couleur des fleurs (11)	•Florigene, Suntory (11)
Papaye (1)	•Résistance aux virus - PRSV	•Cornell University, Hawaii University, Upjohn
Pomme de terre (2)	•Résistance aux virus - PLRV (1) •Enzyme pour la synthèse de sucre, saccharose [SPS] (1)	•Hokkaido Green-Bio Institute (1) •National Institute of Agrobiological Sciences, National Institute of Agro- Environmental Sciences [Japon] (1)
Riz (24)	•Tolérance aux herbicides - bialaphos (1) - glufosinate (2) - glyphosate (3) •Résistance aux bactéries (1) •Résistance aux champignons (10) •Contenu protéique réduit (4) •Production de lactoferrine (1) •Augmentation de la photosynthèse (2)	•Kakomai-Breeding Institute [Japan Tobacco Inc.] (1) •Iwate Biotechnology Research Center (1) •Orynova [Japan Tobacco Inc.] (3) •AgrEvo (2) •Japan Agricultural Cooperatives (1) •Monsanto (3) •National Agriculture Research Center (11) •National Institute of Agrobiological Sciences (2)
Soja (4)	•Tolérance aux herbicides - glufosinate (3) •Composition en huile - enrichie en acide oléique (1)	•Dupont (1) •AgrEvo (3)
Tabac (7)	•Résistance aux virus - CMV (1) •Production d'enzyme - glucuronidase [GUS] (6)	•Japan Tobacco Inc. (1) •Sumitomo Chemical (6)

Notes: Les chiffres entre parenthèses représentent le nombre d'occurrences.

Les caractéristiques ne sont pas exclusives. Une plante pourrait être tolérante à un herbicide, résistante à un antibiotique et comporter un gène bactérien de *E. coli*, ainsi une occurrence serait comptabilisée pour chacune de ces trois caractéristiques.

Réf.: Agriculture, Forestry, and Fisheries Research Council (Japon)  
<http://www.s.affrc.go.jp/docs/sentan/guide/edevelp.htm>  
 dernière mise à jour du site; juillet 2002

**Tableau 8 : Liste des cultures OGM végétales commercialisables<sup>1</sup> au Japon**

Plantes <sup>2</sup>	Caractères nouveaux	Source de gènes	Requérants
Betterave à sucre (1) Approuvé pour consommation humaine: 1	•Tolérance aux herbicides - glufosinate	•Inter-règnes, gènes bactériens de <i>Streptomyces viridochromo-genes</i>	•AgrEvo
Brocoli (1)	•Tolérance aux herbicides - glufosinate •Stérilité mâle	•Information non-disponible	•Takii
Canola (15) Approuvé pour consommation humaine: 15	•Tolérance aux herbicides - bromoxynil (1) - glufosinate (12) - glyphosate (2) •Stérilité mâle (8) •Restauration de la fertilité (8)	•Inter-règnes, gènes bactériens de - <i>Streptomyces viridochromo-genes</i> (3) - <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (8) - <i>Streptomyces hygroscopicus</i> (8) - <i>Klebsiella pneumoniae</i> (1) - <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (1) - <i>Ochrobactrum anthropi</i> (1) •Information non-disponible (2)	•AgrEvo (3) •Plant Genetic Systems (9) •Rhône-Poulenc (1) •Monsanto (2)
Chou-fleur (1)	• Tolérance aux herbicides - glufosinate •Stérilité mâle	•Information non-disponible	•Takii
Chrysanthème (3)	•Résistance aux virus (3)	•Information non-disponible (3)	•Kirin Brewery (3)
Concombre (3)	•Résistance aux moisissures (3)	•Information non-disponible (3)	•National Institute of Agrobiological Resources (3)
Cotonnier (10) Approuvé pour consommation humaine: 6	•Tolérance aux herbicides - bromoxynil (6) - glyphosate (1) •Résistance aux insectes - lépidoptères (5)	•Inter-règnes, gènes bactériens de - <i>Bacillus thuringiensis</i> (3) - <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (1) - <i>Klebsiella pneumoniae</i> (1) •Information non-disponible (6)	•Monsanto (4) •Monsanto, Calgene (6)

Plantes <sup>2</sup>	Caractères nouveaux	Source de gènes	Requérants
Fèves Adzuki (1)	•Résistance aux insectes	•Information non-disponible	•National Agriculture Research Center
Maïs (17) Approuvé pour consommation humaine: 12	•Tolérance aux herbicides - glufosinate (9) - glyphosate (3) •Résistance aux insectes - coléoptères (1) - lépidoptères (10)	•Inter-règnes, gènes bactériens de - <i>Bacillus thuringiensis</i> (9) - <i>Streptomyces hygrosopicus</i> (4) - <i>Streptomyces viridochromo-genes</i> (5) - <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (2) •Information non-disponible (3) •Intra-règne, ADN végétal - maïs (1)	•AgrEvo (2) •Monsanto (5) •Ciba Seeds (1) •Pioneer Hi-Bred International Inc. (1) •Plant Genetic Systems (1) •Dekalb (4) •Dow Chemical (1) •Northrup King (1) •Novartis Seeds (1)
Melon (1)	•Résistance aux virus - virus de la mosaïque du concombre	•Information non-disponible	•National Agriculture Research Center, National Institute of Agrobiological Resources
Oeillet (17)	•Maturation ralentie (8) •Couleur de la fleur (9)	•Information non-disponible (17)	•Suntory (1) •Florigene, •Suntory (16)
Papaye (1)	•Résistance aux virus - PRSV	•Information non-disponible	•Cornell University, Hawaii University, Upjohn
Pétunia (1)	•Résistance aux virus - TMV	•Information non-disponible	•Suntory
Pomme de terre (5) Approuvé pour consommation humaine: 5	•Résistance aux insectes (5) •Résistance aux virus - PLRV (3)	•Inter-règnes, gènes bactériens de - <i>Bacillus thuringiensis</i> (2) •Information non-disponible (3)	•Monsanto (5)
Riz (18)	•Tolérance aux herbicides - glufosinate (1) - glyphosate (9) •Résistance aux virus - RSV (4) •Potentiel allergène réduit (1) •Teneur protéique réduite (3)	•Information non-disponible (18)	•National Agriculture Research Center, National Institute of Agrobiological Resources (3) •National Institute of Agro-Environmental Sciences, Plantech Research Institute [Mitsubishi Chemical Corporation] (1) •Mitsui Toatsu (1)

Plantes <sup>2</sup>	Caractères nouveaux	Source de gènes	Requérants
			<ul style="list-style-type: none"> <li>●Japan Tobacco Inc. (2)</li> <li>●Orynova [Japan Tobacco Inc.] (1)</li> <li>●AgrEvo (1)</li> <li>●Monsanto (9)</li> </ul>
Soja (4) Approuvé pour consommation humaine: 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Tolérance aux herbicides               <ul style="list-style-type: none"> <li>- glufosinate (2)</li> <li>- glyphosate (1)</li> </ul> </li> <li>●Composition en huile               <ul style="list-style-type: none"> <li>- enrichi en acide oléique (1)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Inter-règnes, gènes bactériens de               <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Streptomyces viridochromo-genes</i> (1)</li> <li>- <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (1)</li> </ul> </li> <li>●Information non-disponible (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Monsanto (1)</li> <li>●Dupont (1)</li> <li>●AgrEvo (2)</li> </ul>
Tomate (11)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Résistance aux virus               <ul style="list-style-type: none"> <li>- TMV (1)</li> <li>- CMV (7)</li> </ul> </li> <li>●Maturation ralentie (1)</li> <li>●Enrichie en sucre               <ul style="list-style-type: none"> <li>- pectine (2)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Intra-règne, gène végétal               <ul style="list-style-type: none"> <li>- tomate (1)</li> </ul> </li> <li>●Information non-disponible (10)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●National Institute of Agro-Environmental Sciences, NIA, National Agriculture Research Center (1)</li> <li>●National research Institute of Vegetables, Ornamental plants and Tea (6)</li> <li>●Zeneca, Kagome (2)</li> <li>●Calgene, Kirin Brewery (1)</li> <li>●Hokkaido Nat. Agr.Exp.Sta (1)</li> </ul>
Torenia [fleur] (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Couleur de la fleur (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Information non-disponible (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Florigene, Suntory (2)</li> </ul>

## Notes:

Les caractéristiques ne sont pas exclusives. Une plante pourrait être tolérante à un herbicide, résistante à un antibiotique et comporter un gène bactérien de *E. coli*, ainsi une occurrence serait comptabilisée pour chacune de ces trois caractéristiques.

Depuis le 1<sup>er</sup> avril 2001, une nouvelle loi est en vigueur au Japon. Il est illégal d'importer des variétés d'OGM qui n'ont pas été approuvées au préalable pour usage alimentaire (consommation humaine).

Réf. <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200108/125681754.pdf>

En juillet 2002, 43 variétés d'OGM étaient approuvées pour usage alimentaire (consommation humaine) au Japon.

1. À dissémination autorisée dans l'environnement en milieu ouvert et/ou autorisé pour l'importation et/ou l'alimentation humaine et/ou animale.
2. Seules les plantes ayant été approuvées pour la consommation humaine ont un commentaire indiquant le nombre de variétés approuvées. Toutes les autres plantes n'ont pas reçu d'approbation.

Réf.: Agriculture, Forestry, and Fisheries Research Council (Japon)  
<http://www.s.affrc.go.jp/docs/sentan/guide/edevelp.htm>  
dernière mise à jour du site; juillet 2002

<http://www.s.affrc.go.jp/docs/sentan/eguide/commercnew.htm>  
dernière mise à jour du site; 10 mars 2000

Agriculture & Biotechnology Strategies (Canada) inc.  
<http://www.agbios.com/default.asp>



**Tableau 9 : OGM végétaux commercialisables dans divers pays<sup>1</sup>**

<b>Plantes</b>	<b>Caractères nouveaux</b>	<b>Pays</b>	<b>Requérants</b>
Betterave à sucre (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Australie (1)</li> <li>•Canada (1)</li> <li>•États-Unis (2)</li> <li>•Japon (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Novartis Seeds, Monsanto Company (1)</li> <li>•Aventis CropScience (1)</li> </ul>
Canola (13)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides (12)</li> <li>•Modification de la composition en huile (1)</li> <li>•Stérilité mâle (5)</li> <li>•Restauration de la fertilité (5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Australie (2)</li> <li>•Canada (11)</li> <li>•CEE<sup>2</sup> (3)</li> <li>•États-Unis (5)</li> <li>•Japon (10)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Aventis (9)</li> <li>•Calgene Inc. (1)</li> <li>•Monsanto Company (3)</li> </ul>
Chicorée (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides</li> <li>•Stérilité mâle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•CEE</li> <li>•États-Unis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Bejo Zaden BV</li> </ul>
Coton (5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides (4)</li> <li>•Résistance aux insectes (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Afrique du Sud (1)</li> <li>•Argentine (2)</li> <li>•Australie (3)</li> <li>•Canada (3)</li> <li>•Chine (1)</li> <li>•États-Unis (5)</li> <li>•Inde (1)</li> <li>•Japon (4)</li> <li>•Mexique (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Calgene Inc. (2)</li> <li>•Dupont Canada Agricultural Products (1)</li> <li>•Monsanto Company (2)</li> </ul>
Courge (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Résistance aux virus (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Canada (2)</li> <li>•États-Unis (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Asgrow (USA), Seminis Vegetables Inc.</li> <li>•Upjohn (USA), Seminis Vegetables Inc.</li> </ul>
Lin (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Canada</li> <li>•États-Unis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•University of Saskatchewan, Crop Development Center</li> </ul>
Maïs (18)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides (14)</li> <li>•Résistance aux insectes (10)</li> <li>•Stérilité mâle (3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Afrique du Sud (1)</li> <li>•Argentine (6)</li> <li>•Australie (6)</li> <li>•Canada (12)</li> <li>•CEE (4)</li> <li>•États-Unis (17)</li> <li>•Japon (11)</li> <li>•Pays-Bas (1)</li> <li>•Royaume-Unis (2)</li> <li>•Suisse (3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Aventis CropScience (4)</li> <li>•Dekalb Genetics Corporation (2)</li> <li>•Monsanto Company (7)</li> <li>•Mycogen, Pioneer Hi-Bred International Inc. (1)</li> <li>•Pioneer Hi-Bred International Inc. (2)</li> <li>•Syngenta Seeds Inc. (2)</li> </ul>
Melon (1)	Maturation ralentie	<ul style="list-style-type: none"> <li>•États-Unis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Agritope Inc.</li> </ul>

<b>Plantes</b>	<b>Caractères nouveaux</b>	<b>Pays</b>	<b>Requérants</b>
Oeillet (3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides (3)</li> <li>•Stérilité mâle (1)</li> <li>•Couleur de la fleur (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Australie (2)</li> <li>•CEE (3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Florigene PTY Ltd. (3)</li> </ul>
Papaye (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Résistance aux virus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•États-Unis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Cornell University et University of Hawaii</li> </ul>
Pomme de terre (4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Résistance aux insectes (4)</li> <li>•Résistance aux virus (2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Australie (3)</li> <li>•Canada (4)</li> <li>•Japon (2)</li> <li>•États-Unis (4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Monsanto Company (4)</li> </ul>
Riz (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•États-Unis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Aventis CropScience</li> </ul>
Soja (6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides (5)</li> <li>•Modification de la composition en huile (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Afrique du Sud (1)</li> <li>•Argentine (1)</li> <li>•Australie (2)</li> <li>•Brésil (1)</li> <li>•Canada (3)</li> <li>•CEE (1)</li> <li>•Corée (1)</li> <li>•États-Unis (6)</li> <li>•Japon (3)</li> <li>•Mexique (1)</li> <li>•Pays-Bas (1)</li> <li>•Russie (1)</li> <li>•Suisse (1)</li> <li>•Uruguay (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Aventis CropScience (4)</li> <li>•Dupont Canada Agricultural Products (1)</li> <li>•Monsanto Company (1)</li> </ul>
Tabac (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux herbicides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•CEE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Société Nationale d'Exploitation des Tabacs et Alumettes</li> </ul>
Tomate (6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tolérance aux insectes (1)</li> <li>•Maturation ralentie (5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Canada (4)</li> <li>•États-Unis (6)</li> <li>•Japon (1)</li> <li>•Mexique (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Agritope Inc.(1)</li> <li>•Calgene (1)</li> <li>•DNA Plant Technology Corporation (1)</li> <li>•Monsanto Company (2)</li> <li>•Zeneca Seeds (1)</li> </ul>

Notes :

Les chiffres entre parenthèses correspondent au nombre d'occurrences.

Les caractéristiques ne sont pas exclusives. Une plante pourrait être tolérante à un herbicide, résistante à un antibiotique et comporter un gène bactérien de *E. coli*, ainsi une occurrence serait comptabilisée pour chacune de ces trois caractéristiques.

1. La base de données consultée pour ce tableau (voir site web «agbios» en référence) n'est pas aussi à jour que celles consultées pour certains pays (Canada, États-Unis, Japon) pour lesquels des tableaux individuels ont été préparés. Toutefois, dans quelques cas il s'agit de la seule source

d'information. Les dates de mises à jour pour chacun des pays ne sont pas mentionnées, rien n'assure qu'elles sont effectuées en même temps. Ce tableau peut donc être considéré comme un portrait minimal des OGM disponibles au moment où la base de données fut consultée.

## 2. CEE: Communauté Économique Européenne

Réf.: Agriculture & Biotechnology Strategies (Canada) Inc.  
<http://www.agbios.com>

**Tableau 10 : Exemples d'OGM végétaux de seconde génération\* en cours de développement dans le monde**

Plantes	Caractères nouveaux	Bénéfices potentiels
Ail	•Enrichi en allicine	•Diminution du taux de cholestérol
Blé	•Réduction d'allergène	•Moins risqué pour gens allergiques
Canola	•Modification de la composition en huile	•Valeur nutritive améliorée
Céréales (grains)	•Modification de la structure des grains •Enrichie en ferritine	•Amélioration de la digestibilité •Amélioration du contrôle de la glycémie •Source de fer
Fraise	•Enrichie en acide éllagique	•Anti-oxydant
Maïs	•Diminution des gras saturés •Enrichi en acide oléique	•Valeur nutritive améliorée •Usage pour davantage d'applications
Pomme de terre	•Enrichie en amidon •Meilleure distribution de l'amidon •Augmentation de la teneur protéique	•Procédés de transformation plus efficaces •Réduction de l'absorption de l'huile à frire •Texture améliorée •Substitut protéique •Valeur nutritive améliorée
Riz	•Réduction d'allergène •Enrichi en bêta-carotène (précurseur vitamine A) •Enrichi en fer	•Moins risqué pour gens allergiques •Lutte contre la cécité (tiers-monde) •Source de fer
Soja	•Diminution des gras saturés •Enrichi en acide oléique	•Valeur nutritive améliorée •Usage pour davantage d'applications
Tomate	•Enrichie en lycopène •Enrichie en lutéine	•Anti-oxydant •Contribue à une meilleure vision

## Notes:

Il ne s'agit pas d'une liste exhaustive.

- \* On entend par seconde génération, des OGM qui sont bénéfiques, avantageux pour le consommateur final (ex. fruit à maturation ralentie, légume enrichi de vitamine). Les végétaux destinés essentiellement à des fins médico-pharmaceutiques en sont généralement exclus (troisième génération, ex. production d'anticorps).

Réf.: Royal Commission on Genetic Modification (Nouvelle-Zélande)

Rapport, chap. 8, et p.188-189. D'après la liste fournie par The New Zealand Grocery Marketers Association.

<http://www.gmcommissoin.govt.nz/RCGM/>

Harvest on the horizon: Future uses of agricultural biotechnology. PEW Initiative on Food and Biotechnology. September 2001. (particulièrement la section 1)

<http://pewagbiotech.org/>

**Tableau 11 : Aperçu des OGM végétaux disponibles ou en développement, à des fins médico-pharmaceutiques**

<b>Plantes</b>	<b>Protéines ou usages</b>	<b>Références</b>
Arabidopsis	•Vaccins	• (3, 7)
Blé	•Anticorps	• (24)
Canola	•Hirudine	•SemBioSys, Canada
Carthame	•Peptide anti-obésité	•SemBioSys, Canada
Dolique (cowpea)	•Vaccins	• (5)
Laitue	•Vaccins	• (9)
Luzerne	•Vaccins •Peptide anti-microbien •Hémoglobine	• (28) •University of Guelph •Medicago, Canada, Meristem Therapeutics, France
Maïs	•Anticorps •Lipase •Hormone •Hémoglobine •Bêta-glucuronidase	•EPIcyte, É-U, Integrated Protein Technologies Inc. (filiale de Monsanto), É-U •Meristem Therapeutics, France •Integrated Protein Technologies Inc., É-U •Meristem Therapeutics, France •Prodigene Inc., É-U
Pois à yeux noirs	•Anticorps	• (5)
Pomme de terre	•Lactoferrine •Vaccins •Anticorps	• (4) • (1, 2, 8, 14-16, 25) •MPB Cologne, Allemagne
Riz	•Anticorps	•EPIcyte, San Diego, É-U • (24)
Soja	•Anticorps	• (29), Monsanto, É-U
Tabac	•Anticorps •Collagène •Érythropoïétine •Hormone de croissance •Lipase •Vaccins •Interleukine	• (12, 13, 18), Planet Biotechnology, É-U • (22) • (10) • (23), Monsanto •Meristem Therapeutics, France • (15, 17, 20, 21, 26, 27), Université d'Ottawa, Croix-Rouge, Santé Canada, CropTech, É-U •Agriculture et Agroalimentaire Canada, Plantigen Inc.
Tomate	Vaccins	(19)

## Notes:

Il ne s'agit pas d'une liste exhaustive, mais plutôt d'un aperçu. Plusieurs autres protéines sont en cours de développement, d'autres compagnies sont aussi présentes sur le marché.

Tableau adapté en partie d'après Larrick, 2001(11) et Daniell, 2001(6).

Réf.: Agence Canadienne d'Inspection des Aliments, Division de la production et de la protection des végétaux, Bureau de la biotechnologie végétale: Agriculture moléculaire végétale, document de discussion  
<http://www.inspection.gc.ca>  
Forum publique de l'ACIA sur l'agriculture moléculaire végétale, 30 octobre 2001, présentation Louis P. Vézina, PhD. (Medicago, Qc, Canada).  
<http://www.inspection.gc.ca>

## BIBLIOGRAPHIE

1. **Arakawa, T., D. K. Chong, and W. H. Langridge.** 1998. Efficacy of a food plant-based oral cholera toxin B subunit vaccine. *Nat Biotechnol.* **16**(3):292-7.
2. **Arakawa, T., D. K. Chong, J. L. Merritt, and W. H. Langridge.** 1997. Expression of cholera toxin B subunit oligomers in transgenic potato plants. *Transgenic Res.* **6**(6):403-13.
3. **Carrillo, C., A. Wigdorovitz, J. C. Oliveros, P. I. Zamorano, A. M. Sadir, N. Gomez, J. Salinas, J. M. Escibano, and M. V. Borca.** 1998. Protective immune response to foot-and-mouth disease virus with VP1 expressed in transgenic plants. *J Virol.* **72**(2):1688-90.
4. **Chong, D. K., and W. H. Langridge.** 2000. Expression of full-length bioactive antimicrobial human lactoferrin in potato plants. *Transgenic Res.* **9**(1):71-8.
5. **Dalsgaard, K., A. Uttenthal, T. D. Jones, F. Xu, A. Merryweather, W. D. Hamilton, J. P. Langeveld, R. S. Boshuizen, S. Kamstrup, G. P. Lomonosoff, C. Porta, C. Vela, J. I. Casal, R. H. Meloen, and P. B. Rodgers.** 1997. Plant-derived vaccine protects target animals against a viral disease. *Nat Biotechnol.* **15**(3):248-52.
6. **Daniell, H., S. J. Streatfield, and K. Wycoff.** 2001. Medical molecular farming: production of antibodies, biopharmaceuticals and edible vaccines in plants. *Trends Plant Sci.* **6**(5):219-26.
7. **Gomez, N., J. M. Gomez, C. Villabona, and J. Soler.** 1998. Transient hypothyroidism after iodine-131 therapy for Graves' disease. *Clin Endocrinol (Oxf).* **48**(4):526-7.
8. **Haq, T. A., H. S. Mason, J. D. Clements, and C. J. Arntzen.** 1995. Oral immunization with a recombinant bacterial antigen produced in transgenic plants. *Science.* **268**(5211):714-6.
9. **Kapusta, J., A. Modelska, M. Figlerowicz, T. Pniewski, M. Letellier, O. Lisowa, V. Yusibov, H. Koprowski, A. Plucienniczak, and A. B. Legocki.** 1999. A plant-derived edible vaccine against hepatitis B virus. *Faseb J.* **13**(13):1796-9.
10. **Kusnadi, A., R. Nikolov, L. Zivko, and J. A. Howard.** 1997. Production of recombinant proteins in transgenic plants: practical considerations. *Biotechnol Bioeng.* **56**:473-84.
11. **Larrick, J. W., and D. W. Thomas.** 2001. Producing proteins in transgenic plants and animals. *Curr Opin Biotechnol.* **12**(4):411-8.
12. **Ma, J. K., A. Hiatt, M. Hein, N. D. Vine, F. Wang, P. Stabila, C. van Dolleweerd, K. Mostov, and T. Lehner.** 1995. Generation and assembly of secretory antibodies in plants. *Science.* **268**(5211):716-9.
13. **Ma, J. K., B. Y. Hikmat, K. Wycoff, N. D. Vine, D. Chargelegue, L. Yu, M. B. Hein, and T. Lehner.** 1998. Characterization of a recombinant plant monoclonal secretory antibody and preventive immunotherapy in humans. *Nat Med.* **4**(5):601-6.
14. **Ma, S. W., D. L. Zhao, Z. Q. Yin, R. Mukherjee, B. Singh, H. Y. Qin, C. R. Stiller, and A. M. Jevnikar.** 1997. Transgenic plants expressing autoantigens fed to mice to induce oral immune tolerance. *Nat Med.* **3**(7):793-6.
15. **Mason, H. S., J. M. Ball, J. J. Shi, X. Jiang, M. K. Estes, and C. J. Arntzen.** 1996. Expression of Norwalk virus capsid protein in transgenic tobacco and potato and its oral immunogenicity in mice. *Proc Natl Acad Sci U S A.* **93**(11):5335-40.
16. **Mason, H. S., T. A. Haq, J. D. Clements, and C. J. Arntzen.** 1998. Edible vaccine protects mice against *Escherichia coli* heat-labile enterotoxin (LT): potatoes expressing a synthetic LT-B gene. *Vaccine.* **16**(13):1336-43.
17. **Mason, H. S., D. M. Lam, and C. J. Arntzen.** 1992. Expression of hepatitis B surface antigen in transgenic plants. *Proc Natl Acad Sci U S A.* **89**(24):11745-9.
18. **McCormick, A. A., M. H. Kumagai, K. Hanley, T. H. Turpen, I. Hakim, L. K. Grill, D. Tuse, S. Levy, and R. Levy.** 1999. Rapid production of specific vaccines for lymphoma by expression of the tumor-derived single-chain Fv epitopes in tobacco plants. *Proc Natl Acad Sci U S A.* **96**(2):703-8.

19. **McGarvey, P. B., J. Hammond, M. M. Dienelt, D. C. Hooper, Z. F. Fu, B. Dietzschold, H. Koprowski, and F. H. Michaels.** 1995. Expression of the rabies virus glycoprotein in transgenic tomatoes. *Biotechnology (N Y)*. **13**(13):1484-7.
20. **Modelska, A., B. Dietzschold, N. Sleysh, Z. F. Fu, K. Steplewski, D. C. Hooper, H. Koprowski, and V. Yusibov.** 1998. Immunization against rabies with plant-derived antigen. *Proc Natl Acad Sci U S A*. **95**(5):2481-5.
21. **Richter, L. J., Y. Thanavala, C. J. Arntzen, and H. S. Mason.** 2000. Production of hepatitis B surface antigen in transgenic plants for oral immunization. *Nat Biotechnol*. **18**(11):1167-71.
22. **Ruggiero, F., J. Y. Exposito, P. Bournat, V. Gruber, S. Perret, J. Comte, B. Olagnier, R. Garrone, and M. Theisen.** 2000. Triple helix assembly and processing of human collagen produced in transgenic tobacco plants. *FEBS Lett*. **469**(1):132-6.
23. **Staub, J. M., B. Garcia, J. Graves, P. T. Hajdukiewicz, P. Hunter, N. Nehra, V. Paradkar, M. Schlittler, J. A. Carroll, L. Spatola, D. Ward, G. Ye, and D. A. Russell.** 2000. High-yield production of a human therapeutic protein in tobacco chloroplasts. *Nat Biotechnol*. **18**(3):333-8.
24. **Stoger, E., C. Vaquero, E. Torres, M. Sack, L. Nicholson, J. Drossard, S. Williams, D. Keen, Y. Perrin, P. Christou, and R. Fischer.** 2000. Cereal crops as viable production and storage systems for pharmaceutical scFv antibodies. *Plant Mol Biol*. **42**(4):583-90.
25. **Tacket, C. O., H. S. Mason, G. Losonsky, J. D. Clements, M. M. Levine, and C. J. Arntzen.** 1998. Immunogenicity in humans of a recombinant bacterial antigen delivered in a transgenic potato. *Nat Med*. **4**(5):607-9.
26. **Thanavala, Y., Y. F. Yang, P. Lyons, H. S. Mason, and C. Arntzen.** 1995. Immunogenicity of transgenic plant-derived hepatitis B surface antigen. *Proc Natl Acad Sci U S A*. **92**(8):3358-61.
27. **Tuboly, T., W. Yu, A. Bailey, S. Degrandis, S. Du, L. Erickson, and E. Nagy.** 2000. Immunogenicity of porcine transmissible gastroenteritis virus spike protein expressed in plants. *Vaccine*. **18**(19):2023-8.
28. **Wigdorovitz, A., C. Carrillo, M. J. Dus Santos, K. Trono, A. Peralta, M. C. Gomez, R. D. Rios, P. M. Franzone, A. M. Sadir, J. M. Escribano, and M. V. Borca.** 1999. Induction of a protective antibody response to foot and mouth disease virus in mice following oral or parenteral immunization with alfalfa transgenic plants expressing the viral structural protein VP1. *Virology*. **255**(2):347-53.
29. **Zeitlin, L., S. S. Olmsted, T. R. Moench, M. S. Co, B. J. Martinell, V. M. Paradkar, D. R. Russell, C. Queen, R. A. Cone, and K. J. Whaley.** 1998. A humanized monoclonal antibody produced in transgenic plants for immunoprotection of the vagina against genital herpes. *Nat Biotechnol*. **16**(13):1361-4.