UNIVERSITE DE NANTES

FACULTE DE PHARMACIE

ANNEE 2009 **N° 46**

THESE

Pour le

DIPLÔME D'ETAT

DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Par

Florence MARCEAU

Présentée et soutenue publiquement le 6 octobre 2009

La France, une exception vis-à-vis des Végétaux Génétiquement Modifiés

Président : Mr Yves-François POUCHUS, Professeur de Mycologie et Botanique

Membres du jury: Mme Maryvonne PIRON-FRENET, Maitre de Conférences de Toxicologie

Mme Alice BELBEOCH-NEAU, Docteur en pharmacie

Sommaire

Sommaire **2**
Introduction **4**
I. Généralités sur les végétaux génétiquement modifiés **6**
A. Historique 6
B. La transgénèse végétale 8
1. Définitions 8
2. La technique de transgénèse 9
3. Les principaux types de VGM créés grâce à la transgénèse 15
C. Les objectifs de l'utilisation des VGM 15
1. L'amélioration de la productivité 15
2. L'amélioration de la qualité nutritive des aliments 21
II. La place des plantes génétiquement modifiées dans le monde **27**
A. Les principales espèces cultivées 27
1. Soja 28
2. Maïs 28
3. Cotonnier 28
4. Colza 28
5. Autres plantes transgéniques 29
B. Les surfaces cultivées 30
1. La mesure des surfaces 30
2. La répartition mondiale 30
3. Le cas français 34
III. Etats des lieux après plusieurs années d'utilisation des VGM **38**
A. La faim dans le monde ne semble pas résolue 38
1. L'augmentation des revenus des agriculteurs 38
2. Les aspects négatifs 40
3. L'impact environnemental 42
4. Les incertitudes sur la santé humaine 50
B. La législation européenne et française 56

1. Le principe de précaution 57
2. La réglementation actuelle.....57
3. La biovigilance : évaluation de l'impact environnemental.....59
4. L'information du consommateur : traçabilité et étiquetage.....59
5. Le problème de la brevetabilité du vivant 64

Conclusion 68

Bibliographie 70

Annexes.....75

Introduction

Depuis l'apparition de l'agriculture, l'homme a essayé d'améliorer les espèces végétales ou de créer des modifications chez certaines plantes afin qu'elles répondent à des critères déterminés. Les techniques utilisées dans ce but sont, en particulier, le bouturage, la greffe et la sélection de plantes au sein d'une espèce selon leur adaptation au milieu de culture. Le bouturage consiste à placer directement en terre une jeune pousse issue d'une plante afin qu'elle se développe, la greffe est l'insertion sur une plante d'une partie d'une autre dont on veut développer les caractères. De nos jours, les biotechnologies et, en particulier le génie génétique, permettent d'obtenir des organismes (végétaux ou animaux) spécifiquement adaptés à une situation donnée ou à la production d'une molécule particulière. Ces améliorations sont, grâce à la transgénèse, obtenues rapidement et réalisées avec précision à la différence des méthodes classiques de sélection génétique et de croisement, longues, fastidieuses et peu précises. Les champs d'application du génie génétique sont vastes : ils concernent aussi bien les animaux que les végétaux et l'agriculture, la médecine ou encore l'industrie. En ce qui concerne la transgénèse animale, les premiers travaux datent de 1980 et portaient sur la souris ; plusieurs études sont actuellement menées ; il s'agit de vaches immunisées contre les mammites, de porcs enrichis en oméga-3, de saumons à croissance rapide et mangeant moins… Dans le domaine médical, le génie génétique permet la production de molécules à usage thérapeutique grâce à des plantes (production d'hémoglobine humaine à partir de tabac transgénique, d'albumine humaine dans des pommes de terre, de lipase gastrique à partir de maïs, de vaccins oraux dans des bananes…). Dans ce domaine d'application, l'utilisation des animaux est importante : il s'agit de la mise au point de modèles pour l'étude de maladies humaines, la production de protéines recombinantes, l'obtention d'organes animaux transplantables chez l'homme. Le sujet que nous allons développer dans ce travail concerne les Végétaux Génétiquement Modifiés (VGM) qui sont déjà largement cultivés dans le monde. Ils sont destinés à l'alimentation animale et humaine ainsi qu'à l'industrie. Concernant les applications industrielles potentielles, on peut citer les recherches sur des biopolymères biodégradables pouvant remplacer les plastiques, des arbres contenant une part plus faible de lignine pour l'industrie papetière, des cotons colorés pour l'industrie textile, des biocarburants ne nécessitant pas la transformation industrielle des acides gras contenus dans la graine en ester méthylique (molécule de base des biocarburants). Dans un premier temps, après avoir établi un historique sur les VGM dans le monde, nous définirons la technique de transgénèse végétale utilisée

ainsi que les objectifs de la modification génétique voulue. Il s'agit soit d'obtenir des plantes présentant des qualités nutritionnelles supérieures à leurs équivalents non modifiés et de permettre de lutter contre certaines carences alimentaires ; soit de créer des espèces pouvant s'adapter à des milieux de cultures extrêmes comme la sécheresse ou une salinité importante ; soit de permettre la culture d'espèces végétales nécessitant un moindre épandage de produits phytosanitaires. Ensuite nous nous intéresserons aux plantes effectivement cultivées actuellement dans le monde ainsi qu'à leurs caractéristiques et leur répartition territoriale mondiale et plus précisément en France. Enfin, nous ferons un bilan, à ce jour, concernant les contributions et/ou les impacts négatifs des VGM, après plusieurs années d'utilisation. Ces résultats concernent le domaine environnemental avec principalement les questions de la biodiversité, de la contamination des cultures conventionnelles et de l'utilisation de produits phytosanitaires ; le domaine socio-économique avec le fait que les producteurs sont obligés de racheter des semences chaque année ; et le domaine de la santé humaine et des bénéfices apportés par les VGM *versus* les risques avérés ou suspectés engendrés par ces cultures. Nous aborderons aussi, dans cette troisième partie, les problèmes législatifs posés par l'utilisation de ces plantes génétiquement modifiées en particulier aux niveaux européen et français.

I. Généralités sur les végétaux génétiquement modifiés

A. Historique

L'agriculture est apparue il y a plus de 10 000 ans et, avec elle, le phénomène de domestication des plantes par l'être humain. En effet, l'homme a appris à exploiter les mutations spontanées des végétaux, à les sélectionner et les croiser entre eux. Actuellement, les principales plantes, qu'elles soient ornementales ou destinées à l'alimentation, sont issues de ces croisements réalisés depuis des millénaires. Au vingtième siècle, la technique de la transgénèse a été mise au point afin d'obtenir directement le caractère recherché, sans passer par des étapes de sélection longues et aléatoires (www.ogm.gouv.qc.ca, 2008).

Le tableau 1 présente un résumé des différentes étapes du développement des VGM, de leur création à aujourd'hui. Il montre la progression exponentielle des surfaces cultivées. Le tableau 2 présente les principales autorisations à l'implantation des VGM dans l'Union Européenne.

En 2006, l'Organisation Mondiale du Commerce condamnait six Etats membres de l'Union Européenne (France, Allemagne, Autriche, Belgique, Italie, Luxembourg) pour avoir pris des mesures d'interdiction contre neuf produits génétiquement modifiés jugées contraire aux règles du commerce international.

En 2009, le Conseil des ministres de l'Environnement devait se prononcer en ce qui concerne l'interdiction de culture de deux maïs génétiquement modifiés (le MON 810 et le T25 respectivement résistant à la pyrale et tolérant à un herbicide, le glufosinate) en vigueur en Autriche et en Hongrie. Suite à l'avis positif rendu par l'EFSA (Autorité Européenne de Sécurité des Aliments) concernant la demande de renouvellement de l'autorisation de culture du maïs MON 810, la Commission Européenne a demandé le lever de cette interdiction. Cependant, les Etats membres ont choisi de ne pas suivre l'avis de la Commission et d'autoriser l'Autriche et la Hongrie à poursuivre leur moratoire. En France et en Grèce, un moratoire sur le maïs MON 810 est aussi en vigueur depuis 2008.

Année	Etapes de l'implantation des VGM
1973	Identification du plasmide Ti dans la bactérie *Agrobacterium tumefaciens*, ce plasmide permet d'accueillir le gène porteur du caractère recherché et de l'insérer dans le génome d'une plante
1983	Première plante transgénique : du tabac
1985	Première plante transgénique résistante à un insecte
1987	Première plante transgénique tolérante à un herbicide total
1988	Première céréale transgénique : maïs résistant à la kanamycine
1990	Première commercialisation d'une plante transgénique en Chine : tabac résistant à un virus
1994	Premier légume transgénique commercialisé aux Etats-Unis : la tomate Flavr Savr à maturation retardée
1996	Première plante transgénique autorisée à l'importation et à la culture en Europe : maïs résistant à la pyrale
1997	Première plante transgénique cultivée en France : maïs résistant à la pyrale
1999	40 millions d'hectares de plantes transgéniques cultivées dans le monde
2000	Séquençage du génome d'*Arabidopsis thaliana* (plante de la famille des Brassicacées)
2002	58,7 millions d'hectares de plantes transgéniques cultivées dans le monde
2003	67,7 millions d'hectares de plantes transgéniques cultivées dans le monde
2004	81 millions d'hectares de plantes transgéniques cultivées dans le monde
2005	90 millions d'hectares de plantes transgéniques cultivées dans le monde
2006	102 millions d'hectares de plantes transgéniques cultivées dans le monde
2007	114,3 millions d'hectares de plantes transgéniques cultivées dans le monde
2008	125 millions d'hectares de plantes transgéniques cultivées dans le monde

Tableau 1 : Les étapes du développement des VGM (www.ogm.org, 2008).

Année	Description
1996	La Commission européenne délivre la première autorisation d'importer et de cultiver un maïs résistant à la pyrale
1999	La Commission européenne adopte un moratoire sur les VGM et la France instaure un moratoire sur toutes les nouvelles autorisations de VGM pour une durée de trois ans
2004	La Commission européenne autorise l'importation du maïs Bt-11 dans l'Union Européenne pour une durée de 10 ans (mais ce maïs reste interdit à la culture)
2005	En France, le ministère de l'Agriculture autorise onze nouveaux types d'essais en plein champs, ce qui porte à une centaine le nombre de parcelles de VGM sur le territoire
2006	17 nouveaux programmes d'expérimentation de recherche et de développement sont autorisés par le ministère de l'Agriculture français
2009	La Cours Européenne de justice décide que les pays européens ont l'obligation d'informer les citoyens sur les lieux et l'importance des essais de cultures de VGM en champs

Tableau 2 : Les principales autorisations de cultiver ou d'importer des VGM dans l'Union Européenne (www.ogm.gouv.qc.ca, 2008).

B. La transgénèse végétale

Afin de bien comprendre les polémiques suscitées par ce sujet, il est d'abord nécessaire d'expliquer ce qu'est la transgénèse végétale.

1. Définitions

Le génie génétique consiste en une série de procédés de recherche permettant d'étudier la structure et la fonction d'un gène. Il est ainsi possible d'identifier avec précision le gène correspondant à un caractère recherché, de l'extraire de l'organisme où il a été identifié et de l'introduire à l'intérieur d'un autre organisme qui va alors exprimer le caractère souhaité. Le transfert de ce caractère se fait donc de façon beaucoup plus précise et rapide qu'avec les méthodes de sélection traditionnelles basées sur les croisements. Le génie

génétique permet aussi de supprimer ou diminuer un caractère indésirable. (www.ogm.org, 2007)

Les biotechnologies regroupent l'ensemble des techniques permettant la production d'une substance utile à l'homme par des agents biologiques (micro-organismes, cellules animales ou végétales ou leurs constituants) (www.ogm.org, 2007).

La transgénèse fait partie des biotechnologies : il s'agit d'insérer dans le patrimoine héréditaire d'un organisme un gène supplémentaire appelé transgène conférant une nouvelle caractéristique (www.wikipedia.fr, 2009).

Un Organisme Génétiquement Modifié est un organisme vivant dont le génome a subi une modification par génie génétique. Toutes les cellules de cet organisme possèdent le transgène introduit qui est alors transmissible à la descendance. (Briand-Bouthiaux A., 2001).

2. La technique de transgénèse

a) Les principales étapes

L'obtention d'une plante transgénique nécessite plusieurs étapes (Séralini G.E., 2004).

La première étape consiste en **l'isolement du gène d'intérêt** qui est extrait et purifié.

Ce **gène d'intérêt est ensuite intégré dans une construction génétique** composée de quatre éléments :

- un promoteur, c'est-à-dire une séquence placée en amont du gène et nécessaire à sa transcription ;
- un site de terminaison, c'est-à-dire une séquence positionnée en aval du gène et permettant de stopper la transcription de l'ARN ;
- un gène marqueur destiné au repérage des plantes transgéniques ;
- le gène d'intérêt.

L'étape suivante consiste en **l'obtention de nombreuses copies identiques du fragment de gène** lequel est souvent trop grand pour permettre l'utilisation de la PCR (réaction de polymérisation en chaîne). On réalise donc un clonage en utilisant des plasmides c'est-à-dire des petits anneaux circulaires d'ADN de quelques milliers de bases connues et qui se trouvent et se reproduisent naturellement dans les bactéries. On insère, dans ces plasmides, le fragment d'ADN à multiplier. Ces plasmides sont réintroduits dans les bactéries permettant ainsi leur multiplication. De plus, le plasmide est capable de pénétrer les noyaux des cellules et de s'intercaler en s'ouvrant dans leur patrimoine héréditaire.

Ensuite, il faut **introduire la (ou les) construction(s) génétique(s) dans le génome de la cellule végétale** à modifier. Les principales techniques utilisées sont :

- la biolistique : un canon à air comprimé envoie des microbilles de tungstène chargées d'ADN sur les cellules végétales. Quelques microbilles traversent les différentes couches cellulaires et atteignent le noyau. Seulement une minorité des cellules végétales soumises à ce traitement vont intégrer les constructions génétiques dans leur génome.
- l'électroporation : un choc électrique rend momentanément la cellule poreuse à l'ADN : la cellule végétale absorbe l'ADN en solution.
- la transfection par vecteur biologique qui peut être une bactérie (*Agrobacterium tumefaciens*) ou un virus, dont la propriété est de transférer de l'ADN à un autre organisme en le parasitant. Cette technique de transfert biologique est la plus utilisée, mais certaines espèces végétales y sont particulièrement insensibles : notamment les monocotylédones dont le maïs. Dans ce cas, on utilisera l'éléctroporation ou la biolistique.

Le succès de l'ensemble des opérations de transgénèse est conditionné par le fait de pouvoir reconnaitre les cellules végétales exposées et qui ont effectivement intégré le transgène. En effet, la plupart des cellules n'intègre pas facilement l'ADN étranger dans leur génome : en moyenne, il faut effectuer au moins dix mille tentatives avant d'avoir un résultat positif et seules quelques plantules obtenues seront génétiquement modifiées. Il faut donc vérifier **la bonne insertion de la construction génique dans le génome des cellules transformées**. Pour ce faire, il est nécessaire de trier les cellules qui auront intégré le transgène selon une des méthodes suivantes :

- l'utilisation d'un gène marqueur de résistance à un antibiotique ;
- le suivi direct du caractère nouveau inséré, comme la tolérance à un herbicide ou la production d'insecticide par la plantule ;
- l'utilisation d'un gène marqueur autre que celui de résistance à un antibiotique et qui sera éventuellement enlevé dans un second temps ;
- la détection du transgène qui est un procédé plus coûteux et plus long.

Ces cellules doivent aussi avoir la faculté de générer des plantes entières ce qui est démontré par la culture *in vitro*. Cependant, parmi les végétaux génétiquement modifiés obtenus, beaucoup, en grandissant, n'expriment pas ou mal le caractère nouveau. Il ne suffit pas qu'un gène soit présent dans les chromosomes pour qu'il fonctionne : il peut être situé dans une zone du génome trop condensée, repliée sur elle-même, peu utilisée, ou avoir fixé sur ses séquences régulatrices des protéïnes qui l'empêchent de s'exprimer.

La figure 1 montre les différentes étapes de la fabrication d'un VGM.

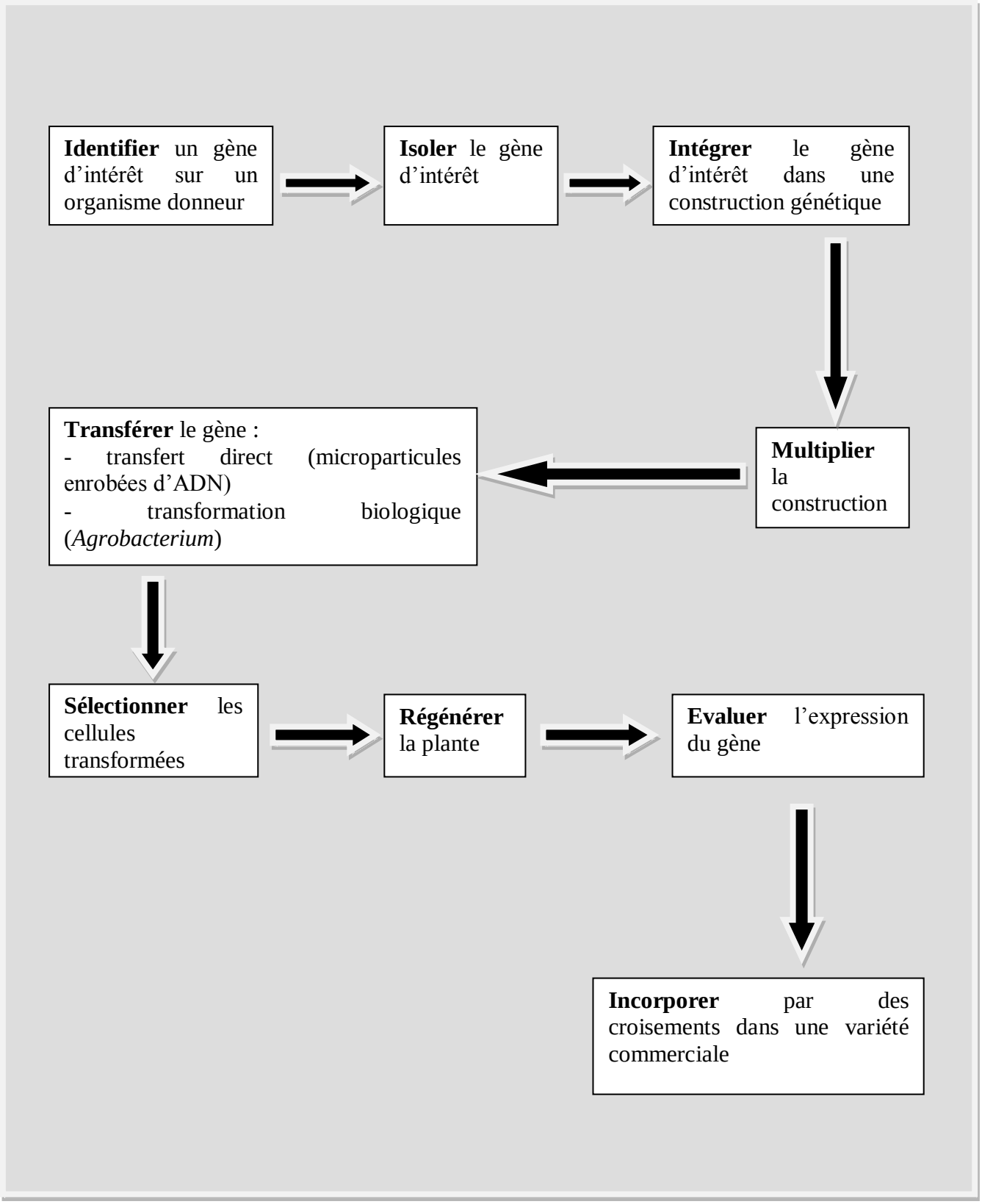


Figure 1 : Les différentes étapes de la fabrication d'une plante génétiquement modifiée (www.ogm.org, 2008).

L’exemple de la transfection par Agrobacterium tumefaciens.

Agrobacterium tumefaciens est une bactérie de la famille des Rhizobium se développant dans le sol. Elle est attirée par des composés phénoliques dégagés par les dicotylédones en cas de blessure de la plante. La bactérie a la propriété de pouvoir se fixer sur les cellules végétales de la blessure entrainant une multiplication importante de ces cellules. Le résultat est la formation d’une tumeur, en général située au niveau du collet, ce qui donne le nom de galle du collet à cette maladie. Les cellules tumorales libèrent dans le sol des composés chimiques particuliers, les opines qui sont des molécules utilisables par les bactéries *Agrobacterium tumefaciens* présentes dans le sol comme source d’azote, de carbone et d’énergie. La formation de ces opines est induite par le transfert d’un petit ADN plasmidique de la bactérie au génome des cellules des dicotylédones. *Agrobacterium tumefaciens* est donc capable d’injecter un fragment d’ADN dans une cellule végétale et de permettre à cet ADN de s’insérer dans le génome de la plante. Ce mécanisme est utilisé en transgénèse en remplaçant l’ADN transféré par la bactérie par un autre ADN portant un gène d’intérêt. La figure 2 illustre ce transfert.

Le fragment d’ADN est issu d’un plasmide Ti c'est-à-dire un ADN circulaire bactérien de petite taille. Ce plasmide Ti comporte quatre régions principales :

- ADN-T : région transférée de la bactérie à la cellule végétale ;
- VIR : région de virulence comportant des gènes permettant la fixation de la bactérie aux cellules de la plante et le transfert de l’ADN-T ;
- OCC : région de catabolisme des opines permettant à la bactérie d’utiliser les opines libérées ;
- ORI : région de réplication permettant au plasmide de se multiplier dans la bactérie.

Le vecteur de transgénèse le plus aisé à obtenir consiste à remplacer l’ADN-T par un ADN comportant le gène d’intérêt ainsi qu’un gène de sélection. Ce dernier permet de repérer facilement les cellules qui ont intégré l’ADN transgénique à leur génome. Il s’agit d’un gène permettant la survie de ces cellules dans des conditions particulières ou d’un gène codant pour une molécule facilement repérable (Weidner M. Furelaud G., 2003).

La figure 3 retrace l’ensemble des étapes nécessaires à la fabrication d’une plante transgénique grâce à *Agrobacterium tumefaciens.*

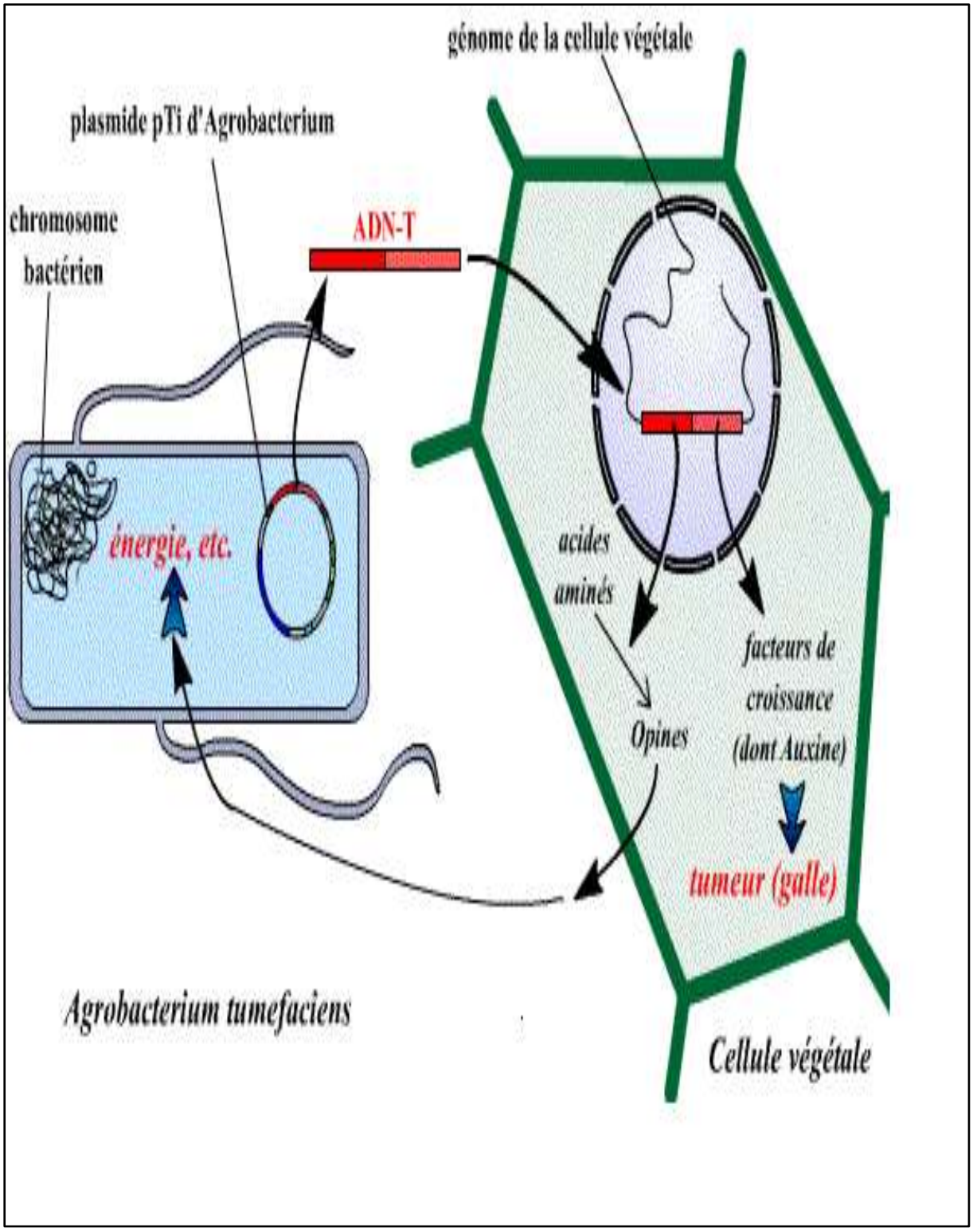


Figure 2 : Le transfert d'un fragment d'ADN par Agrobacterium tumefaciens dans le génome de la plante d'après Weidner M. et Furelaud G. en 2003.

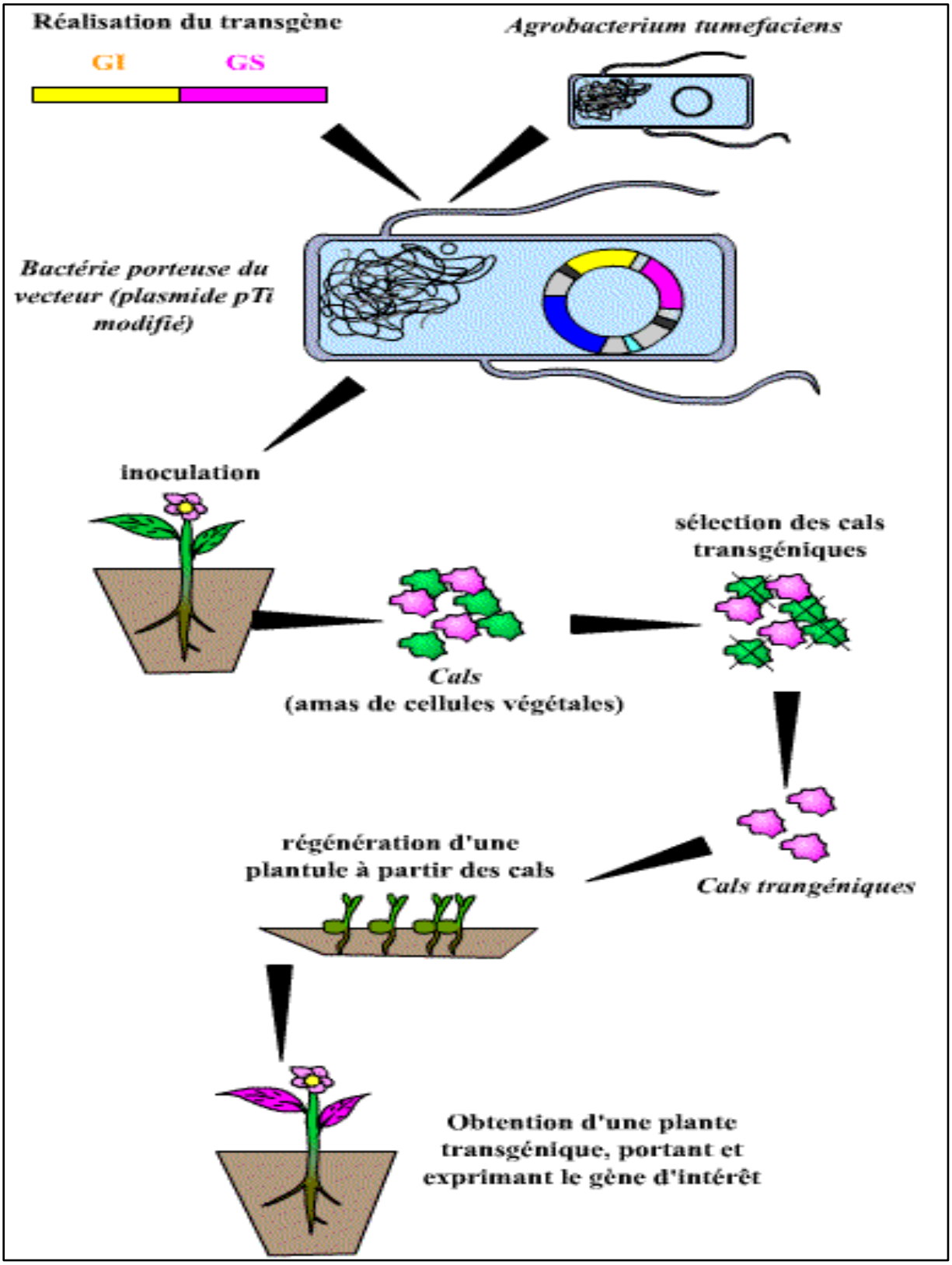


Figure 3 : Les étapes de la réalisation d'une plante transgénique grâce à Agrobacterium tumefaciens d'après Weidner M. Furelaud G. en 2003.

3. Les principaux types de VGM créés grâce à la transgénèse

La technique de transgénèse a, à l'heure actuelle, permis la création de VGM présentant deux caractéristiques principales. Il s'agit du développement d'une résistance de la plante à des insectes nuisibles et de la création de plantes tolérantes à un herbicide. La résistance aux insectes est conférée aux plantes par des gènes codant pour des toxines naturellement synthétisées par certaines souches de bactéries (*Bacillus thuringiensis*) présentes dans le sol. On compte plus de 170 toxines insecticides ayant une action ciblée sur certains insectes, sans toxicité pour les autres insectes. L'exemple le plus connu est le maïs *Bt* rendu résistant à un lépidoptère, la pyrale. La tolérance aux herbicides est principalement représentée par un gène de tolérance au glyphosate, principe actif du Roundup de la société Monsanto.

C. Les objectifs de l'utilisation des VGM

Les premiers objectifs exprimés ont été l'apport d'améliorations nutritionnelles et la lutte contre la faim dans le monde. Cela passe par l'augmentation des rendements de production, l'amélioration des propriétés nutritives des aliments ou encore une meilleure conservation des produits.

1. L'amélioration de la productivité

a) L'optimisation des espèces en fonction des milieux

La croissance et donc le rendement des cultures sont dépendants des conditions environnementales. Naturellement, les plantes sont capables d'ajuster leurs systèmes métaboliques aux stress environnementaux pour s'adapter aux milieux. La figure 4 présente le mécanisme général de réponse des plantes en présence d'un stress.

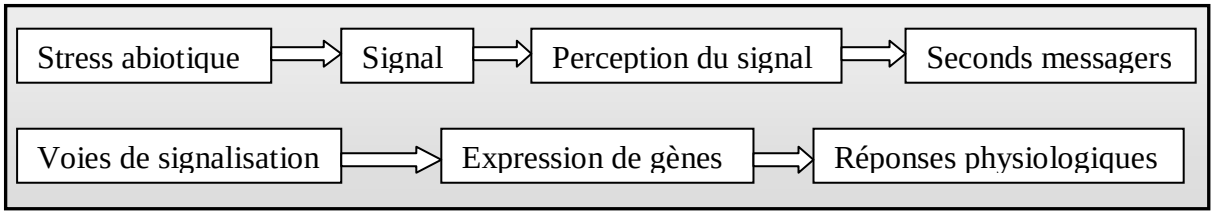


Figure 4 : Mécanisme général de réponse des plantes à un stress (www.ogm.org, 2008)

Lors d'un stress, les plantes perçoivent les signaux environnementaux et les transmettent à la machinerie cellulaire, ce qui va permettre l'activation de mécanismes de réponses. Le signal est perçu au niveau de la membrane végétale entrainant la production de seconds messagers puis de facteurs de transcriptions dont le rôle est de contrôler l'expression des gènes de réponse aux stress. Cette réponse s'exprime par des modifications morphologiques, biochimiques et physiologiques. Le principal effet des stress environnementaux est une perte importante d'eau au niveau cellulaire. Le stress hydrique à pour conséquence un dysfonctionnement de la photosynthèse entrainant une moindre croissance du végétal. En réponse, la plante synthétise principalement :

- des osmoprotectants (proline, glycine bétaïne, tréhalose) permettant le maintien de l'équilibre en eau entre la cellule végétale et le milieu extérieur ;
- des protéines spécifiques ;
- des acides gras permettant de modifier la perméabilité de la membrane plasmique.

Un des objectifs principaux du développement des VGM consiste en une amélioration des plantes visant à leur apporter un caractère de résistance aux principaux stress environnementaux que sont la sécheresse, les basses températures et la salinité du milieu. Il s'agit donc d'intégrer dans le génome de la plante des gènes impliqués dans la réponse du végétal au stress. (www.ogm.org, 2008).

Actuellement, les recherches portent sur :

- La tolérance à la sécheresse : les besoins en eau sont différents selon les plantes, le blé nécessite un apport hydrique de neuf mois sur douze excluant les mois les plus secs alors que pour le maïs les besoins sont concentrés sur cinq mois incluant l'été. Pour éviter de trop puiser sur les réserves naturelles en eau, il est indispensable de pouvoir utiliser des variétés tolérantes à la sécheresse. Dans ce domaine, la sélection classique n'a pas donné de variétés permettant un bon rendement en conditions de déficit hydrique.
- La tolérance aux basses températures : ce caractère permettrait la culture d'espèces inadaptées aux basses températures dans des milieux défavorables ou pendant une plus grande période de l'année ce qui donnerait la possibilité d'effectuer plusieurs récoltes dans l'année.
- La tolérance à la salinité : une part importante des sols cultivables correspond à des terrains salés. Or, les plantes cultivées sont souvent sensibles à la salinité. Augmenter de façon significative la production des cultures sur ces sols grâce à la transgénèse pourrait aider à résoudre les problèmes de famine dans certains pays (Gallais A., Ricroch A., 2006).

Aucune variété végétale tolérante à un stress n'est, à ce jour, commercialisée. Cependant, un maïs transgénique tolérant à la sécheresse devrait être mis sur le marché d'ici

quelques années. Le maïs est particulièrement sensible au stress hydrique en périodes de pollinisation et de début de maturation des grains. Des variétés de maïs transgénique plus tolérantes à la sécheresse ont été créées et en particulier un maïs obtenu grâce à l'introduction d'un gène de sorgho, une céréale africaine naturellement tolérante à la sécheresse. Ce gène code pour une protéine impliquée dans la photosynthèse que le maïs transgénique surexprime. Les études portant sur le comportement photosynthétique de ce maïs en situation de contrainte hydrique en serre ont montré que l'efficacité de l'utilisation de l'eau est augmentée significativement de 25% (www.ogm.org, 2009). Le premier maïs tolérant à la sécheresse devrait être commercialisé en 2010 par la firme Monsanto, rapidement suivi par la commercialisation d'autres espèces adaptées à la sécheresse. On peut d'ailleurs noter que les industries semencières dont principalement Monsanto, Bayer et BASF ont déjà déposé 532 brevets sur des gènes de résistance à la sécheresse et que Monsanto et BASF ont mis en place depuis 2007 un partenariat pour développer des plantes tolérantes à des conditions climatiques extrêmes (Kempf H., 2008). Un autre axe de recherche portant sur un riz résistant à la sécheresse a été développé. Il s'agit de modifier génétiquement un riz basmati afin qu'il produise du tréhalose. Le tréhalose est un sucre permettant une protection contre le stress hydrique et présent en concentration élevée dans des organismes comme des bactéries, des levures, des invertébrés et certaines plantes. Ce sucre confère à l'organisme la capacité de résister à des sécheresses intenses et de survivre alors que leur teneur en eau ne représente que 5% de leur poids, c'est-à-dire environ deux fois moins que le riz non transgénique. En 2002, une équipe américano-coréenne avait montré qu'un riz génétiquement modifié pour produire du tréhalose grâce à l'insertion de deux gènes d'une bactérie (*Escherischia coli)* était plus résistant à la sécheresse (Morin H., 2002).

b) La diminution de l'utilisation des phytosanitaires

(1) La tolérance aux herbicides

Pour éviter la prolifération des plantes adventices (les « mauvaises herbes ») responsables d'une perte de production de la culture, les agriculteurs utilisent des herbicides. En effet, les plantes adventices entrent en concurrence avec les cultures pour les nutriments du sol, l'eau et la lumière. Les herbicides agissent en perturbant des mécanismes indispensables à la survie des plantes, comme une perturbation de la photosynthèse, l'inhibition de la synthèse de lipides, d'acides aminés. Il existe des herbicides sélectifs spécifiques de certaines espèces de plantes et des herbicides totaux (ou non sélectifs) qui détruisent la majorité des plantes en

affectant des processus communs à toutes les plantes (www.ogm.gouv.qc.ca, 2008). La gestion du désherbage d'une exploitation est compliquée étant donné la nécessité d'utiliser un herbicide par culture, voire plusieurs pour certaines cultures. Par ailleurs, on a constaté l'apparition de plus en plus de résistances de mauvaises herbes aux herbicides classiquement utilisés conduisant parfois à l'abandon de leur utilisation. On peut citer les exemples de la résistance des dicotylédones aux triazines, la résistance de l'amarante, le séneçon et la morelle noire à l'acétolactate synthase. L'utilisation des herbicides représente un danger pour l'environnement avec l'exemple de la pollution des nappes phréatiques par l'atrazine dont l'utilisation est aujourd'hui interdite dans l'Union Européenne mais reste largement utilisée aux Etas-Unis. De plus, les herbicides constituent un risque pour la santé de l'agriculteur qui les manipule, et aussi probablement pour le consommateur car certaines molécules sont susceptibles de s'accumuler dans la plante destinée à la consommation (Gallais A., Ricroch A., 2006). Pour traiter les cultures conventionnelles, on utilise des herbicides de synthèse difficilement dégradés et persistant longtemps dans l'environnement. En ce qui concerne les cultures transgéniques, des plantes tolérantes aux herbicides à large spectre ont été développées. Ce sont des produits efficaces, faciles d'utilisation et plus rapidement biodégradables dans le sol. Pour rendre des plantes résistantes, on transfère un gène permettant soit de rendre insensible la plante à l'action de l'herbicide, soit de faire surproduire à la plante la molécule ciblée par l'herbicide, soit d'introduire une voie de dégradation ou de détoxification de l'herbicide dans la plante (www.ogm.org, 2008). Le principal avantage lié à la culture de plantes transgéniques résistantes aux herbicides serait la diminution de leur utilisation, ce qui représenterait un bénéfice à la fois écologique et économique. En effet, les cultures tolérantes à un herbicide nécessiteraient une moins grande quantité de produit par traitement que les cultures traditionnelles, ces cultures ne nécessiteraient qu'un seul traitement à la différence des cultures conventionnelles et permettraient l'utilisation d'herbicides en post-levée lorsque les plants cultivés sont en croissance. Du point de vue économique, ces plantes auraient donc l'avantage de nécessiter moins de traitements avec une efficacité renforcée et donc de meilleurs rendements (www.ogm.gouv.qc.ca, 2008). Du point de vue écologique, l'impact devrait être positif en permettant la diminution de l'utilisation des herbicides traditionnels. En effet, ces derniers ont des effets négatifs sur les sols dans lesquels ils persistent longtemps et contaminent les nappes phréatiques.

(2) La résistance aux insectes

Les insectes ravageurs sont responsables de pertes importantes dans les cultures et de fortes diminutions des rendements. La lutte contre ces insectes est une nécessité pour protéger les cultures. Pour que l'efficacité soit maximale, il est souvent nécessaire de traiter les cultures à plusieurs reprises pendant le cycle cultural. Aujourd'hui, on utilise des produits adaptés et dosés en fonction du stade de développement de la plante, de la nature et du niveau d'infestation. Cependant, l'utilisation d'insecticides peut être inefficace ou impossible dans certaines situations :

- si les conditions climatiques sont néfastes : pluie, sécheresse, basses températures ;
- quand les larves d'insectes creusent des galeries au sein de la plante comme c'est le cas pour la pyrale du maïs, les insecticides ne pourront ni les atteindre ni les éliminer ;
- les insectes développent rapidement des résistances aux insecticides chimiques.

Dans ces situations, les variétés transgéniques peuvent apporter des solutions adaptées.

Pour rendre une plante résistante à un insecte, on introduit un gène codant pour une protéine toxique pour cet insecte dans le génome de la plante. La seule méthode faisant aujourd'hui l'objet d'une exploitation commerciale consiste à transférer un gène de la bactérie *Bacillus thuringiensis* (Bt) codant pour une protéine insecticide. L'espèce *Bacillus thuringiensis* possède plus de 170 toxines insecticides, réparties dans des sous-espèces provenant de milieux naturels divers. Ces toxines se présentent sous une forme cristalline lorsque la bactérie se trouve en état d'attente (spores). Ces spores sont déjà utilisées en agriculture, notamment biologique, par épandage direct sur les cultures avec une efficacité à la fois sur les larves et les adultes. Il existe des souches de la toxine permettant la lutte contre les ordres d'insectes suivants : les lépidoptères (papillons), les coléoptères dont les hannetons et les charançons, les diptères. La toxine synthétisée par une variété de plante génétiquement modifiée grâce à un gène Bt possède cette spécificité contre un ordre d'insectes et n'est, a priori, pas toxique pour les autres insectes. Les toxines Bt agissent en lysant les cellules épithéliales de l'intestin des insectes. Les protéines sont présentes dans les bactéries sous une forme inactive appelée protoxine. Cette dernière est sectionnée, dans l'estomac de l'insecte, par une enzyme digestive pour donner la forme active de la protéine. Cette toxine se fixe sur des récepteurs présents sur la paroi intestinale de l'insecte, ce qui entraîne la formation de pores dans ces cellules intestinales entraînant la mort en quelques heures. De plus, comme elle est produite dans la plante, la protéine est protégée des facteurs climatiques et est efficace plus longtemps que les traitements chimiques (Kuntz M., 2006).

Les principales applications actuelles, concernent le maïs, le coton et la pomme de terre. On a ainsi rendu le maïs résistant à la pyrale. Les chenilles de ce papillon s'attaquent aux parties aériennes du maïs, les larves progressent depuis la face inférieure des feuilles jusqu'au bas de la tige où elles vont hiverner. Les galeries creusées perturbent la circulation de la sève et favorisent la pénétration de micro-organismes pathogènes dont certains champignons produisant des toxines dangereuses pour les consommateurs. Il existe aussi un maïs génétiquement modifié résistant à la chrysomèle, un coléoptère ravageur. Les individus adultes se nourrissent des soies des fleurs femelles et pondent leurs œufs, qui vont éclore au printemps suivant, dans le sol. Les larves ainsi libérées s'alimentent des racines du maïs causant d'importants dommages. En ce qui concerne le coton, plusieurs variétés résistantes à divers lépidoptères, dont le ver de la capsule, ont été créées. Dans le cas de la pomme de terre, l'insertion d'un gène Bt permet d'obtenir des variétés résistantes aux doryphores. Ces espèces sont disponibles aux Etats-Unis alors que seules quelques espèces de maïs Bt le sont en Europe. Le transfert du gène Bt est envisageable pour un nombre élevé d'espèces. L'objectif de ces espèces génétiquement modifiées pour résister à des insectes ravageurs était d'éviter l'épandage de tonnes d'insecticides dans les champs et d'avoir une meilleure efficacité dans la lutte contre ces insectes afin d'éviter les pertes de rendement (Kuntz M., 2006). Cependant, il est nécessaire de signaler que ces VGM résistant à des insectes sont eux même des insecticides.

(3) La résistance aux virus

Les maladies virales végétales sont fréquentes, on en dénombre environ 1 000 à ce jour, et constituent chaque année une menace grave sur les cultures dans de nombreuses régions du monde. Les symptômes provoqués par les virus sont variables selon le virus, la variété ou l'espèce atteinte, l'environnement et l'état physiologique de la plante. On distingue trois principaux symptômes :

- la mosaïque : c'est une coloration irrégulière des feuilles parfois associée à des déformations comme des cloques, un aspect filiforme ou gaufré, une diminution de taille). Les végétaux touchés sont essentiellement les cucurbitacées, le haricot, la tomate, le tabac, la laitue.
- la jaunisse : c'est un jaunissement du feuillage souvent plus marqué sur les feuilles âgées.
- la nécrose touche les feuilles, les fleurs, les fruits ou les tiges et peut aboutir à un dépérissement de la plante.

Les maladies virales réduisent la croissance des plantes, entrainent des baisses de production et peuvent altérer l'aspect et donc la qualité commerciale de la récolte.

Les virus des plantes peuvent se disséminer de deux manières, par une transmission verticale et par une transmission horizontale. La transmission verticale est la transmission du virus à la descendance de la plante infectée, cela est dû au fait que l'ensemble des organes de multiplication de la plante infectée sont touchés (boutures, greffons, tubercules, bulbes), les virus provoquant tous des maladies généralisées. Cependant, dans la plupart des cas, les virus ne sont pas transmis par les graines, malgré quelques exceptions comme le virus de la mosaïque de la tomate et le virus de la mosaïque de la laitue. La transmission horizontale consiste en la transmission du virus directement d'une plante à une autre. Cette transmission fait intervenir des vecteurs spécifiques d'un virus donné et capables de prélever le virus d'une cellule végétale puis de l'inoculer dans une cellule d'une plante saine. Les principaux vecteurs sont des insectes comme les pucerons et les cicadelles, mais d'autres vecteurs existent et on peut citer les acariens, les nématodes et les champignons.

La lutte contre les virus des plantes est difficile car il n'existe pas de traitement au champ permettant de guérir les végétaux atteints. La prévention est donc essentielle, mais souvent partiellement efficace, et passe par l'utilisation de matériel végétal sain et la lutte contre les vecteurs. Pour faciliter la lutte contre ces virus des VGM dans lesquels on a inséré des petits fragments du génome d'un virus ont été créées. Ainsi, sont cultivés aux Etats-Unis des papayers résistants au virus des tâches en anneaux du papayer, des courges résistantes au virus de la mosaïque du concombre, au virus de la mosaïque jaune de la courgette et au virus de la mosaïque de la pastèque (Lecoq H., 2008).

2. L'amélioration de la qualité nutritive des aliments

a) L'amélioration de la conservation des aliments

La première plante transgénique élaborée dans ce but de meilleure conservation a été la tomate à maturation prolongée Flavr Savr en 1994 aux Etats Unis. L'objectif était d'obtenir un fruit pouvant être récolté plus tardivement et se conservant plus facilement. Le contrôle de la maturation permettait donc d'améliorer les conditions de transport et de stockage et d'obtenir une amélioration de la saveur grâce à une récolte à un stade de maturation plus avancé. Cette tomate a été obtenue en insérant un gène codant pour une enzyme impliquée dans le processus de mûrissement de la tomate. La Food and Drug Administration (FDA) a autorisé la plante transgénique et a estimé que les aliments transgéniques doivent être gérés de la même manière que les aliments conventionnels. Les autorisations de mise sur le marché reposent sur le principe d'équivalence en substance de l'aliment transgénique et de l'aliment

conventionnel. La tomate Flavr Savr a été très mal accueillie par les consommateurs américains et anglais du fait de son mauvais goût et de la controverse lancée par les scientifiques suite à sa commercialisation sur le principe non démontré de l'équivalence substantielle. Sa commercialisation a été un échec et a été arrêtée en 1997 (Meunier E., 2004).

b) L'apport de vitamines : l'exemple du riz doré

L'un des objectifs de la transgénèse végétale est l'enrichissement en nutriments essentiels d'aliments de base pour répondre au problème de la malnutrition dans les pays pauvres. L'exemple abordé par l'Afssa en 2007, concerne la vitamine A car c'est une carence répandue dans le monde et dont les conséquences sur la santé sont importantes.

(1) Le riz dans l'alimentation et les risques de carence en vitamine A

Le riz est consommé par la moitié de la population mondiale et est l'aliment de base dans un grand nombre de pays en développement principalement les pays d'Asie et du Pacifique, mais aussi en Amérique latine et en Afrique. Dans ces pays, il représente 27% des apports énergétiques, 20% des protéines et 3% des lipides fournis par l'alimentation. La consommation journalière moyenne serait, selon des études réalisées en Chine et en Inde, de 300 grammes de riz cru par homme adulte et 250 grammes par femme adulte. La composition en nutriments du riz est fonction de nombreux facteurs : génotype, pratiques culturales, conditions environnementales, temps et conditions de stockage, mode de préparation. Il contient des vitamines du groupe B et du zinc, mais peu de vitamines C et D et de bêta-carotène. Dans les pays en développement, les problèmes nutritionnels majeurs sont la malnutrition protéino-énergétique et les carences en fer, iode, zinc et vitamine A. La carence en vitamine A est l'une des plus importantes quant-à ses conséquences sur la santé : chaque année, 500 000 enfants deviennent aveugles de façon irréversible dans le monde. En effet, les principales conséquences d'une carence en vitamine A touchent l'œil : on constate une diminution de la régénération des pigments intervenant dans la vision, puis une rupture progressive de l'intégrité de l'épithélium avec pour conséquence ultime la cécité. La vitamine A joue également un rôle au niveau du système immunitaire et du maintien de l'intégrité des cellules en régulant l'expression du génome et la différenciation cellulaire. La carence en vitamine A aboutit à la mort de 1 à 3 millions d'enfants de moins de 5 ans dans le monde et principalement en Asie du sud.

(2) La lutte contre la carence en vitamine A

La lutte contre la carence en vitamine A peut se faire de trois manières :

- la supplémentation médicamenteuse par des capsules de vitamine A des enfants de 6 mois à 6 ans : c'est une solution peu efficace car elle nécessiterait la distribution de capsules plusieurs fois par an;
- les approches alimentaires : par la production d'aliments riches en vitamine A et l'utilisation de méthodes de transformation et de conservation appropriées sachant que la vitamine A est sensible à l'oxydation et à la lumière, par la diversification dans l'alimentation des sources de vitamine A, ou par l'enrichissement d'aliments vecteurs par de la vitamine A ;
- les mesures de santé publique : promotion de l'allaitement maternel et lutte contre les affections et les parasitoses.

L'enrichissement d'aliments en vitamine A peut se faire de plusieurs manières. Il est possible d'introduire la vitamine A dans un aliment vecteur sous une forme spécifique et à une dose déterminée ; l'avantage de cette technique est l'utilisation possible d'un aliment vecteur largement consommé dans l'alimentation habituelle de la population ; l'inconvénient est que le procédé d'enrichissement doit être maîtrisable et rigoureusement contrôlable, ce qui suppose que l'opération d'enrichissement n'est réalisable que dans un nombre limité d'unités industrielles de production. Une autre méthode consiste en l'association d'un aliment vecteur classique à un ingrédient très riche en vitamine A. Plusieurs essais ont été menés dans ce sens : de la farine de manioc a été enrichie avec de l'huile de palme rouge en Tanzanie, du riz a été associé à un fruit riche en bêta-carotène, appelé le gac, au Vietnam permettant d'améliorer la rétinolémie chez l'enfant alors que du riz directement enrichi en bêta-carotène ne donne pas les effets escomptés. La dernière voie d'enrichissement d'aliments en vitamine A est l'amélioration génétique soit par la sélection classique, soit par génie génétique comme c'est le cas pour le riz doré.

(3) Le riz doré

Le riz doré actuellement mis sur le marché produit 1,6 à 2,0µg de bêta-carotène par gramme de grains. On considère, dans l'hypothèse la plus pessimiste, que 12µg de bêta-carotène permette d'obtenir 1µg de rétinol. Les apports journaliers recommandés sont de 400 à 500µg de rétinol pour les enfants, il faudrait donc une consommation d'environ 2,5kg de riz doré pour répondre à ces apports. Le riz doré tel qu'il peut actuellement être produit ne peut donc pas prétendre à lui seul répondre à l'ensemble des besoins en vitamine A. Cependant de

nouvelles variétés sont à l'étude et la consommation de seulement 30 à 224g pourrait réduire significativement les carences et leurs conséquences. Mais, l'augmentation de 3 à 5 fois de la concentration en vitamine A dans le riz doré n'est pas encore assurée et l'efficacité de la conversion de provitamine A du riz doré en vitamine A active est mal connue et pas évaluée. La réponse à apporter au problème de la carence en vitamine A est donc pluridirectionnelle : l'utilisation du riz doré, la culture d'autres plantes locales naturellement riches en vitamine A, l'imprégnation du riz par de la vitamine A de synthèse. Il est donc nécessaire d'évaluer et d'étudier l'ensemble de ces solutions.

c) Les nouvelles perspectives

De nombreux axes de recherches sont actuellement exploités dans le domaine des améliorations des qualités nutritives des plantes. Aucunes des pistes citées ci-dessous n'est, pour le moment, au stade de la commercialisation.

(1) Les apports glucidiques

Dans le monde végétal, l'amidon (polymère du glucose) est la principale substance de réserve au niveau des graines et des tubercules et constitue donc la source d'énergie et de carbone la plus répandue (Rérat A., 2003).

Les travaux portent actuellement sur les fructanes, des polymères du fructose. Le fructose est un sucre naturellement présent dans les fruits et possédant des propriétés métaboliques intéressantes : il est mieux toléré par les diabétiques que le saccharose et les amidons à digestion rapide et a un pouvoir sucrant très élevé. Les fructanes à chaîne courte peu polymérisés ont un pouvoir sucrant important et sont peu caloriques. Les fructanes à longue chaîne ne sont pratiquement pas hydrolysés avant de parvenir dans le côlon. Ils permettent donc d'obtenir des aliments glucidiques peu énergétiques et ils favoriseraient le développement de bifidobactéries qui les dégradent en produisant des acides gras à courte chaîne considérés comme bénéfiques d'après les nutritionnistes. Les fructanes, comme l'inuline, sont généralement stockés par les plantes de la famille des Astéracées comme la chicorée, les salsifis, le topinambour, l'artichaut (Rérat A., 2003). Chez la betterave à sucre, qui accumule beaucoup de saccharose dans ses vacuoles, on cherche à transformer ce saccharose en fructane comme c'est déjà naturellement le cas chez le topinambour. On a donc transféré des gènes du topinambour chez une variété de betterave pour laquelle on obtient une polymérisation de 90% du saccharose en fructane à chaîne courte. La production des

différents types de fructanes serait possible par transgénèse, ce qui pourrait contribuer à leur plus large utilisation dans l'alimentation humaine (Gallais A. Ricroch A., 2006).

(2) Les apports en acides aminés

Dans les pays en développement, les populations subissent des problèmes de malnutrition. En effet, leur alimentation est principalement basée sur des céréales, des tubercules ou des racines. Or, la plupart des végétaux sont pauvres en acides aminés essentiels : lysine, méthionine, cystéine et tryptophane. L'amélioration de la quantité et de la qualité des protéines dans les organes végétaux consommés est donc un objectif majeur et l'équilibre des acides aminés d'une ration alimentaire constitue une priorité pour l'alimentation humaine dans les régions défavorisées (Rérat A., 2003). Les pommes de terre sont pauvres à la fois en protéines et en acides aminés indispensables. Les légumineuses à graines sont des sources importantes de protéines mais sont dépourvues de méthionine et de cystéine. Dans ces conditions, pour les populations défavorisées, l'augmentation des teneurs en lysine et tryptophane des céréales et en méthionine des légumineuses permettrait d'avoir une alimentation apportant les acides aminés essentiels. A l'heure actuelle, des voies d'amélioration font l'objet d'études car la synthèse des acides aminés indispensables s'avère particulièrement complexe (Gallais A. Ricroch A., 2006).

(3) Les apports en acides gras

L'utilisation dans notre alimentation d'huiles végétales riches en acide oléique, en acides gras polyinsaturés et en acides gras essentiels non synthétisés par l'homme comme l'acide linoléique et linolénique est indispensable. En effet, les acides gras polyinsaturés permettent de prévenir les maladies cardio-vasculaires et sont nécessaires chez les nouveau-nés au développement du système nerveux central, de la fonction rénale, du cerveau et de la rétine. Les nutritionnistes recommandent donc aujourd'hui, de consommer des huiles végétales riche en acide oléique et d'éviter les huiles soumises à des procédés d'hydrogénation conduisant à la formation de *trans*-acides gras qui se révèlent délétères. La modification des acides gras par transgénèse est aisée car leur synthèse forme une chaîne métabolique et il est possible de passer d'un acide gras à l'autre par l'action de différentes enzymes. La production d'un soja passant de 25% à 85% d'acide oléique dans ses acides gras et qui peut se presser et se conserver à froid sans recours aux traitements d'hydrogénation industriels est possible. La culture d'un tabac à feuilles très riches en acide γ-linolénique a également été rendue possible. Aux Etats-Unis, des variétés de colza et de soja transgéniques

à haute teneur en acide oléique contenant peu d'acide α-linoléique sont actuellement commercialisées (Rérat A., 2003).

(4) La teneur en antioxydants

Les antioxydants (flavonoïdes, vitamines, minéraux) permettent de contrecarrer les effets délétères des radicaux libres. Ces derniers sont responsables d'attaques au niveau des structures cibles essentielles comme l'ADN, les protéines, les lipides membranaires contribuant au développement de nombreuses maladies (cancers, infections, maladies cardio-vasculaires).

Des études sont en cours chez le maïs pour augmenter sa teneur en vitamine E et en particulier en α-tocophérol.

Les flavonoïdes jouent un rôle important de prévention des maladies cardio-vasculaires. Les voies de biosynthèse des flavonoïdes sont bien connues et les chercheurs sont actuellement capables de cloner les gènes codant pour les principales enzymes (Rérat A., 2003).

Chez la tomate, le lycopène est un pigment de la famille des caroténoïdes ayant des propriétés antioxydantes anticarcinogènes. On cherche donc à augmenter la concentration en lycopène de la tomate (www.ogm.org, 2008).

(5) La diminution des allergies alimentaires

L'une des utilisations potentielles de la transgénèse est de permettre de diminuer l'allergénicité d'un aliment. On peut citer l'exemple de certaines populations humaines particulièrement sensibles à un allergène du riz (une globuline). En bloquant la synthèse de cette globuline par stratégie antisens, on diminuerait le risque allergénique (Gallais A. Ricroch A., 2006).

II. La place des plantes génétiquement modifiées dans le monde

A. Les principales espèces cultivées

Les quatre principales plantes génétiquement modifiées cultivées dans le monde sont le soja, le maïs, le coton et le colza avec comme caractère la tolérance à un herbicide ou/et la production d'un insecticide. Les tableaux 3a et 3b montrent l'état mondial des surfaces cultivées par VGM et par caractère.

	Millions d'hectares	**%**
soja	58,6	57
maïs	35,2	25
coton	15	13
colza	5,5	5
total	114,3	100

Tableau 3a : Surfaces cultivées dans le monde selon les plantes en millions d'hectares et en pourcentage du total des surfaces cultivées (James C., 2008)

	Millions d'hectares	**%**	**Δ / 2006**
Tolérance herbicide	72,2	63	+ 3%
Double ou triple trait	21,8	19	+ 66%
Insecticide	20,3	18	+ 7%
Total	114,3	100	

Tableau 3b : Surfaces cultivées dans le monde selon le caractère utilisé dans les VGM en millions d'hectares et en pourcentage du total des surfaces cultivées (James C., 2008)

1. Soja

En 2008 le soja occupait 57% des surfaces mondiales consacrées aux VGM soit 65,8 millions d'hectares (C. James, 2009) et plus de 60% des surfaces mondiales en soja. Le soja transgénique représente plus de 80% du soja produit aux Etats-Unis et 90% du soja argentin. Il s'agit de variétés transgéniques résistantes aux herbicides (Gallais A. Ricroch A., 2006).

2. Maïs

En 2008, le maïs transgénique représentait 25% des surfaces en VGM (37,3 millions d'hectares) et environ 14% des surfaces mondiales (James C., 2009). Aux Etats-Unis, il représente 40% des surfaces plantées en maïs. Les variétés utilisées concernent : la résistance à la pyrale pour 58% des surfaces en maïs transgénique, la résistance aux herbicides pour 22%, ou les deux pour 20%. La culture du maïs transgénique est moins développée que celle du soja. Cela s'explique par des raisons économiques :

- coût relativement élevé de la semence ;
- niveau moyen des attaques d'insectes ;
- désherbage aisé par des désherbants conventionnels et peu coûteux (Gallais A. Ricroch A., 2006).

3. Cotonnier

En 2008, le cotonnier génétiquement modifié représentait 13% des surfaces utilisées par les plantes transgéniques soit 15,5 millions d'hectares (James C., 2009), 75% des surfaces en cotonniers aux Etats-Unis et plus de 66% en Chine. Les variétés transgéniques cultivées concernent la résistance aux insectes avec 50% des surfaces en cotonnier transgénique aux Etats-Unis ; la résistance à l'herbicide avec 16,7% ; ou les deux avec 33,3% (Gallais A. Ricroch A., 2006).

4. Colza

En 2008, le colza transgénique concernait 5% des surfaces consacrées aux plantes transgéniques (5,9 millions ha) (James C., 2009), 19% des surfaces en colza dans le monde, 55% aux Etats-Unis et 77% au Canada. La totalité des surfaces en colza transgénique est cultivée avec des variétés résistantes aux herbicides (Gallais A. Ricroch A., 2006).

5. Autres plantes transgéniques

A côté de ces quatre principales espèces, d'autres végétaux génétiquement modifiés sont commercialisés ou en cours d'étude dans le monde (www.ogm.org, 2008):

- des variétés de bananes résistant aux maladies (en particulier à des champignons et des insectes) ou présentant une meilleure conservation ;
- des betteraves résistant aux maladies ou tolérant à un herbicide ;
- du blé tolérant à un herbicide, résistant aux maladies ou présentant une modification de la teneur en amidon ;
- un cacao résistant aux maladies ;
- un café résistant aux insectes ;
- de la chicorée tolérant à un herbicide ;
- un chou résistant aux insectes ;
- du colza résistant aux insectes, présentant une modification de la composition en huile, résistant aux champignons ou produisant des molécules spécifiques (protéines, enzymes, acides aminés, enrichi en β-carotène) ;
- un concombre résistant aux maladies ;
- du coton présentant une amélioration de la qualité des fibres ;
- une courge résistant à un virus ;
- de la laitue présentant une moindre quantité de nitrate dans la plante, tolérant à un herbicide ou résistant aux maladies ;
- une luzerne tolérante à un herbicide ;
- du maïs résistant aux maladies ou présentant une teneur en protéines modifiée ;
- du manioc résistant aux virus ou à qualité nutritionnelle améliorée ;
- un melon résistant aux maladies, de meilleure conservation ou tolérant à un herbicide ;
- une papaye résistant à un virus ;
- des pommes de terre résistant aux maladies, aux insectes, tolérant à un herbicide ou dont la teneur en amidon est modifiée ;
- un pommier résistant aux insectes ;
- du riz pour lequel on aura supprimé un facteur d'allergie, tolérant à un herbicide, résistant aux insectes, enrichi en β-carotène ;
- du soja présentant une modification de la composition en huile, protéines ou produisant des molécules spécifiques (enzymes, anticorps) ;
- un tabac tolérant à un herbicide ;

- des tomates à conservation améliorée, résistant aux maladies, aux insectes, tolérant à un herbicide ou encore enrichie en β-carotène ;
- des tournesols tolérant à un herbicide ou produisant des acides gras libres ;
- une vigne résistant à une maladie le court-noué (un virus très répandu dans l'ensemble des vignobles du monde et entrainant une diminution du nombre et de la taille des grappes).

B. Les surfaces cultivées

1. La mesure des surfaces

L'ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications) est la seule organisation à donner des chiffres des surfaces mondiales cultivées de plantes génétiquement modifiées. Il s'agit d'un organisme principalement financé par l'industrie du génie génétique dont les semenciers. Il est donc difficile d'obtenir des informations précises et fiables et ce d'autant plus que la diffusion de la carte des cultures génétiquement modifiées est interdite (Noisette C., 2007). D'autres données sont issues de certaines Organisations Non Gouvernementales (ONG) environnementales comme Greenpeace et le WWF ce qui permet tout de même d'avoir une bonne vision des surfaces vouées aux VGM.

2. La répartition mondiale

Le développement des cultures de VGM a débuté à partir de 1996. Depuis 2002, la surface totale cultivée augmente régulièrement : 58,7 millions d'hectares en 2002, 90 millions d'hectares en 2005, 102 millions d'hectares en 2006 pour atteindre 114,3 millions d'hectares en 2007 et 125 millions d'hectares en 2008. Au total, les cultures de VGM représentent de 2 à 5% des surfaces agricoles mondiales (James C., 2009). La figure 5 montre l'évolution de la surface mondiale occupée par les cultures de VGM de 1996 à 2007.

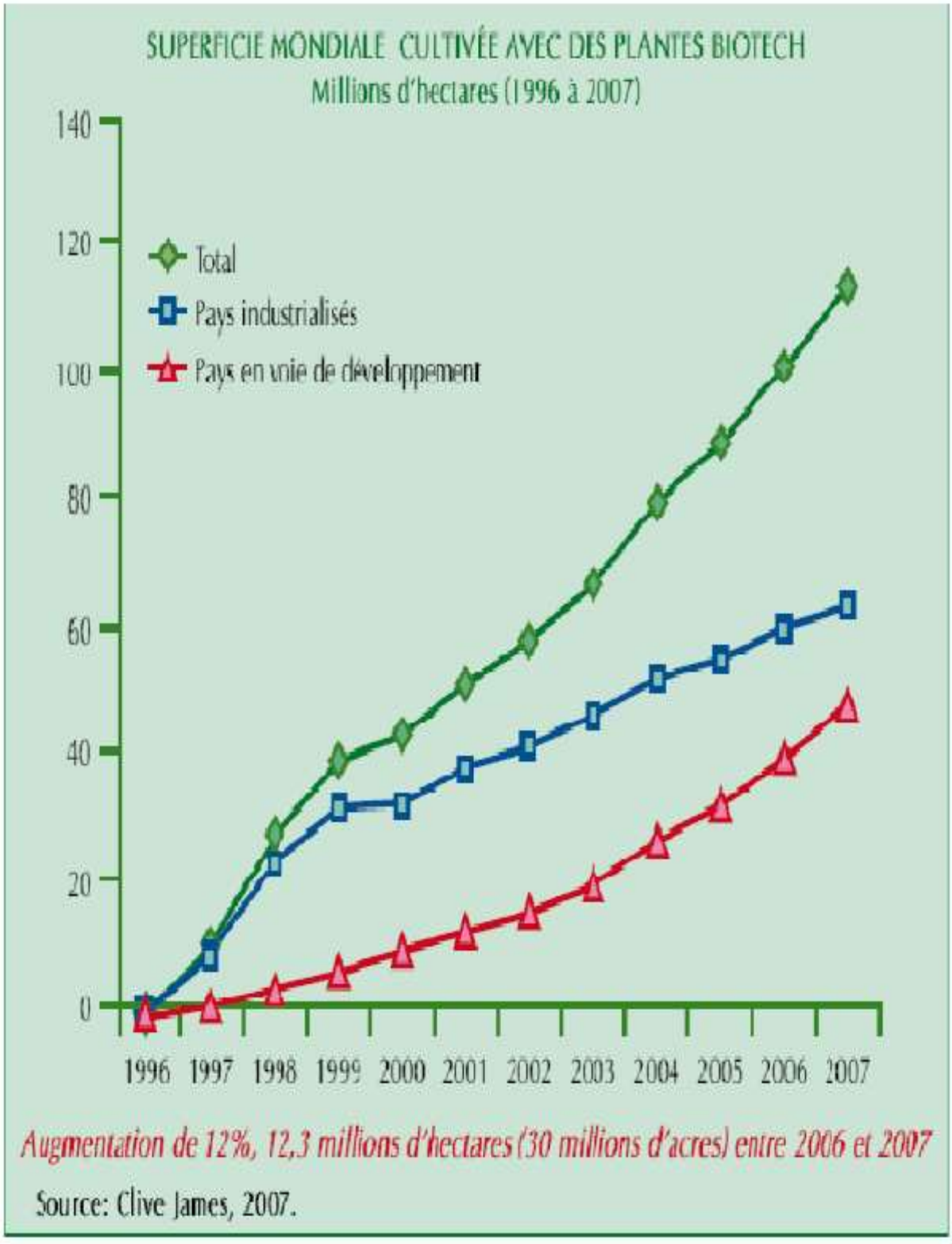
En 2008, d'après James C., 25 pays cultivaient des VGM dont 15 pays en voie de développement et 10 pays industrialisés. Les principaux sont :
- Les Etats-Unis avec 62,5 millions d'hectares consacrés aux VGM encouragés par la croissance du marché de l'éthanol et l'augmentation des superficies de maïs *Bt* de 40%. En revanche on constate une diminution de la culture du soja et du coton génétiquement modifié. Colza, courge, papaye, luzerne, betterave sucrière sont aussi cultivés mais dans une moindre mesure.

- L'Argentine avec 21 millions d'hectares de VGM répartis entre 3 cultures : le soja, le maïs et le coton.
- Le Brésil avec 15,8 millions d'hectares dont 14,5 sont consacrés au soja Roundup Ready et 500 000 hectares au coton *Bt*, le Brésil est le second plus grand producteur de soja dans le monde après les USA ainsi que le troisième plus grand producteur de maïs.
- Le Canada avec 7,6 millions d'hectares consacrés au colza, maïs, soja et betterave sucrière.
- L'Inde avec 7,6 millions d'hectares de coton *Bt* cultivés par environ 4 millions de petits fermiers à faibles ressources.
- La Chine avec 3,8 millions d'hectares principalement voués au coton *Bt* ce qui équivaut à 69% du coton cultivé en Chine, ce coton *Bt* est cultivé par environ 7 millions de petits fermiers à faibles ressources.
- Le Paraguay avec 2,7 millions d'hectares de soja.
- L'Afrique du Sud avec 1,8 millions ha soit une augmentation de 30% par rapport à 2006 : il s'agit de coton, de maïs et de soja génétiquement modifié et la plus forte augmentation concerne le maïs.

La figure 6 représente la carte des cultures de VGM dans le monde en 2008.

En Europe, le développement des cultures transgéniques est faible même si la superficie totale de maïs *Bt* dans l'Union Européenne a dépassé les 100 000 ha en 2007. L'Espagne fait cependant exception en cultivant environ 70 000 d'hectares de maïs génétiquement modifié (Bt). En France, en 2007, 5 000 d'hectares sont consacrés à la culture de maïs génétiquement modifié MON 810 (James C., 2009).

Cependant, en 2006, il existait plusieurs exemples de pays rejetant les VGM. La Roumanie cultivait environ 70 000 ha de soja tolérant aux herbicides en 2005 mais a interdit la culture de ce VGM a partir du 1er janvier 2007. La Chine refuse d'autoriser la culture de riz transgénique, le Brésil a plusieurs fois retardé l'autorisation de cultiver du maïs GM, l'Afrique du Sud a rejeté une demande d'autorisation de procéder à des essais en plein champ de sorgho génétiquement modifié pour des raisons de biosécurité, l'Iran travaille actuellement à une loi concernant la biosécurité et l'Union Européenne a reconnu le besoin de mettre en place un système plus efficace pour permettre d'éviter que les aliments consommés dans l'Union soient contaminés avec des VGM non autorisés. En France, la culture du maïs MON 810 a été interdite en 2008.



<u>Figure 5</u> : Evolution de la superficie mondiale en millions d'hectares concernée par les plantes génétiquement modifiées de 1996 à 2007 (James C., 2008)

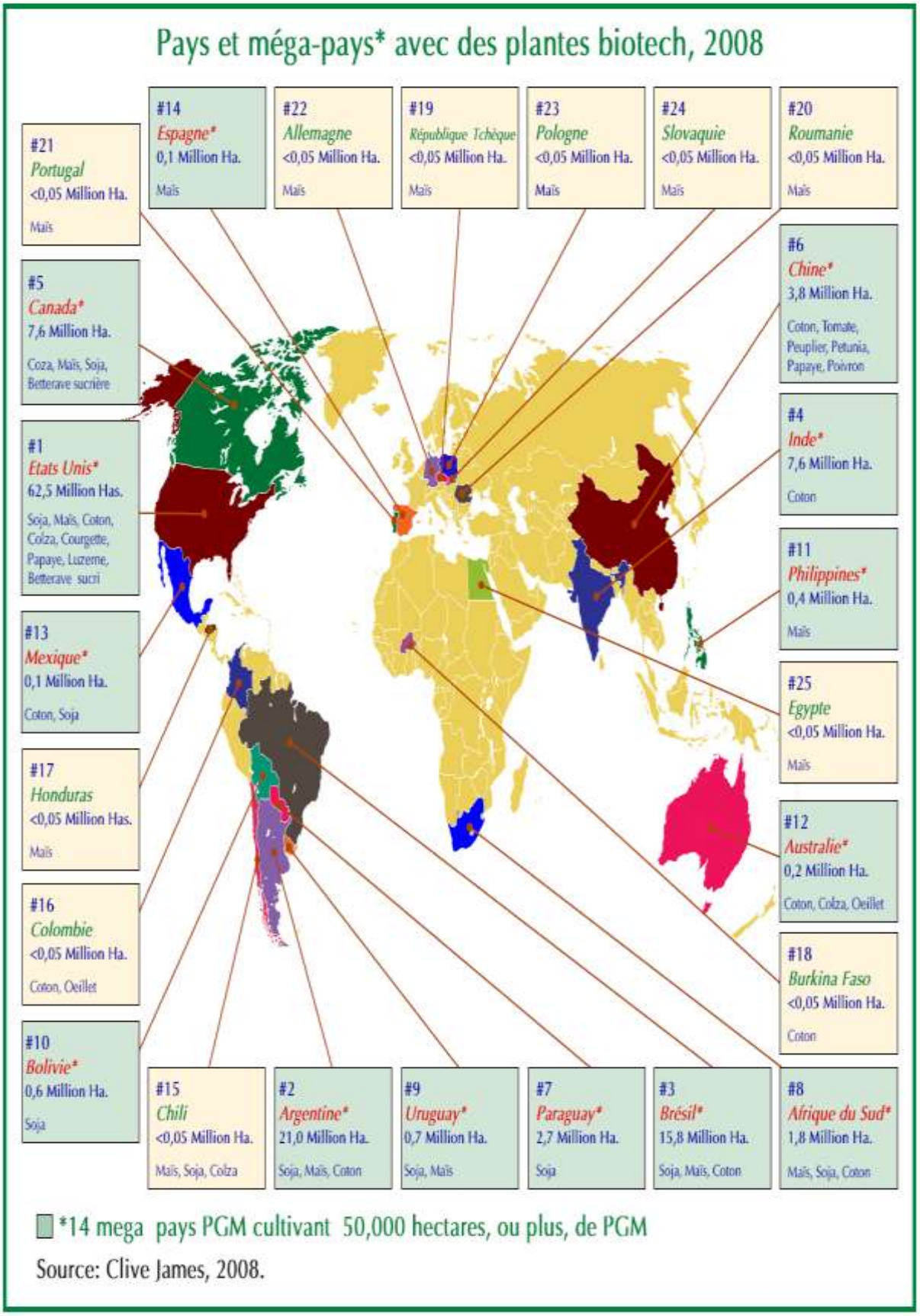


Figure 6 : Carte des pays cultivant des VGM en 2008 (James C., 2009.)

3. Le cas français

a) Cultures de plantes génétiquement modifiées dans l'environnement au titre de la mise sur le marché

En France, le maïs MON 810 de la firme Monsanto, génétiquement modifié pour résister à des insectes a été autorisé à la culture jusqu'en 2008. A cette date, cette culture a été interdite après la mise en application d'une clause de sauvegarde suite au Grenelle de l'environnement. L'Union Européenne doit décider de la validité de cette décision.

En 2007, cette culture représentait environ 5 000 hectares (figure 7). Ces 5 000 hectares de culture du maïs MON 810 étaient répartis sur 481 parcelles localisées dans 38 départements et 15 régions comme le montre le tableau 4 (www.ogm.gouv.fr, 2006).

Région	**Superficie en Ha**	**Nombre de parcelles**
Aquitaine	606,48	74
Auvergne	0,077	1
Bourgogne	1,078	2
Bretagne	4	4
Centre	36,844	12
Champagne Ardenne	2	1
Franche Comté	1	1
Ile de France	0,26	2
Languedoc Roussillon	87,24	24
Midi Pyrénées	4275,72	339
Nord	16	1
Pays de Loire	10,33	7
Picardie	0,1	1
Poitou Charente	26,99	7
Rhône Alpes	15,96	5

Tableau 4 : Cultures du maïs MON 810 sur le territoire français en 2006 (www.ogm.gouv.fr, 2006)

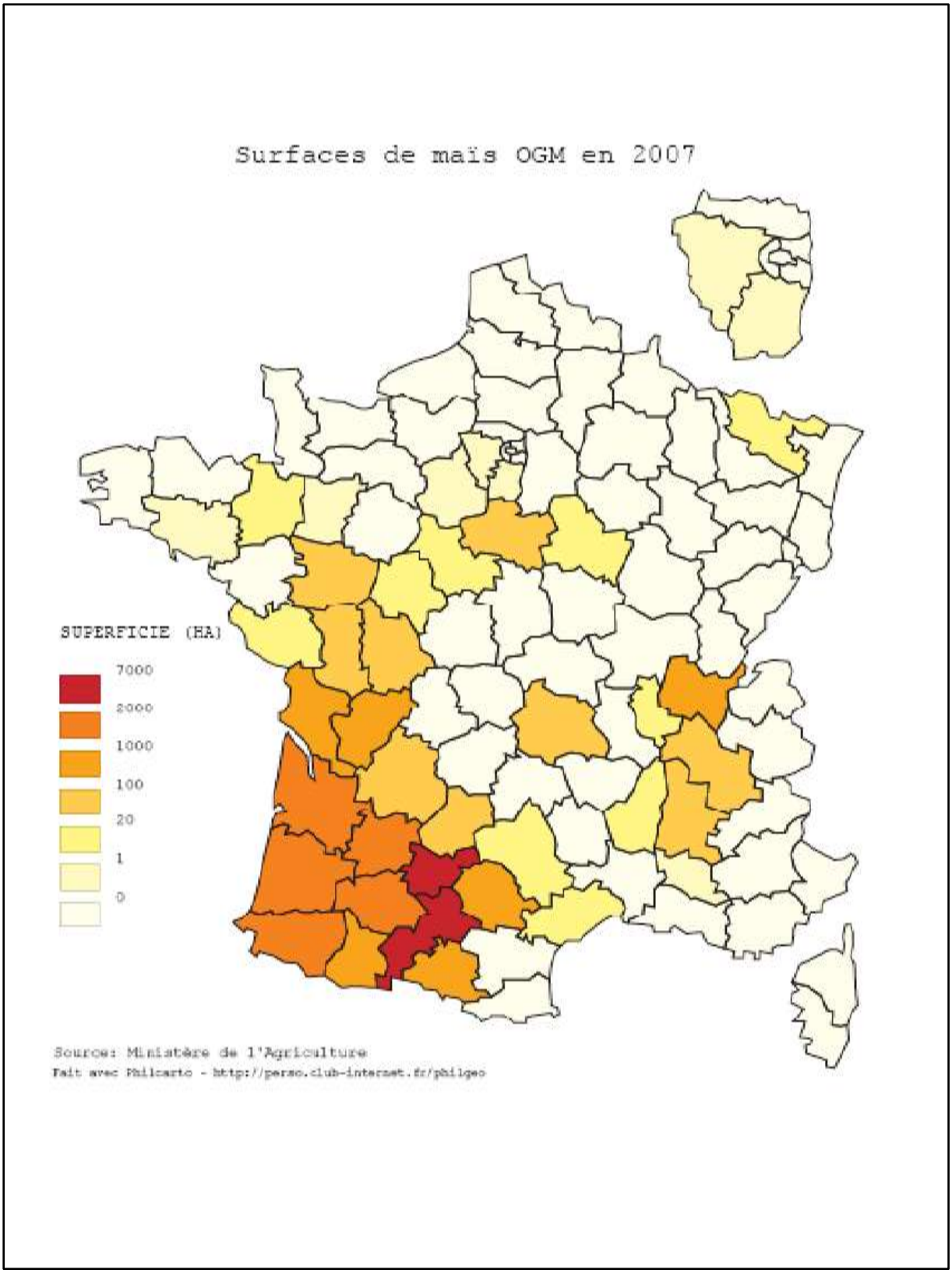


Figure 7 : Les cultures de maïs génétiquement modifié MON 810 en France en 2007 (www.greenpeace.fr, 2008).

b) Cultures de plantes génétiquement modifiées dans l'environnement à toute autre fin que la mise sur le marché

Ces cultures sont conduites principalement par les entreprises Biogemma, Librophyt, Monsanto, Pioneer et Syngenta, et par l'INRA (centres d'Orléans et de Colmar).

Les essais sont répartis en deux catégories :

- les essais de recherche visant à l'évaluation, la caractérisation de l'événement de transformation ;
- les essais de développement commercial des variétés visant à l'étude, la démonstration ou la production de semences.

La répartition des essais figure dans les tableaux 5 et 6. Les expérimentations conduites en 2006 portaient sur cinq espèces végétales : fétuque élevée, maïs, peuplier, vigne et tabac. Le tableau 5 détaille la répartition des essais selon l'espèce végétale cultivée.

Espèce	**Nombre de parcelles**	**Superficies en m^2**
Fétuque élevée	1	85
Maïs	25	25676,5
Peuplier	2	1365
Vigne	1	45
Tabac	1	1000
Total	30	28171,5

Tableau 5 : Répartition des essais par espèces végétales en France en 2006 (www.ogm.gouv.fr, 2006)

Les expérimentations concernaient essentiellement les points suivants : l'amélioration de la qualité, la production de molécules thérapeutiques, la tolérance à un herbicide, la tolérance à un herbicide et la résistance aux insectes ainsi que la résistance aux stress. Le tableau 6 détaille la répartition des essais selon le type de VGM étudié.

Type de VGM	Nombre de dossiers	Nombre de parcelles	Superficies en m^2
Modification de la qualité	4	4	2450
Production de molécules thérapeutiques	1	1	1000
Résistance aux insectes	0	0	0
Tolérance à un herbicide	2	6	4495
Résistance à un virus	1	1	45
Résistance aux stress	1	2	1400
Tolérance à un herbicide et résistance aux insectes	4	16	18781,5
Total	13	30	28171,5

Tableau 6 : Répartition des essais selon le caractère étudié en France en 2006 (www.ogm.gouv.fr, 2006)

Les cultures expérimentales de VGM représentaient, en 2006, 28,2 hectares répartis sur 30 parcelles localisées dans 7 régions métropolitaines (tableau 7).

Région	Nombre de parcelles	Superficies en m^2
Alsace	1	45
Auvergne	2	1800
Centre	6	5589
Champagne Ardenne	1	1000
Lorraine	2	2520
Midi Pyrénées	14	10814
Poitou Charente	4	4955
Total	30	28171,5

Tableau 7 : Répartition géographique des essais en France en 2006 (www.ogm.gouv.fr, 2006)

III. Etats des lieux après plusieurs années d'utilisation des VGM

A. La faim dans le monde ne semble pas résolue

Au début du développement des VGM, le projet était vertueux avec pour objectif principal la lutte contre la faim dans le monde grâce à l'augmentation des rendements. Cependant, ce but est loin d'être atteint puisque de plus en plus d'effets négatifs sont mis en évidence.

1. L'augmentation des revenus des agriculteurs

D'après James C. en 2007, la culture de plantes génétiquement modifiées contribue à la diminution de la pauvreté et de la faim dans le monde. En effet, la sous-alimentation et la malnutrition affectent environ 800 millions de personnes dans le monde. L'impact sur les revenus des fermiers dans les pays ayant adopté la technologie a été positif grâce à une augmentation de la productivité et des bénéfices. En 2005, le bénéfice direct sur les revenus des fermiers est évalué à 5 milliards de dollars. Depuis 1996, d'après des études menées aux Etats-Unis et dans les grandes Haciendas d'Argentine et du Brésil, les bénéfices pour les revenus des fermiers se seraient élevés à 24,2 milliards de dollars. La plus forte augmentation des revenus concerne la culture du soja, suivi par celle du coton, puis le maïs et le colza. Le tableau 8 montre les différentes augmentations en fonction des espèces cultivées et de l'année de référence.

La situation dans les pays en développement est tout autre (www.ogm.org, 2008).
Dans les pays d'Afrique, à l'exception de l'Egypte, du Sénégal et de l'Afrique du Sud, l'accès aux plantes transgéniques est faible et refusé par la plupart des états du fait du coût des semences et de l'interdiction de les réutiliser. De plus, les espèces proposées ne sont pas adaptées aux conditions environnementales de culture selon les régions. Les recherches actuelles sont donc axées sur la culture de plantes comme le manioc, la patate douce, le sorgho, c'est-à-dire des plantes cultivées principalement par des fermiers pauvres dans des régions où les populations souffrent de la faim. En Amérique du sud, trois pays cultivent

actuellement des plantes issues des biotechnologies, il s'agit de l'Argentine, le Brésil et le Chili. L'Argentine cultive principalement du soja, du maïs et du coton. Ces cultures sont autorisées par une commission d'évaluation de la biosécurité. Le Chili cultive peu de plantes transgéniques. Le Brésil voit, lui, dans l'utilisation des plantes transgéniques un moyen pour améliorer sa compétitivité. L'Inde cultive actuellement du coton Bt. De plus, ce pays, mène de nombreuses recherches en biotechnologies. Ces recherches portent sur des légumes, le riz, le blé, le coton, les piments, la moutarde, le tabac, les tomates, les pommes de terre, le colza… D'autres pays mènent des essais de cultures transgéniques en champs : la Chine, le Costa Rica, le Guatemala, le Venezuela, la Colombie, le Honduras, la Malaisie, l'Indonésie, la Thaïlande, le Zimbabwe, l'Egypte, le Kenya. Ces essais concernent principalement des espèces endémiques comme la canne à sucre, le manioc, la banane, le plantain, le palmier à huile.

VGM / Caractère	**Sur l'année 2005 (millions de dollars US)**	**De 1996 à 2005 (millions de dollars US)**	**En 2005 en % de la valeur totale de la production de ces cultures dans les pays ayant adopté les cultures GM**
Soja tolérant aux herbicides	2 281	11 686	5,72
Maïs tolérant aux herbicides	212	795	0,82
Coton tolérant aux herbicides	166	927	1,16
Colza tolérant aux herbicides	195	893	9,45
Maïs résistant aux insectes	416	2 367	1,57
Coton résistant aux insectes	1 732	7 510	12,1
Autres (papaye et courge résistantes aux virus, maïs résistant aux chrysomèles)	25	66	
Total	5 027	24 244	6,0

Tableau 8 : Augmentation des revenus des agriculteurs en millions de dollars US en fonction des espèces cultivées et des années (James C., 2007)

2. *Les aspects négatifs*

a) Le coût des semences

La plupart des semences aujourd'hui utilisées dans le monde sont développées et contrôlées par une poignée de multinationales. Ces firmes offrent aux agriculteurs de moins en moins de choix à des prix de plus en plus élevés. En 2006, on constatait que dix entreprises contrôlaient 57% du marché mondial des semences, alors qu'elles avaient, dix ans plus tôt, 37% du marché (tableau 9). Dans le domaine des semences génétiquement modifiées, Monsanto est encore plus dominante. Les caractères génétiquement modifiés développés par Monsanto sont présents à la fois dans ses propres variétés et dans celles d'autres sociétés importantes comme Dupont-Pioner ou Bayer. Ainsi, environ 86% des produits biotechnologiques du monde possèdent des caractères génétiquement modifiés de Monsanto. L'entreprise est en situation de quasi monopole du marché des semences génétiquement modifiées. Cette situation a entraîné une hausse considérable du prix des semences et une limitation du choix. Cela entraîne une aliénation des producteurs utilisant des VGM aux firmes semencières, car ils ont l'obligation d'acheter chaque année les graines protégées par des brevets et donc non conservables par les agriculteurs.

Entreprise	**Vente de semences en 2006 (en millions USD)**
Monsanto + Delta & Pine Land (Etats-Unis)	4 446
Dupont (Etats-Unis)	2 781
Syngenta (Suisse)	1 743
Groupe Limagrain (France)	1 035
Land O'Lakes (Etats-Unis)	756
KWS AG (Allemagne)	615
Bayer Crop Science (Allemagne)	430
Takii (Japon)	425
Sakata (Japon)	401
DLF-Trifolium (Danemark)	352
Marché mondial des semences	22 900

Tableau 9 : Les dix entreprises leaders du marché mondial des semences en 2006 (les amis de la terre, 2008)

En Inde, d'après Robin M.M. (2008), la culture du coton Bt a été introduite en 2005. Depuis cette date, le nombre de suicides de paysans a considérablement augmenté. En effet, selon le gouvernement du Maharashtra, 1 920 paysans se sont suicidés entre le 1er janvier 2001 et le 19 aout 2006 dans tout l'Etat. Or entre juin 2005 et décembre 2006, on dénombre 1 280 morts par suicide. De plus, dans la zone où on cultive essentiellement du riz, il n'y a pratiquement pas de suicides. Cela confirme bien la relation de cause à effet entre l'arrivée du coton Bt en juin 2005 et l'augmentation du nombre de suicides. Le problème vient du fait que le coton Bt n'est pas adapté aux sols en Inde qui, dès qu'arrive la mousson, regorgent d'eau. Par ailleurs, le coton Bt rend les paysans complètement dépendants des cours du marché : le coût des semences est plus élevé qu'auparavant et s'y ajoute les coûts des engrais et des pesticides sans lesquels la culture est vouée à l'échec. Les semences de coton Bt sont vendues beaucoup plus cher que les semences traditionnelles : 450 grammes coûte 1 850 roupies contre 450 roupies pour du coton habituel. De plus, le coton Bt récolté se vend moins cher car sa fibre est de moins bonne qualité et les rendements n'ont pas augmenté. L'utilisation du coton Bt entraine une amélioration significative les deux premiers mois de culture : les plants sont en bonne santé et les ravageurs en sont absents. Très vite, on constate un ralentissement de la croissance et des rendements en capsules. Au moment de la moisson les rendements sont bas, les capsules difficiles à cueillir, la fibre du coton plus courte. Les paysans voudraient revenir à la culture du coton traditionnel, mais il est devenu très difficile de trouver les semences car les firmes semencières contrôlent la quasi-totalité du marché ; il s'ensuit un endettement des paysans et une augmentation des suicides en Inde.

b) Les VGM n'ont pas résolu le problème de la faim dans le monde

En ce qui concerne les famines et la faim dans le monde, les biotechnologies n'ont pas apporté de changement positif, malgré les promesses faites par les promoteurs des VGM dés l'apparition sur le marché des premières cultures transgéniques. Effectivement, les cultures de VGM sont essentiellement localisées sur le territoire américain et concernent les grandes exploitations agricoles. Ces cultures ne profitent pas aux petits fermiers pauvres des pays en développement qui n'ont pas les moyens de payer les semences et dont les terrains sont parfois rachetés par de gros exploitants comme c'est le cas en Amérique latine. De plus, ces productions sont, la plupart du temps, exportées vers les pays industrialisés où elles sont

destinées principalement à l'alimentation du bétail ainsi qu'à la production de plus en plus importante de bioéthanol.

3. L'impact environnemental

a) L'utilisation des produits phytosanitaires

L'impact de l'agriculture conventionnelle sur l'environnement est important et la biotechnologie peut être utilisée pour en réduire l'empreinte environnementale. En effet, la culture de VGM permettrait une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires, une moindre consommation de fiouls ainsi qu'une diminution des émissions de CO_2. Les VGM pourraient donc avoir une incidence positive sur le changement climatique et limiter la pollution de l'eau en particulier par les polluants azotés. Des variétés de plantes résistantes à la sécheresse devraient être commercialisées dans les années à venir. La tolérance à la sécheresse devrait avoir un impact important, principalement dans les pays en voie de développement où la sécheresse est un problème majeur. D'autre part, les VGM devraient permettre d'augmenter la productivité sur une même superficie et ainsi prévenir le besoin de déforestation et de culture sur brûlis. Cela permettrait de mieux respecter la biodiversité (James C., 2009).

Entre 1996 et 2004, d'après la revue AgBioForum (2005), les cultures de végétaux génétiquement modifiés ont contribué à réduire de façon significative l'impact environnemental de l'agriculture au niveau mondial. L'utilisation des produits phytosanitaires a diminué de 6% soit une économie de 172 000 tonnes de pesticides durant cette période. La culture de soja résistant à un herbicide a permis une diminution du volume d'herbicide pulvérisé de 41 000 tonnes, soit 4% de réduction ; l'utilisation de maïs tolérant à un herbicide ou résistant à un insecticide a entraîné une diminution de l'utilisation de pesticides de 24 000 tonnes ; la culture de coton soit résistant à un insecticide soit à un herbicide a permis une diminution de 102 000 tonnes ; et la culture de colza tolérant à un herbicide a permis une réduction de l'utilisation d'herbicide de 5 000 tonnes. Cette diminution de l'utilisation de pesticides et du nombre de pulvérisations a contribué à diminuer les émissions de CO_2, du fait de la moindre utilisation d'engins agricoles nécessaires à l'épandage. Dans le tableau 10 apparaissent les réductions de produits phytosanitaires en tonnes calculées par AgBioForum.

Cependant, la définition même d'un produit phytosanitaire peut permettre de classer les VGM résistant aux insectes comme étant eux mêmes des pesticides à part entière car c'est

la plante elle-même qui produit la toxine insecticide. Dans ce cas, le bilan de la première décennie d'utilisation des VGM est très différente, voire inversée.

Caractère de la culture	Réduction de l'utilisation externe de phytosanitaires	
	En tonnes	**En %**
Soja tolérant à un herbicide	- 41 400	- 3,8
Maïs tolérant à un herbicide	- 18 000	- 2,5
Coton tolérant à un herbicide	- 24 700	- 14,5
Colza tolérant à un herbicide	- 4 800	- 9,7
Maïs résistant à un insecte	- 6 300	- 3,7
Coton résistant à un insecte	- 77 300	- 14,7
Total	- 172 500	- 6,3

Tableau 10 : Impact des cultures de V GM sur l'utilisation des pesticides entre 1996 et 2004 (AgBioForum, 2005)

L'évolution de l'utilisation des produits phytosanitaires s'est inversée, en particulier depuis les années 2004-2005. En 2006, les quatre cinquièmes des plantations biotechnologiques mondiales étaient conçues pour résister à de fortes applications d'herbicides. En effet, le soja, le mais, le coton et le colza génétiquement modifiés pour supporter les herbicides occupaient 68% de la superficie mondiale consacrée aux cultures génétiquement modifiées et le coton et le maïs résistant à la fois aux herbicides et aux insecticides en occupaient 13%. La biotechnologie est alors une technologie essentiellement axée sur l'usage accru de pesticides.

Aux Etats-Unis, contrairement aux affirmations de l'industrie biotechnologique, des études indépendantes ont démontré que la culture des produits génétiquement modifiés à considérablement fait augmenter l'usage des produits phytosanitaires depuis 1999. Benbrook C., expert agricole nord-américain a analysé les données de l'USDA (United States Department of Agriculture) sur l'usage des pesticides en agriculture de 1996 à 2004. La conclusion de son étude est que l'adoption du soja, du maïs et du coton génétiquement modifié a fait utiliser 244 000 tonnes de pesticides en plus que si ces cultures n'avaient pas été introduites. La faible diminution de l'usage d'insecticides attribuable au maïs et au coton génétiquement modifié a été largement dépassée par l'augmentation de l'application d'herbicides aux cultures les tolérant. L'augmentation de l'utilisation d'herbicides est

principalement attribuable à l'accroissement de l'application de Roundup (glyphosate) sur les cultures Roundup Ready (c'est-à-dire tolérantes au glyphosate). Au départ, l'utilisation de glyphosate dans les cultures Roundup Ready était largement compensée par la réduction de l'usage d'autres pesticides. Pourtant, début 1999, des mauvaises herbes impossibles à éliminer avec des doses normales de glyphosate ont commencé à apparaître. Les agriculteurs ont donc été amenés à répandre davantage de Roundup. L'usage de glyphosate a été multiplié par 15 entre 1994 et 2005 dans la plupart des plantations. Il est à noter que cette tendance se poursuit : en 2006, l'utilisation de glyphosate pour le soja a augmenté de 28% par rapport à 2005 (www.lesamisdelaterre.org, 2008).

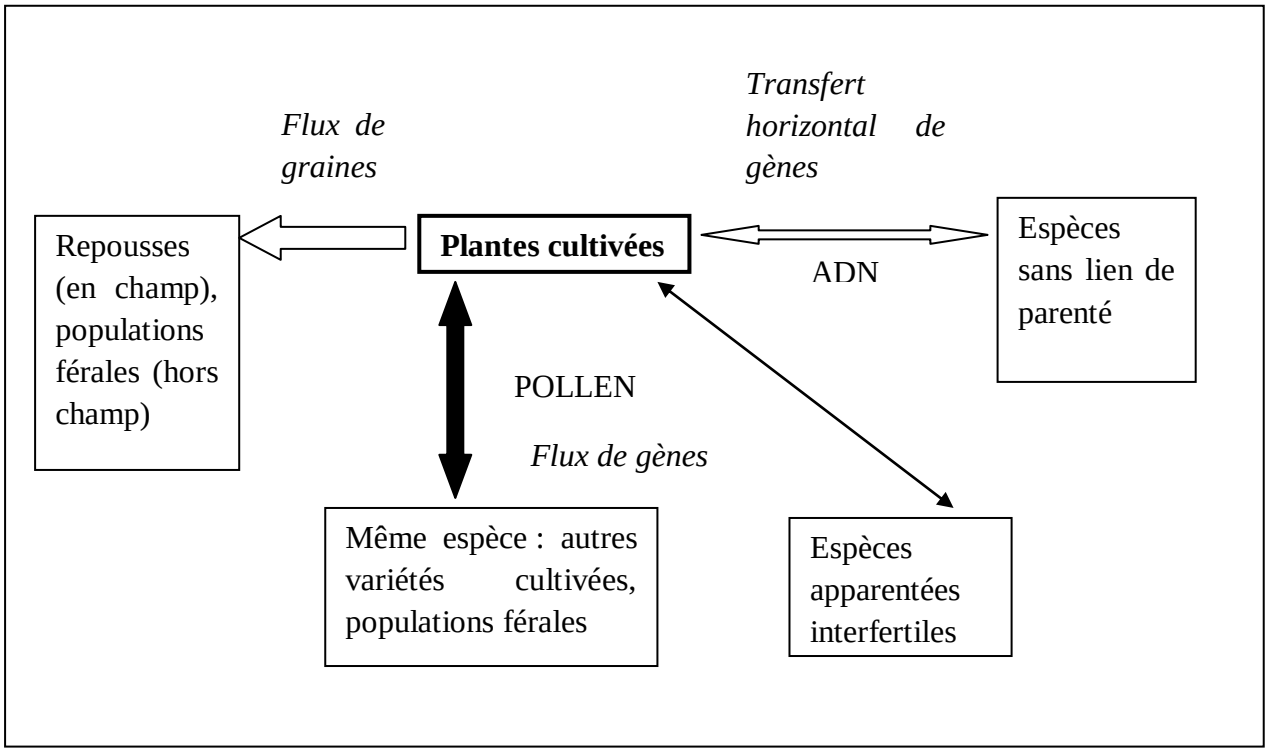
L'épandage de glyphosate a augmenté avec les cultures résistantes à cet herbicide. Or, cet insecticide a des conséquences néfastes sur l'environnement. Il s'agit d'une molécule fortement hydrosoluble et stable dans l'eau, ce qui entraîne une toxicité pour les organismes aquatiques. De plus, des applications répétées de cet herbicide entraînent, au niveau des sols, une perte de la matière organique et une diminution de la flore bactérienne accompagnée d'une acidification des sols. Or, on sait que cette vie microbienne est importante dans le processus de détoxification et de purification des eaux (www.afssa.fr, 2007).

b) La dispersion non contrôlée

Un programme de recherche européen Co-extra (Co-existence et traçabilité des cultures génétiquement modifiées et non génétiquement modifiées) visant à évaluer la coexistence des filières VGM et non VGM a été lancé en 2005. Ce programme devait être mené pendant quatre ans et était coordonné par l'INRA. L'objectif était la conception d'outils pour assurer la traçabilité des VGM tout au long de la chaîne alimentaire.

Une synthèse réalisée par des instituts de recherche européens et nord-américains en 2006 montrait que le respect des bonnes pratiques agricoles permettait d'assurer la coexistence des filières VGM, conventionnelles et biologiques : l'instauration d'une distance de séparation de 20 à 25 mètres permettrait d'assurer une présence fortuite de matériel génétiquement modifié dans les cultures conventionnelles inférieur au seuil d'étiquetage de 0,9%.

La dissémination des graines et pollens génétiquement modifiés est, d'après Lassagne F. (2007), variable mais inévitable. De plus, il est avéré qu'un gène inséré artificiellement dans une plante cultivée peut, dans certaines conditions, s'installer dans le génome d'une autre plante. La figure 8 montre les possibilités théoriques d'échange de gènes.



<u>Figure 8</u> : Possibilités théoriques d'échanges de gènes entre VGM et plants conventionnels (Kuntz M., 2006)

La dissémination des graines est variable d'une plante à l'autre. Le maïs a été domestiqué par sélection pour que ses graines restent attachées à l'épi et celles qui tombent ont peu de chance de résister à nos conditions hivernales, il y a donc peu de risque de voir un maïs génétiquement modifié pousser de manière incontrôlée. A l'inverse, le colza perd ses graines en grand nombre et il en reste de 1 000 à 6 000 par mètre carré après la récolte dont une partie peut survivre dans le sol pendant une dizaine d'années. Le risque est de voir des repousses de soja génétiquement modifié dans un champ même des années après l'arrêt de cette culture.

La dispersion du pollen s'atténue rapidement avec la distance. Elle peut se faire de 2 manières : par le vent et par les abeilles. Dans le cas de la dispersion du maïs par le vent, on constate que 90% du pollen retombent dans les 5 premiers mètres autour de la plante qui l'émet et à 50 mètres, on n'en détecte plus que 1%. Cependant, le pollen peut se disperser à des distances plus importantes, ce qu'a montré une étude de l'INRA menée par Brunet Y. (2006). Le vent peut emporter du pollen de maïs jusqu'à 1 ou 2 kilomètres d'altitude et le faire retomber à plusieurs kilomètres de distance. De plus, à 1 kilomètre d'altitude, les conditions de température et d'humidité sont plus propices à la viabilité du pollen qu'au sol et

il peut survivre plusieurs heures. La dispersion du pollen par les abeilles est difficilement modélisable. A l'échelle individuelle, l'abeille est fidèle à un type de fleur, elle butine sur une surface restreinte et retournera au même endroit. Une abeille butinant dans un champ de colza transgénique ne facilitera donc pas la dissémination du pollen vers des cultures conventionnelles. Cependant, des expériences menées en laboratoire ont montré que les abeilles peuvent s'échanger du pollen par simple contact avec une autre abeille de la même colonie : une abeille peut donc transférer du pollen venant d'un champ de culture transgénique à une autre butinant dans un champ de culture conventionnelle.

La dissémination de graines et de pollen issus de cultures génétiquement modifiées s'avère inévitable et, pour le moment, incontrôlable. La seule mesure qui peut actuellement être mise en œuvre consiste en l'instauration de distances d'isolement entre les cultures afin de limiter le flux de pollen. En France, on préconise une distance de 25 mètres entre maïs génétiquement modifié et maïs conventionnel, en Allemagne, cette distance s'élève de 150 à 300 mètres (Bellanger B., 2007).

Dans ces conditions, la coexistence entre cultures transgéniques et non transgéniques dépend principalement du seuil admis pour la présence accidentelle de VGM dans les récoltes non transgéniques, de l'espèce cultivée, de la structure des parcelles, du climat et des pratiques agricoles. Assurer la coexistence c'est, pour les agriculteurs, pouvoir choisir entre productions conventionnelle, biologique ou génétiquement modifiée, tout en respectant les normes européennes de pureté et d'étiquetage. Le respect du seuil européen de 0,9% nécessite la mise en place de mesures adaptées aux contextes agricoles et ne s'avère possible qu'à condition que le niveau d'impureté en éléments transgéniques dans les lots de semences non transgéniques ne dépasse pas 0,5% (www.inra.fr, 2007). Au niveau européen, plusieurs programmes d'études sur la coexistence entre les cultures génétiquement modifiées et les cultures conventionnelles ont été lancés. On peut citer les deux principaux : Co-Extra et SIGMEA (Sustainable Introduction of Genetically Modified Cropd into European Agriculture). Le projet SIGMEA a démarré en 2004 et rassemblé des données de 12 pays, dans le but d'éclairer les pouvoirs publics sur les impacts des VGM en agriculture. Ce programme a permis de développer une plateforme de modélisation des flux de gènes à l'échelle des paysages agricoles. On peut ainsi tester des scénarios d'introduction des VGM en tenant compte de l'effet des pratiques et du climat et étudier les flux de gènes se produisant. Ce programme donne des éléments essentiels pour définir une réglementation encadrant les pratiques professionnelles des agriculteurs pour éviter la contamination des cultures conventionnelles par les cultures de VGM. La version actuelle du programme est

opérationnelle pour le maïs et le colza et peut être facilement étendue à d'autres espèces (www.coextra.eu, 2006).

Le second programme d'étude mené par la Commission européenne, Co-Extra, concerne la coexistence et la traçabilité des filières (du producteur au consommateur) utilisant des produits génétiquement modifiés, conventionnels ou dérivés de l'agriculture biologique. Il existe trois stratégies pour assurer la coexistence au long des filières. La première consiste en l'utilisation de sites dédiés où les opérateurs peuvent séparer les produits génétiquement modifiés des non génétiquement modifiés, mais cela peut induire des surcoûts de transport ou dus à la sous utilisation d'usines. La deuxième consiste à utiliser des lignes de production séparées sur un même site, c'est une stratégie plus flexible mais pas toujours applicable. La dernière méthode est la spécialisation temporelle des lignes de transformation (alternant lots de produits génétiquement modifiés et de produits non-GM), cependant cela exige des nettoyages réguliers de l'équipement, pour éviter la contamination et donc le déclassement de lots non-GM. (www.inra.fr, 2007). La production de lots de semences en coexistence est donc possible techniquement mais nécessite des changements plus ou moins contraignants selon les cultures et par rapport aux pratiques de production actuelles. Dans le cas du maïs, les sources de contamination des cultures non transgéniques sont :

- la présence de graines GM dans les lots de semences dont l'impact est important ;
- la pollinisation croisée depuis les champs de maïs avoisinants ;
- l'utilisation partagée des outils de récoltes entre cultures transgéniques et non transgéniques qui intervient pour 0 à 0,4% dans la contamination.

Pour limiter la pollinisation croisée, il faut prévoir des distances d'isolement entre champs ou semer une bordure tampon de variétés non transgéniques autour des champs transgéniques. Des recommandations ont été établies grâce à l'utilisation d'un modèle mathématique qui a permis de tester l'efficacité de mesures de coexistence dans un grand nombre de contextes climatiques (étude SIGMEA). Des tables de décision ont ainsi pues être établies. Si le vent ne va pas de la parcelle transgénique vers la parcelle non transgénique, cette dernière est protégée des flux de pollens et les pratiques actuelles permettent de respecter le seuil maximal de 0,9% de contamination dans la récolte à condition que les semences ne comportent pas plus de 0,4% d'impuretés. En revanche, si une petite parcelle non transgénique inférieure à 5 hectares est sous le vent d'une parcelle transgénique de 15 hectares, 50 m de distance d'isolement seront nécessaires pour respecter le seuil de 0,9% si les floraisons sont concomitantes avec des semences pures, 100 m si elles contiennent entre 0,3 et 0,5% d'impuretés. Le seuil de 0,1% exigé dans certaines filières agro-alimentaires nécessiterait un

isolement minimal de 300 m et des semences pures. Pour l'agriculture biologique qui revendique une absence totale de VGM dans leurs productions, la coexistence à l'échelle locale est techniquement impossible dans la plupart des cas (www.inra.fr, 2007).

c) Les atteintes de la biodiversité

(1) La biodiversité des espèces cultivées

Il existe une possibilité de croisement entre les plantes génétiquement modifiées et les autres par reproduction sexuée, le risque de passage d'un transgène à la descendance de la plante non génétiquement modifiée est donc réel. Pour les plantes de la même espèce, le croisement entre plante GM et non-GM est aisé, même si la probabilité qu'il survienne diminue rapidement avec la distance qui les sépare. L'hybridation plante GM et plante sauvage est aussi possible. Les plantes s'autoféconDant avec leur propre pollen comme le riz ou le soja sont théoriquement à l'abri de ce phénomène, mais en pratique, des croisements entre variétés ont été observé : deux plants de riz séparés d'un mètre auraient ainsi 0,1% de chance de se féconder l'un l'autre. En ce qui concerne les croisements entre plantes cultivées et plantes sauvages, ils s'observent un peu partout faisant craindre l'apparition de plantes sauvages résistantes à un herbicide ou à un insecticide par transfert de gène. Cela est possible dans les régions de culture GM où il existe des espèces sauvages génétiquement proches des espèces GM cultivées. Ce risque est absent en France car on n'y trouve pas d'espèce sauvage proche du maïs. En revanche, il est plus important dans les pays cultivant le colza car il peut s'hybrider avec de nombreuses espèces sauvages apparentées poussant aux abords des cultures comme la ravenelle, la moutarde sauvage, la roquette, la navette. Ainsi, une étude canadienne a mesuré une fréquence d'hybridation de 7% entre colza et navette. Le devenir de la plante hybride obtenue dépend à la fois du caractère transmis et du milieu dans lequel pousse la plante, si une plante sauvage acquiert un gène de résistance à un herbicide et que l'on continue à utiliser cet herbicide l'hybride sera la seule mauvaise herbe à subsister sur le champ (Bellanger B., 2007).

Au Mexique, il existe de très nombreuses variétés locales de maïs, adaptées à la région, cultivées depuis toujours et ne nécessitant pas l'utilisation d'engrais ni de pesticides. Cependant, depuis quelques années, environs 6 millions de tonnes de grains arrivent chaque année des Etats-Unis dont 40% sont transgéniques. Ce maïs largement subventionné par l'administration américaine est vendu jusqu'à deux fois moins cher que la production locale, menaçant de la faire disparaître. En 2001, le ministère de l'environnement mexicain annonce

que des tests ont été effectués dans vingt-deux communautés paysannes et qu'il a été découvert du maïs contaminé par du maïs génétiquement modifié dans treize d'entre elles, avec un niveau de contamination compris entre 3% et 10%. Par ailleurs, d'après E. Alvarez-Buylla (une biologiste mexicaine), on peut craindre que le maïs transgénique se croise par pollinisation avec les variétés locales et que l'insertion aléatoire du transgène affecte le maïs mexicain. Des plants de maïs anormalement hauts ou présentant des épis difformes ou des feuilles inhabituelles ont déjà été repérés dans les champs de paysans et analysés en laboratoire : à chaque fois du maïs transgénique a été détecté. La contamination est donc bien réelle et menace les variétés locales (Robin M.M., 2008).

Le risque à terme est d'aboutir à une perte de la biodiversité à cause de la probabilité de contamination des cultures traditionnelles mais aussi de l'intensification de la monoculture de maïs ou de soja génétiquement modifiés sur de vastes terres débouchant inévitablement sur la disparition de nombreuses espèces et exposant au risque d'une épidémie qui toucherait la seule espèce cultivée avec la crainte que l'ensemble de la récolte soit anéantie. Quand plusieurs espèces sont cultivées, certaines résisteront mieux aux virus, bactéries, insectes ou autres ravageurs que d'autres, limitant ainsi le risque de diffusion d'une maladie.

(2) Les effets sur la faune

Certaines plantes sont génétiquement modifiées pour qu'elles produisent leur propre insecticide pour se défendre contre certains insectes nuisibles. La toxine peut se retrouver dans toutes les parties de la plante, dont le feuillage, les racines et le pollen. Dans ces conditions, la question des risques encourus par les insectes se pose. Le maïs *Bt* a été génétiquement modifié pour produire une protéine toxique pour la pyrale du maïs. Une étude publiée en 1999 dans Nature suggère que la protéine *Cry* présente dans le pollen de maïs *Bt* nuit aux larves du papillon monarque. Mais les conclusions de cette étude, réalisée seulement en laboratoire, ont par la suite été remises en question par des recherches en champ selon lesquelles la protéine *Cry* n'a pas plus d'effet que les autres insecticides sur les larves de ce papillon. Les insectes non-cibles sont plus nombreux dans les champs de maïs et de coton *Bt* que dans les champs de maïs et de coton conventionnels traités aux insecticides mais ils sont moins nombreux que dans les champs conventionnels non traités. Cependant, des suivis sur de plus longues périodes sont nécessaires pour conclure quant-au risque induit par la protéine *Cry* par rapport aux autres insecticides pour les insectes et pour les organismes du sol (www.ogm.gouv.qc.ca, 2008).

(3) Les effets sur les populations bactériennes du sol

Des chercheurs du CNRS (Centre National de Recherche Scientifique) ont évalué l'impact de la culture de plantes transgéniques sur la microflore bactérienne du sol. L'étude a porté sur les micro-organismes de la rhizosphère associés aux racines de lotier (*Lotus corniculatus*) modifié génétiquement pour que ses racines produisent des substances inhabituelles. Le lotier est une petite légumineuse voisine de la luzerne utilisée comme plante fouragère. Les gènes introduits proviennent de la bactérie *Agrobacterium tumefaciens* qui infecte naturellement les végétaux et induit l'apparition d'excroissances. Ces gènes entrainent la synthèse d'opines que l'on retrouvera dans les exsudats racinaires des lotiers modifiés. Lors de la culture de ces plantes, on constate une forte augmentation des densités des communautés bactériennes au voisinage des lotiers producteurs d'opines. Dans la suite de l'expérience, les lotiers ont été éliminés du site de culture. Cela entraine une réduction des densités des communautés bactériennes utilisatrices des opines mais ne conduit pas à leur régression totale (www.cnrs.fr, 2000).

d) VGM et alimentation animale

L'utilisation des VGM dans l'alimentation animale concourt à contaminer la chaine alimentaire et entraine un défaut de traçabilité.

Depuis 2004 et l'entrée en vigueur d'une nouvelle réglementation européenne sur l'étiquetage, l'alimentation animale doit aussi être étiquetée si elle contient des ingrédients et/ou additifs composés à plus de 0,9% de VGM. L'éleveur sait donc aujourd'hui si l'alimentation qu'il donne à ses bêtes contient des VGM ce qui n'était pas le cas avant ce nouveau règlement. Cependant, à l'heure actuelle, il n'existe aucune obligation d'étiquetage des produits animaux ou provenant d'animaux nourris avec des VGM. Cela concerne un grand nombre d'aliments : la viande, le lait, les œufs, le beurre, la crème, ainsi que les plats préparés, les biscuits, les aliments pour bébés…etc. Au total, 80% des VGM entrent dans la chaine alimentaire par le biais de l'alimentation animale, à l'insu du consommateur qui n'a aucun moyen de savoir si le produit qu'il consomme provient d'animaux nourris aux VGM (www.greenpeace.org, 2008).

4. Les incertitudes sur la santé humaine

A l'heure actuelle, il n'existe, sur le marché mondial, aucune variété dont les caractéristiques ont été génétiquement modifiées en vue d'une amélioration de ses qualités

sanitaire ou nutritionnelle. Pourtant, l'amélioration de ces critères est, depuis longtemps, promis par les firmes développant des plantes génétiquement modifiées. Cependant, d'après James C. en 2008, une huile enrichie en oméga 3 et le riz doré enrichi en provitamine A devraient être autorisés d'ici 2012.

Les risques sanitaires concernant les plantes transgéniques sont en cours d'évaluation ou sont occultés par les firmes commercialisant ces plantes.

a) Le risque allergique

Depuis quelques années, on a observé une augmentation très forte des risques d'allergies alimentaires. Ce risque existe pour les aliments génétiquement modifiés puisqu'un gène nouveau va induire la production d'une nouvelle protéine potentiellement allergisante. Cependant, ce risque potentiel sera a priori le même pour tout aliment nouveau ou pour toute espèce nouvelle produite par des méthodes non-transgéniques. De plus, il faut signaler que le stockage prolongé, le chauffage, la fermentation peuvent augmenter l'allergénicité d'une protéine. Actuellement, le risque allergique lié à la consommation de plantes transgéniques est peu évalué. L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) et la FAO (Food and Agriculture Organization ou organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) ont confirmé l'intérêt de l'évaluation du risque allergique de la protéine codée par un gène issu d'une source allergène. Il faut comparer sa séquence avec celle de protéines allergènes figurant dans des banques de données. Il faut aussi étudier la dégradation de la protéine par digestion enzymatique et rechercher une liaison éventuelle entre cette protéine transgénique et les sérums de sujets allergiques à la plante dont est issu le gène ou des allergènes du même groupe. En France, Monneret-Vautrin D., spécialiste des allergies du CHU de Nancy, a proposé d'analyser le risque d'allergénicité croisée de la protéine transgénique avec les allergènes existant et d'analyser le risque de modification de l'allergénicité des protéines de la plante transgénique (Sénat, rapport 2005).

Deux exemples documentent le risque d'allergénicité d'une protéine transgénique, le risque de modification d'allergénicité de cette protéine par modification de son métabolisme et le risque de néo-allergénicité. Le premier exemple est la mise en évidence de l'allergène majeur de la noix du Brésil dans un soja transgénique et la détection d'un allergène mineur quasiment inexistant dans la noix du Brésil s'accumulant suite à la modification du métabolisme de la protéine précurseur de l'albumine 2S. Ce soja n'a pas été commercialisé, et démontre la nécessité de faire porter les évaluations sur les allergènes majeurs et mineurs si la source d'origine du gène est allergénique. L'autre exemple est le maïs transgénique Starlink

destiné à l'alimentation animale et ayant contaminé l'alimentation humaine et principalement retrouvé dans les corn-flakes et les chips destinés aux consommateurs américains. Ce maïs présente une protéine Cry 9c thermorésistante et non dégradée par les protéases. Cette protéine entraine une réponse immunitaire observée dans le monde animal et des cas humains d'allergie à cette protéine ont été observés (Rérat A., 2003).

La voie d'exposition aux allergènes alimentaires est principalement digestive, mais la sensibilisation peut aussi être respiratoire, soit aux mêmes allergènes, soit à de nombreux pollens. L'évaluation de l'allergénicité des plantes génétiquement modifiées doit donc tenir compte de la possibilité d'exposition respiratoire aux pollens de ces végétaux et ce d'autant plus que la teneur des pollens en protéine transgénique pourrait être très supérieure à celle des graines consommées. Il serait donc essentiel de pouvoir prédire l'allergénicité d'une protéine. Or, ni la structure primaire, ni la structure tridimensionnelle ne le permette actuellement. Afin d'évaluer le risque allergique des plantes transgéniques, le comité FAO et l'OMS en 2001 conseillaient la mise en place d'une structure d'allergovigilance alimentaire. Cette surveillance nécessite la connaissance par les spécialistes allergologues des caractéristiques des protéines transgéniques à surveiller, des types d'aliments les contenant, de leur quantité par unité de poids de l'aliment. Les organismes officiels auront à valider les tests de détection et à garantir la traçabilité (Rérat A., 2003). En France, un réseau d'allergovigilance a été mis en place suite aux propositions de l'OMS et de la FAO. Les objectifs de ce réseau sont de référencer les cas d'anaphylaxie alimentaire grave, de réaliser des études prospectives ou rétrospectives sur certaines allergies alimentaires et d'évaluer le risque allergique des nouveaux aliments dont les VGM. En 2006, on recensait la participation de 532 allergologues déclarant sur le territoire français (www.afssa.fr, 2008).

b) Le risque de développement d'une résistance aux antibiotiques

Lorsque le gène marqueur utilisé est un marqueur de résistance à un antibiotique, la crainte est de voir ce gène transmis de la variété transgénique aux bactéries de l'intestin de l'homme, ce qui contribuerait à créer des bactéries résistantes aux antibiotiques. Pour que cela se produise, il faudrait que le fragment transgénique soit conservé, que sa séquence soit homologue à celle de l'ADN bactérien, que des bactéries transformables soient présentes, et enfin que le gène soit exprimé. Or, au cours de la digestion, l'ADN est dégradé en fragments

de l'ordre de 100 à 600 paires de bases, plus petits qu'un gène bactérien comprenant au moins 1 000 paires de bases. La probabilité de conservation du gène intact est donc faible et le risque n'a jamais été démontré ce qui ne prouve pas qu'il n'existe pas. A noter que l'utilisation de ces marqueurs bactériens est actuellement interdite en France pour les cultures commerciales (Gallais A. Ricroch A., 2006).

c) Le risque de toxicité des VGM

(1) Le risque lié à l'ingestion d'insecticide

La majorité des VGM cultivés dans le monde sont soit tolérants à des herbicides, soit producteurs d'insecticides. En ce qui concerne les plantes produisant des insecticides, aucune évaluation du tonnage à l'hectare de pesticide contenu dans les plantes et de la quantité de résidus présente dans les sols après la récolte n'a été réalisée. En ce qui concerne la relation VGM, pesticides et santé, aucune recherche n'est ou n'a été menée (www.criigen.org, 2005). Dans les évaluations sur les quantités de produits phytosanitaires utilisées, la quantité d'insecticide produit par la plante devrait être ajoutée à la quantité d'insecticide répandue sur le champ. Par ailleurs, le pesticide produit par le végétal est un élément constitutif de la plante, à la différence d'une plante non génétiquement modifiée sur laquelle on aura pulvérisé un insecticide systémique qui sera métabolisé dans les feuilles. Dans ces conditions, il faudrait évaluer cette plante à la fois comme pesticide et comme VGM. Au niveau de l'Union Européenne, l'innocuité des produits phytosanitaires doit être évaluée : risques liés aux propriétés physiques et chimiques de la substance active ; toxicité pour l'homme ; risque pour la faune et la flore ; résidus dans les végétaux, les produits de transformation et les denrées d'origine animale ; devenir de la substance et son comportement dans l'environnement (www.infogm.org, 2008). Une étude menée sur des souris nourries exclusivement avec du soja tolérant au glyphosate pendant une durée de 1 à 5 mois a été menée en Italie par Biggiogera en 2004. Les testicules des souris présentent une modification de l'activité enzymatique et une synthèse de protéines accrue. Des effets sur les cellules du foie avec des modifications des composants des noyaux des cellules impliqués dans la synthèse des protéines ont également été mis en évidence. Ces effets peuvent être dus soit à la modification génétique, soit au glyphosate épandu sur les cultures (Noisette C., 2004).

(2) Toxicité du maïs MON 863

Le maïs MON 863 est génétiquement modifié pour résister à la chrysomèle grâce à une toxine de *Bacillus thuringiensis* à la différence des autres variétés de maïs transgéniques commercialisées qui produisent une autre toxine destinée à la pyrale du maïs. Une étude portant sur ce maïs met en évidence des signes de toxicité hépatique et rénale. Il s'agit d'une contre-expertise de l'étude réglementaire ayant permis la commercialisation du maïs MON 863 réalisée par la compagnie Monsanto sur 400 rats nourris par ce maïs génétiquement modifié pendant 90 jours. Les symptômes découverts au cours de cette contre-expertise ont été mis en évidence par rapport à des rats témoins de même souche génétique, du même âge et élevés dans des conditions identiques avec un régime de composition chimique équivalente mais sans la toxine *Bt*. L'analyse des résultats montre, en moyenne chez les femelles, une prise de poids, une augmentation significative de la glycémie et des graisses dans le sang, une augmentation relative du poids du foie et des dérèglements du fonctionnement rénal. A l'inverse, les mâles ont perdu du poids, et on note une perte de poids des reins par rapport au poids du corps et l'apparition de néphropathies. Certains marqueurs du fonctionnement hépatique sont également touchés. Les variations de poids des animaux ainsi que les données urinaires n'ont pas été étudiées statistiquement par Monsanto. Les statistiques n'ont pas été approfondies et leurs protocoles sont très discutables. L'ensemble de ces éléments est suffisant pour exiger d'autres études, une poursuite des tests au-delà de 90 jours et sur d'autres espèces que le rat pour pouvoir trancher quant-à la toxicité du maïs MON 863 (www.criigen.org, 2007).

(3) Pommes de terre génétiquement modifiées pour produire des lectines et toxicité chez le rat

Une étude sur des pommes de terre génétiquement modifiées pour produire une protéine insecticide (www.actionbioscience.org, 2008), la lectine, efficace contre les pucerons a été menée par A. Pusztai et al (2003). Cette étude, commanditée par le ministère écossais de l'agriculture, a été réalisée sur le tube digestif entier des rats nourris durant 10 jours avec différents régimes de pommes de terre crue ou boullie contenant la même quantité de protéines et d'énergie. Quatre groupes de rats ont été utilisés : le groupe contrôle nourri avec des pommes de terre traditionnelles, deux groupes expérimentaux dans lesquels les rats sont nourris avec des pommes de terre transgéniques issues de deux lignées différentes et un dernier groupe nourri avec des pommes de terre conventionnelles auxquelles on a ajouté de la

lectine naturelle. L'examen au microscope d'échantillons d'estomac, d'intestin grêle et de gros intestin a révélé des proliférations cellulaires sur la majeure partie du tube digestif dans le cas du régime composé des pommes de terre transgéniques alors que cela n'a pas été constaté dans les groupes contrôle. Cette différence se manifesta de manière la plus flagrante dans l'intestin grêle des rats nourris de pommes de terre transgéniques crues et dans une moindre mesure chez les rats nourris avec des pommes de terre transgéniques cuites. Ni cela, ni la stimulation correspondante du système immunitaire de l'intestin grêle ne peuvent être imputés à la lectine, produit du transgène, mais est probablement dû à un effet inconnu d'autres parties de la construction génétique utilisée pour la modification génétique ou bien aux effets de leur insertion dans le génome de la pomme de terre par modulation de la fonction des gènes ou encore à la modification génétique en elle-même.

(4) Tomates flv-savr et toxicité sur les rats

Une étude a été menée par la FDA (Food and Drug Administration, l'agence américaine de sécurité des aliments et médicaments) sur les tomates transgéniques flv savr mais les résultats n'ont jamais été publiés. Cette étude comprenait une expérience de nutrition de rats pendant 28 jours. Les rats mâles et femelles recevaient une alimentation normale, ainsi qu'une dose journalière de purée de tomate transgénique pour le groupe d'essai et non transgénique pour le groupe de contrôle. La validité de ce test est contestable car les tomates ne constituent pas un aliment complet pour les rats. Cependant, l'évaluation histologique de l'effet direct sur l'estomac des tomates transgéniques, comparé à celui des tomates non transgéniques, indiquait une augmentation de l'érosion des glandes de l'estomac chez sept sujets femelles sur vingt, mais aucune parmi les rats du groupe de contrôle ou parmi les mâles. Ces femelles présentaient des lésions stomacales nécrotiques à points rouges sombres. Ces lésions pourraient avoir des conséquences chez les humains telles que des hémorragies susceptibles de mettre la vie de personnes âgées en danger. La FDA n'a plus jamais requis, depuis, d'évaluation nutritionnelle et toxicologique pour aucun autre aliment transgénique (Pusztai A., 2003). Cela n'est pas étonnant si on sait que les dirigeants de la FDA et ceux de Monsanto ont été interchangeables ces dernières années (The Future of Food, 2005).

(5) Pommes de terre transgéniques et toxine Bt

Une étude histologique au microscope électronique a été menée sur la partie inférieure de l'intestin grêle de souris nourries avec des pommes de terre génétiquement modifiées,

porteuses du gène de la toxine CRY1 de *Bacillus thuriengensis* (Bt). Les résultats ont montrés que le principe actif du Bt et, dans une moindre mesure, la pomme de terre Bt provoquaient toutes les deux la rupture, le gonflement et la multiplication des noyaux des cellules de la surface de l'intestin et augmentaient leur auto-dégradation. Cependant, il a été noté des erreurs dans la conception du protocole expérimental de cette étude. Il serait donc nécessaire que soient faits des tests approfondis sur l'ensemble des nouveaux types d'aliments génétiquement modifiés pour éviter les risques avant leur mise sur le marché (Pusztai A., 2003).

(6) Etude sur la survivance de transgènes chez l'homme

La seule étude réalisée chez l'homme visait à établir si un gène marqueur de résistance antibiotique peut survivre dans l'intestin et s'il peut être repris par des bactéries intestinales. L'expérience nécessitait sept patients ayant subi une iléostomie, c'est-à-dire une ablation du gros intestin remplacé par une poche externe reliée à l'extrémité inférieure de l'intestin grêle. Ces patients reçurent un repas unique contenant du soja génétiquement modifié. La chaîne complète d'ADN fut détectée chez tous les sujets et chez trois d'entre eux à un niveau significatif. L'ADN du transgène n'a pas été retrouvé dans les selles. L'agence britannique des normes alimentaires déclare que dans des conditions de vie réelles avec des volontaires humains, aucun matériel transgénique n'a survécu au passage du tube digestif entier. Ce fait est exact mais dépourvu de signification car la question n'est pas de savoir si la digestion humaine dégrade entièrement l'ADN mais de savoir si un fragment d'ADN est susceptible d'être transféré par l'intermédiaire de la digestion à des bactéries dans le tube digestif (Pusztai A., 2003).

B. La législation européenne et française

Les études contradictoires se multiplient dans de nombreux pays et la France ainsi que d'autres pays de l'Union européenne et sous la pression médiatique a dû prendre des dispositions législatives vis-à-vis des VGM.

1. Le principe de précaution

On distingue deux types de risques : les risques avérés et les risques potentiels. Le principe de précaution s'applique quand il existe des incertitudes scientifiques importantes. « Le principe de précaution ne se fonde pas sur le risque zéro mais a pour but de parvenir à un niveau plus bas ou plus acceptable de risques ou de dangers. Il relève de la responsabilité de l'Etat qui doit intervenir dès que la sécurité pour l'environnement ou la santé humaine ou animale est menacée : il s'agit d'une politique de gestion des innovations » (Comission Mondiale d'Ethique des connaissances Scientifiques et des Technologies COMEST, 2005).

Le principe de précaution a été repris dans la Déclaration de Rio publiée le 13 juin 1992 à l'issue de la deuxième Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (www.ecologie-gouv.fr, 2004). La France applique ce principe dés 1995 avec la loi Barnier et le développe dans le grenelle de l'environnement de 2007 (www.legifrance.fr, 2008).

Pour étudier les données scientifiques contradictoires, des agences indépendantes d'évaluation des risques sanitaires ont été créées :

- l'INVS (Institut National de Veille Sanitaire) qui a un rôle de surveillance et d'étude épidémiologique de l'état de santé de la population et d'évaluation de risque,
- l'AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments) dont la mission est d'évaluer les risques nutritionnels et sanitaires des aliments de la production à la distribution au consommateur,
- l'AFSSE (Agence Française de Sécurité Sanitaire Environnementale) qui contribue à assurer la sécurité sanitaire et évaluer les risques sanitaires dans le domaine de l'environnement (Gallais A. Ricroch A., 2006).

2. La réglementation actuelle

a) Au niveau européen

Les premières directives de la CEE (Communauté Economique européenne) voient le jour en 1990 et concernent, en particulier, la dissémination volontaire des VGM. En droit communautaire, la directive 90/220/CE oblige chaque Etat membre à « avoir des bases juridiques pour l'expérimentation et la commercialisation des organismes génétiquement modifiés et demande une évaluation des risques pour la santé et l'environnement ». Depuis

1990, les lois et décrets d'application se succèdent en ce qui concerne les VGM et leurs autorisations de mise sur le marché (journal officiel des Communautés européennes, 2001).

b) En France

La loi du 13 juillet 1992 instaure la création de deux commissions afin de permettre l'application des directives européennes. La commission du génie génétique (CGG) est chargée d'évaluer les risques que présentent les VGM et d'évaluer les procédés d'obtention et les risques générés par l'utilisation de la technique de transgénèse par elle-même. La commission d'étude de la dissémination des produits issus du génie biomoléculaire (CGB) est chargée de l'évaluation des risques lié à la dissémination de VGM D'autre part, cette loi définit les conditions et les autorisations de mise sur le marché des VGM après examen des risques (www.legifrance.gouv.fr, 2008).

La loi 2008-595 (annexe 1) a été adoptée à la suite du grenelle de l'environnement qui s'est tenu de juillet à septembre 2007. Les objectifs de ce grenelle était : la lutte contre le changement climatique et la maitrise de la demande d'énergie, la préservation de la biodiversité et des ressources naturelles, l'instauration d'un environnement respectueux de la santé, l'adoption de modes de production et de consommation durables, la construction d'une démocratie écologique et la promotion des modes de développement écologiques favorables à l'emploi et à la compétitivité. La problématique des VGM a donc été abordée, aboutissant à la promulgation d'une loi votée le 25 juin 2008. Les objectifs du grenelle sur la question des VGM sont :

- le renforcement des connaissances et de la recherche publique sur les organismes génétiquement modifiés et les biotechnologies ;
- la mise en place d'une haute autorité sur les biotechnologies ;
- l'adoption de la loi sur les biotechnologies mettant l'accent sur la responsabilité, le principe de précaution, la transparence et l'information, le libre choix de produire et de consommer sans VGM (www.legrenelle-environnement.fr, 2008).

La loi 2008-595 développe trois points principaux :

- elle crée un haut conseil des biotechnologies remplaçant la CGG (commission du génie génétique) et la CBG (commission du génie biomoléculaire) avec un rôle d'avis sur toute question concernant les biotechnologies et les demandes d'autorisations.
- elle instaure le principe de la responsabilité des exploitants agricoles et des distributeurs de semences en cas de dissémination non voulue de VGM dans l'environnement.

- elle crée un comité de surveillance biologique du territoire dont le rôle est de « s'assurer de l'état sanitaire des végétaux et d'évaluer l'apparition d'effets non intentionnels des pratiques agricoles sur l'environnement » (www.legifrance.gouv.fr; 2008).

3. La biovigilance : évaluation de l'impact environnemental

La biovigilance consiste en un dispositif assurant la surveillance biologique des cultures de végétaux mis sur le marché afin d'évaluer d'éventuels effets indésirables, non attendus, sur l'environnement. Cette surveillance biologique du territoire est encadrée par la loi d'orientation agricole n° 99-574 du 9 juillet 1999. Elle consiste en une surveillance des variétés transgéniques en développement qui peuvent potentiellement présenter des risques encore inconnus ou hypothétiques tels que le risque d'atteinte à la biodiversité. La production et la culture de ces variétés seront encadrées afin d'anticiper toute apparition de risque pour la santé ou pour l'environnement.

Les objectifs sont :

- d'assurer une traçabilité des semences de variétés transgéniques,
- de collecter des informations sur le comportement des variétés génétiquement modifiées et sur d'éventuels effets non intentionnels,
- d'assurer un suivi des possibilités d'apparition d'effets néfastes sur l'environnement lors de l'utilisation à grande échelle des variétés transgéniques.

Un comité de biovigilance sera mis en place. Il pourra émettre des avis sur les protocoles de suivi des risques théoriques et la mise en œuvre de ces protocoles, sur les conclusions des expérimentations mises en place, sur la synthèse des observations réalisées avec les variétés génétiquement modifiées, des propositions de mesures correctives. De plus, un réseau de surveillance du territoire est mis en place auquel doivent participer le responsable de la mise sur le marché, le distributeur et l'utilisateur de ces plantes génétiquement modifiées (www.ogm.cetiom.fr; 2007).

4. L'information du consommateur : traçabilité et étiquetage

La directive 2001/18/CE « exige que les Etats membres de l'Union Européenne prennent les mesures nécessaires pour garantir la traçabilité et l'étiquetage des produits dérivés ou contenant des plantes génétiquement modifiées autorisés à tous les stades de leur mise sur le marché » (journal officiel de l'Union européenne, 2003).

a) L'étiquetage

L'information des consommateurs est indispensable et a été longtemps réclamée par les ONG et passe par la nécessité de mettre en place un étiquetage des produits dérivés ou issus de végétaux génétiquement modifiés. Les citoyens souhaitent avoir le droit de choisir entre un aliment issu de plantes transgéniques et un aliment issu de plantes non transgéniques, c'est la liberté de choix du consommateur.

L'étiquetage a été rendu obligatoire à l'échelle européenne par le règlement CE 1830/2003 « de manière à garantir que les opérateurs et les consommateurs disposent d'informations précises qui leur permettent d'exercer de manière effective leur liberté de choix, et qui permette le contrôle et la vérification des indications figurant sur les étiquettes » (journal officiel de l'Union européenne, 2003).

Ce cadre réglementaire permet de répondre aux questions relatives aux :

- aliments issus de VGM destinés à la consommation humaine,
- produits dérivés de VGM destinés à la consommation,
- additifs, arômes et dérivés, produits par des microorganismes génétiquement modifiés, ou enzymes produites par des VGM,
- aliments issus de VGM destinés à la consommation animale.

Ce règlement rend obligatoire l'étiquetage des aliments génétiquement modifiés ou produits à partir de VGM destinés à l'alimentation humaine et animale :

- l'étiquetage est obligatoire au-dessus d'un seuil de présence fortuite de 0,9% pour les produits génétiquement modifiés non transformés,
- la présence fortuite pour des VGM évalués mais pas encore autorisés est de 0,5% ; au-delà, la mise sur le marché est interdite,
- les denrées et aliments pour le bétail doivent être étiquetés, ils concernent l'agriculteur et non le consommateur,
- la traçabilité s'impose pour les VGM destinés à l'alimentation humaine; les documents d'accompagnement doivent préciser la liste des matières premières issues de VGM lorsqu'il y a mélange et ces documents doivent être conservés cinq ans,
- dans le cas de produits élaborés à partir de VGM, doit être précisée l'origine de chaque ingrédient alimentaire produit à partir de VGM même s'il n'existe plus aucune trace décelable de VGM dans le produit final,

- ces produits doivent être notifiés aux collectivités comme les hôpitaux, les restaurants, les cantines… même s'il n'existe plus, du fait de la transformation, de trace d'ADN dans le produit final.

Les mentions portées sur l'étiquette sont règlementées (Gallais A. Ricroch A., 2006) :
- lorsque la denrée alimentaire consiste en plusieurs ingrédients, la mention « génétiquement modifié » ou « produit à partir de [nom de l'ingrédient] génétiquement modifié » figure entre parenthèses, immédiatement après le nom de l'ingrédient concerné, dans la liste des ingrédients,
- lorsque l'ingrédient est désigné par le nom d'une catégorie, la mention « contient [nom de l'organisme] génétiquement modifié » ou « contient [nom de l'ingrédient] produit à partir de [nom de l'organisme] génétiquement modifié » figure dans la liste des ingrédients,
- en l'absence de liste des ingrédients, la mention « génétiquement modifié » ou « produit à partir de [nom de l'organisme] génétiquement modifié » apparaît clairement sur l'étiquetage.
L'étiquetage impose que l'on puisse garantir le taux de VGM en dessous du seuil fixé et cela passe par un contrôle de toutes les étapes de la production à la distribution et donc la mise en place d'une traçabilité.

L'étiquetage des produits dérivés de VGM est complexe. Dans le but de mieux informer le consommateur et de l'aider à faire son choix avec un maximum de clarté, l'ONG Greenpeace édite chaque année un « guide des produits avec ou sans OGM » (annexe 2) (www.greenpeace.org, 2009)

b) La traçabilité

Le règlement CE 1830/2003, définit la traçabilité comme « la capacité de suivre des organismes génétiquement modifiés à tous les stades de leur mise sur le marché, le long de la chaîne de production et de distribution ». La traçabilité permet donc le suivit de la semence aux produits alimentaires, y compris les denrées alimentaires hautement raffinées comme l'huile extraite de colza génétiquement modifié, la farine produite à partir de maïs génétiquement modifié ou la lecithine extraite de soja génétiquement modifié (www.senat.fr, 2007). Elle permet d'identifier les failles du système, qu'elles soient dans la définition des normes, ou dans la mise en application de ces normes. Elle est d'autant plus nécessaire qu'il s'agit d'une technologie nouvelle et qu'il ne sera possible d'en connaître les éventuels effets indésirables qu'à long terme : seule la connaissance de l'origine des produits consommés pourra permettre, d'établir rétrospectivement une corrélation entre la consommation d'un

produit et la survenue d'une maladie avec une fréquence anormalement élevée (Houdebine L.M., 2003). Pour identifier des produits génétiquement modifiés ou dérivés de VGM à chaque étape de leur mise sur le marché, le règlement CE 1830/2003 impose la transmission et la conservation d'informations de tous les opérateurs et tout au long des filières indiquant que des produits contiennent des VGM ou sont des VGM. Par la tenue de registres d'entrée et de sortie des marchandises, les informations sont conservées pendant une durée de cinq ans pour faciliter l'identification, la détection et la surveillance des VGM concernant les denrées alimentaires et les aliments pour animaux. Pour garantir un taux de VGM inférieur à 0,9%, toutes les étapes de la production à la commercialisation des produits doivent être contrôlées et il est exigé moins de 0,9% de résidu de VGM à chacune des étapes (journal officiel de l'Union européenne, 2003).

c) Techniques d'analyse et de détection des OGM

Le règlement 1139/98/CE, ensuite remplacé par le règlement 1829/2003/CE, définit les méthodes de détection de la présence de VGM. Ces méthodes sont basées soit sur la recherche de la protéine codée par le transgène, soit sur la recherche d'ADN du transgène dans les produits.

(1) Recherche de la protéine codée par le transgène

La recherche des protéines codées par le transgène suppose que ces protéines recombinantes soient exprimées en quantité suffisante pour être détectables par des méthodes immunochimiques et qu'elles n'aient pas été dégradées. Cette méthode est donc réservée à la détection de présence de VGM dans les produits frais ou peu transformés. La recherche de ces protéines ne permet pas de déduire quel transgène est présent car une même protéine recombinante peut être produite par des transgènes différents. Cependant, cette méthode a l'avantage d'avoir un coût plus faible que les méthodes basées sur la recherche de séquences d'ADN.

(2) Recherche de l'ADN du transgène

La recherche de séquences d'ADN cibles, spécifiques des VGM, utilise, principalement, la PCR (Polymerase Chain Reaction) c'est-à-dire l'amplification de séquences nucléiques. La réalisation de la PCR nécessite l'extraction d'un ADN de bonne qualité, non dégradé et présentant des fragments d'une taille supérieure à celle du transgène à identifier.

Cela ne pose pas de problème pour les produits frais mais, en ce qui concerne les produits transformés, l'ADN est soit très difficile à extraire car fortement lié à certaines molécules, soit dégradé. En effet, les nombreux traitements physiques et biologiques peuvent rendre l'ADN inextractible ou le dégrader de manière irréversible. C'est donc principalement avant transformation que devront porter les contrôles.

La PCR est une méthode permettant d'amplifier un très grand nombre de fois une séquence d'ADN grâce à une enzyme, une polymérase thermophile. Il faut disposer d'amorces spécifiques de la séquence d'ADN à amplifier. On dispose de deux types de séquences : des séquences permettant le criblage des produits et des séquences permettant l'identification de la lignée transgénique. Les séquences utilisées pour le criblage se retrouvent dans la plupart des plantes transgéniques et ne peuvent donc pas servir à la quantification. En effet, les transgènes utilisés font souvent intervenir le promoteur constitutif P35S du virus de la mosaïque du chou-fleur, ou un terminateur connu de type T-NOS (issu d'*Agrobacterium*), dont on connaît la séquence ; il est donc possible d'en avoir des amorces pour une recherche par PCR. Il est alors évident qu'une non amplification ne signifiera pas forcément l'absence d'ADN transgénique si d'autres promoteurs ont été utilisés. La solution pour permettre ces contrôles est donc de disposer d'amorces correspondant aux transgènes commercialisés. Pour cela, les autorisations de mise sur le marché doivent être accompagnées d'un dépôt d'amorces spécifiques du transgène (Directive 90/220/CE). Les séquences utilisées pour cette quantification sont les séquences des fragments de bordure, c'est-à-dire les fragments d'ADN faisant la jonction entre le génome de la plante et le transgène. En effet, les séquences de la partie codante peuvent être communes à plusieurs variétés transgéniques.

Une PCR quantitative permet d'estimer le pourcentage d'OGM dans un produit. Cette méthode est basée sur une amplification simultanée de la séquence recherchée et d'une séquence interne témoin. Le rapport entre les quantités amplifiées de la séquence recherchée et de la séquence interne donne le nombre de copies de la séquence recherchée dans l'échantillon étudié. Pour passer au pourcentage d'OGM, on fait le rapport entre le nombre de copies de la séquence dans une quantité donnée d'ADN et le nombre de copies d'une séquence spécifique de l'espèce étudiée dans la même quantité d'ADN. Cette technique permet de détecter des taux de 0,01%.

Dans l'idéal, le protocole de détection et d'identification devrait concerner aussi bien les produits bruts que les produits finis et donc être applicable à tous les stades et à tous les processus industriels.

5. Le problème de la brevetabilité du vivant

Il est important d'aborder la question de la brevetabilité du vivant. En effet, la commercialisation des VGM par les industriels repose sur ce postulat. Si les semences n'étaient pas brevetables, elles seraient conservables et réutilisables par les agriculteurs et n'auraient pas d'intérêt économique pour les industries agro-chimiques.

La question de la brevetabilité du vivant en général et des brevets déposés par les firmes sur les VGM a été abordée par le sénat en 2001.

a) Les conditions de délivrance des brevets

La délivrance d'un brevet nécessite que l'invention concernée réponde à plusieurs critères :

- **la nouveauté** : en France, la nouveauté est une condition impérative de la possibilité de breveter et toute publicité donnée à l'invention antérieurement au dépôt rend le brevet nul, ce n'est pas le cas aux Etats-Unis où existe la règle de la « période de grâce » selon laquelle l'inventeur a le droit, pendant un délai d'un an à partir de la date de dépôt de sa demande de brevet, de tester, d'utiliser, d'offrir à la vente ou de vendre son invention sans que ces actes lui fassent perdre son caractère de nouveauté ;
- **l'activité inventive** ;
- **l'application industrielle**.

b) Les effets des brevets

Le principal effet des brevets est de conférer à leurs titulaires le droit de s'opposer à toute exploitation de l'invention par un tiers en donnant un monopole temporaire d'exploitation de vingt ans au terme duquel l'invention tombe dans le domaine public.

c) Le vivant et la brevetabilité

(1) Le cas des Etats-Unis

Le vivant n'a jamais été formellement exclu de la brevetabilité. Cette exclusion existait de façon tacite sans jamais avoir été formulée dans les textes. Dans le domaine des plantes, cela a été remis en cause aux Etats-Unis dés 1930 avec le vote du *Plant Patent Act* sur la protection des variétés végétales qui a introduit une distinction entre les produits de la nature vivants ou non et l'activité de l'homme. Il y a d'un côté la nature vivante ou non

obéissant à ses propres programmes et l'activité humaine qui peut les modifier. En 1960, d'autres mesures sont prises pour protéger les résultats des recherches phytogénétiques. La combinaison permet, aux Etats-Unis, de prendre l'équivalent des certificats d'obtention végétale ainsi que des brevets et cela aussi bien sur les variétés transgéniques que les variétés classiques.

(2) L'Europe et l'union pour la protection des obtentions végétales (UPOV)

Le système des obtentions végétales a été créé en Europe pour permettre aux variétés végétales de bénéficier d'un droit qui leur soit adapté : les nouvelles variétés de céréales, fruits, légumes, plantes ornementales peuvent, comme toute nouvelle invention, bénéficier d'un système de protection de la propriété intellectuelle. Ce système a été mis au point en 1961 avec l'adoption de la convention internationale pour la protection des obtentions végétales (Convention UPOV). Selon cette convention les variétés végétales ne sont pas brevetables mais protégées par un certificat d'obtention végétale (COV) attribué pour une durée de 20 ans pour les espèces annuelles et de 25 ans pour les espèces pérennes. Le COV confère à l'obtenteur d'une variété le droit exclusif de la reproduire, de la multiplier, de la conditionner, de l'offrir à la vente ou à l'importation, de la vendre et de l'exporter. Cependant, l'obtenteur ne peut s'opposer aux actes accomplis sur sa variété dans un cadre privé ou à des fins non commerciales, à titre expérimental, en vue de la production des semences dites « de ferme » ou aux fins de la création de nouvelles variétés. Cela garantit que toute variété protégée par un COV peut être librement utilisée par tout sélectionneur comme géniteur pour un nouveau programme de création variétale. Ce qui est protégé par ce système est la combinaison spécifique des gènes constituant la variété.

d) Les conséquences en ce qui concerne les VGM

L'apparition de brevets sur les semences de VGM n'est pas sans conséquence. Les semences développées sont vendues à prix d'or par les industriels de l'agro-chimie aux agriculteurs. Ces mêmes agriculteurs sont obligés de racheter des semences chaque année à cause du brevet qui leur interdit de conserver des graines pour la prochaine saison. Les cultivateurs sont alors totalement dépendants des grandes firmes semencières. Mais ce n'est pas le seul effet néfaste des brevets : l'entreprise Monsanto se sert des brevets pour intenter des actions en justice et exiger des dommages et intérêts quand des dissémination fortuites de

leurs semences sont survenues et ont contaminées un champ voisin. Monsanto prétend alors que l'agriculteur a utilisé frauduleusement sa semence brevetée. L'exemple le plus célèbre est le cas de Percy Schmeiser. Percy Schmeiser est un agriculteur canadien cultivant depuis une quarantaine d'années du canola, qu'il sélectionne lui-même, année après année. En 1997, Percy Schmeiser découvre, alors qu'il asperge de l'herbicide le long d'un fossé, que certaines de ses plantes sont résistantes à l'herbicide. Comme il n'a jamais semé de canola Roundup Ready, il conclut que du pollen transporté par le vent avait probablement contaminé ses cultures. Malgré cette découverte, il conserve une partie de sa récolte et la ressème l'année suivante. En 1998, la compagnie Monsanto intente une poursuite contre Percy Schmeiser pour contrefaçon de brevet. En effet, Monsanto allègue que l'agriculteur a semé sans licence du canola contenant des gènes brevetés et a commercialisé ensuite sa récolte contrefaisant ainsi le brevet de la société. La Cour fédérale du Canada décide en mars 2001 que Percy Schmeiser est responsable d'avoir contrefait le brevet de Monsanto, et peu importe la façon dont le matériel génétique en question s'est introduit dans le canola de l'agriculteur. Percy Schmeiser fait appel de la décision et, en mai 2002, la Cour d'appel fédérale confirme la décision rendue en 2001 en faveur de Monsanto. Un nouvel appel déposé en janvier 2004 devant la Cour suprême donne le même résultat. Cette décision de la cours suprême a des conséquences majeures sur le droit des brevets, les agriculteurs et l'avenir de l'industrie des biotechnologies au Canada : ce jugement ignore la contamination généralisée dont la firme Monsanto est responsable et cette décision est un revers pour les agriculteurs qui désirent continuer à cultiver des champs sans VGM. En 2005, Percy Schmeiser trouve de nouveau du colza Roundup Ready dans ses champs. Il en informe Monsanto et demande que la firme le débarrasse des plantes, se référant à l'arrêt existant qui stipule que le propriétaire d'une plante est responsable des dégâts causés par la contamination. Le 19 mars 2008, Monsanto reconnait toute sa responsabilité dans la contamination des champs du fermier (www.greenpeace.org, 2004 et www.percyschmeiser.com, 2008).

La brevetabilité du vivant contribue aussi, dans ces conditions, à la perte de biodiversité des semences. Les agriculteurs signent un contrat avec les industriels et s'engagent à n'utiliser que les semences génétiquement modifiées. De plus, les dispersions non contrôlées de VGM entrainent la contamination des graines sélectionnées au fil du temps par les agriculteurs. On aboutit alors à une baisse du nombre d'espèces utilisées. En Inde, pour pallier à ce problème, a été créée, une banque de semences pour sauver la biodiversité très menacée par la révolution verte. Cela montre la prise de conscience, au niveau

international de la nécessitée de protéger la biodiversité et d'éviter la monoculture encore amplifiée par l'utilisation des VGM.

Conclusion

La culture des VGM s'est répandue à travers le monde à partir du milieu des années 1990. Les pays principalement concernés sont les Etats-Unis regroupant plus de la moitié des surfaces cultivées en plantes génétiquement modifiées, suivi par l'Argentine, le Brésil et le Canada. En Europe, seule l'Espagne cultive des VGM sur une surface importante : environ 100 000 hectares y sont consacrés. En France, seul un VGM était autorisé à la culture jusqu'en 2008 et l'instauration d'un moratoire, il s'agit d'un maïs résistant à des insectes. Cette culture représentait seulement 5 000 hectares en 2007. Actuellement, les caractères développés dans les VGM commercialisés à travers le monde sont la tolérance à un herbicide et/ou la production d'un insecticide par la plante elle-même. Pourtant, les firmes développant les VGM ont basé toute leur argumentation, pour faire accepter cette nouvelle technologie par les sociétés, sur les améliorations des plantes d'un point de vue nutritionnel ou d'adaptation des variétés à des milieux extrêmes, dans le but de lutter contre la malnutrition et la faim dans le monde. Après bientôt 15 ans de développement des VGM, aucune espèce ne répond, à ce jour, à ces objectifs. Par ailleurs, les semenciers développant les VGM, affirment que leur culture a permis de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires. Si cela s'est avéré vrai pendant les premières années d'exploitation, les données des dernières années montrent une inversion de cette tendance due, principalement, à l'apparition de résistances chez les plantes adventices. Un autre argument en faveur des VGM est que leur culture permettrait une augmentation de la productivité entraînant un enrichissement des petits producteurs. Cette affirmation s'est révélée inexacte, les rendements ont effectivement été légèrement supérieurs à ceux des cultures conventionnelles les premières années, mais, là encore, depuis quelques années, la productivité a diminuée et est même inférieure à celle obtenue en agriculture conventionnelle. De plus, le développement de végétaux stériles et le brevetage des graines, obligeant les agriculteurs à racheter chaque année des semences, contribue, au contraire, à l'appauvrissement des plus petits cultivateurs. Au niveau environnemental, en plus de l'augmentation de l'usage des produits phytosanitaires, l'utilisation des VGM risque d'entraîner une perte de la biodiversité des espèces, soit par contamination des cultures conventionnelles ou biologiques, soit par l'intensification de la monoculture. En ce qui concerne les impacts sur la santé des VGM, ils ont été peu voire pas du tout évalués avant la mise sur le marché. Les risques principaux, sont le risque allergique du à l'introduction dans la plante d'un gène nouveau induisant la production d'une protéine nouvelle potentiellement

allergisante ; le risque lié à l'ingestion de pesticide produit par certains VGM ; et le risque de toxicité des VGM, dans ce domaine, quelques études sur des rats ont été menées, donnant des résultats inquiétants mais jamais validés par les autorités sanitaires. Ces études sont incomplètes, il serait donc nécessaire et indispensable de mener à bien des études de toxicité plus approfondies afin de clarifier la situation. L'Union Européenne et la France mettent en place un cadre législatif encadrant la culture, l'importation des VGM et l'information du consommateur. Sur le territoire européen, 75% des habitants se disent hostiles aux VGM et désirent donc avoir le choix dans leur alimentation. Dans ce but, des règles de traçabilité et d'étiquetage ont été établies. Cependant, la situation reste compliquée, car la détection repose sur des techniques pointues, coûteuses, relativement imprécises et on ne détecte que le VGM qui est recherché. D'autre part, en ce qui concerne la dispersion des graines et du pollen, il est compliqué de déterminer les distances devant séparer les champs de cultures génétiquement modifiées et conventionnelles, la dispersion étant différente selon les plantes, les régions, les climats. Pour pallier au risque de contamination fortuite, les autorités ont déterminés un seuil de contamination de 0,9% au dessous duquel l'étiquetage n'est pas obligatoire. Dans ce contexte d'incertitudes, d'absence d'étude quant-à l'innocuité des VGM pour la santé humaine, l'opinion publique est majoritairement contre l'utilisation des VGM. Cette opinion publique est largement confortée par les nombreuses organisations non gouvernementales qui s'opposent à la culture de ces plantes et réclament l'interdiction totale des cultures génétiquement modifiées, en l'absence d'études sérieuses sur les impacts sur l'environnement et la santé humaine. En France, le devenir des VGM est actuellement en attente des lois Grenelle. La loi relative à la mise en œuvre du grenelle de l'environnement 1 a été adoptée en octobre 2008. L'application de cette loi devra être concrétisée par la loi Grenelle 2 qui donnera des moyens juridiques, économiques et réglementaires aux orientations de la loi Grenelle 1 qui n'a pas tenu compte des orientations souhaitées lors des discussions. Seule avancée, l'engagement de sauvegarder la biodiversité et étendre le « catalogue des semences pour l'adapter notamment aux variétés anciennes ».

Bibliographie

Auteurs :

Bellanger B., Lassagne F. Les OGM sont-ils dangereux ? Science et Vie numéro 1082, novembre 2007.

Benbrook C. Genetically engineered crops and pesticide use in the United-States: the first nine years. BioTech InfoNet numéro 7, octobre 2004.

Briand-Bouthiaux A. OGM Brevets pour l'inconnu. Editions Faton, 2001.

Gallais A., Ricroch A. Plantes transgéniques : faits et enjeux. Synthèses Edition Quaé, 2006.

Houdebine L.M. OGM le vrai et le faux. Editions Le Pommier, 2003.

James C. Brief 38 : Etat mondial des plantes biotechnologiques/GM commercialisées, 2008.

Kempf H. Les grands semenciers brevettent les gènes d'adaptation sur changement climatique. Le Monde, 10 juin 2008.

Kuntz M. Les OGM, l'environnement et la santé. Ellipses Edition, 2006.

Lecoq H. Les virus des plantes de redoutables ennemis des cultures qui sont bien difficiles à combattre. INRA , 19 février 2008.

Meunier E. OGM aux Etats-Unis : quand l'administration ignore ses experts, le cas de la tomate Flavr/Savr. Inf'OGM, Mars 2004.

Morin H. Un riz basmati transgénique résiste à la sécheresse et à l'eau saumâtre. Le Monde, 5 décembre 2002.

Noisette C. Incidences du soja transgénique sur des rats. Inf'OGM, septembre 2004.

Oury J.P. La querelle des OGM. Edition des Presses Universitaires de France, 2006.

Parmentier B. Nourrir l'humanité : les grands problèmes de l'agriculture mondiale au XXI^{ème} siècle. Edition La Découverte, 2007.

Pusztai A. Risques sanitaires de l'alimentation transgénique. L'Ecologiste numéro 10, juin 2003.

Rérat A. Rapport bi-académique : OGM et santé. Editions Tec & Doc, 2003.

Robin M.M. Le monde selon Monsanto : de la dioxine aux OGM, une multinationale qui vous veut du bien. Editions La Découverte/Arte Editions, 2008.

Séralini G.E. Ces OGM qui changent le monde. Editions Flammarion, 2004.

Weidner M., Furelaud G. La transgénèse grâce à *Agrobacterium tumefaciens*. 2003.

Journaux officiels :

Journal officiel de l'Union européenne :

Règlement n°1830/2003 du 22 septembre 2003 concernant la traçabilité et l'étiquetage des organismes génétiquement modifiés

Règlement n°1829/2003 du 22 septembre 2003 concernant les denrées alimentaires et les aliments pour animaux génétiquement modifiés

Journal officiel des Communautés européennes :

Directive 2001/18/CE relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement

DVD :

Koons Garcia D. The Future of Food: la nourriture peut-elle nuire à la santé? Mk2, 2005.

Sites internet:

www.actionbioscience.org

Genetically Modified Foods: are they a risk to human/animal health?

The ecological impacts of agricultural biotechnology

www.actu-ogm.fr

www.afssa.fr

Les plantes résistantes à des insectes

L'enrichissement en vitamine A : cas du « riz doré »

Saisine n°2007-SA-0396 : Avis relatif aux études de toxicité réalisées dans le cadre des demandes de mises sur le marché d'OGM

www.agbioforum.missouri.edu

GM crops : the global economic and environnemental impact – the first nine years 1996-2004

www.amisdelaterre.org

Qui tire profit des cultures GM ? L'usage accru de pesticides, janvier 2008

www.cnrs.fr

Végétaux génétiquement modifiés et environnement microbien, avril 2001

www.coextra.eu

GMO coexistence research in European agriculture

www.criigen.org

Santé/environnement : OGM, pesticides 2005

MON 863 : un maïs OGM autorisé impropre à la consommation, mars 2007

www.ecologie-gouv.fr

Principes du code de l'environnement : le principe de précaution

www.fao.org

www.greenpeace.org

Note de synthèse : Les impacts des OGM sur l'environnement et la santé, mai 2008

OGM et alimentation

Percy Schmeiser contre Monsanto

www.infogm.org

www.inra.fr

Coexistence entre cultures OGM et non OGM en Europe

Coexistence et traçabilité des filières OGM et non OGM : Résumé des résultats de Co-Extra

Résultats du projet européen SIGMEA sur la coexistence entre cultures OGM et non-OGM

www.isaaa.org

www.legifrance.gouv.fr

Loi n°2008-595 du 25 juin 2008 relative aux organismes génétiquement modifiés

www.legrenelle-environnement.fr

Projet de loi relatif aux organismes génétiquement modifiés, décembre 2007

www.ogm.cetiom.fr

Biovigilance

www.ogmdangers.org

Des risques inhérents au principe des modifications génétiques

www.ogm.gouv.fr

Bilan des disséminations volontaires d'OGM dans l'environnement sur le territoire français en 2006

www.ogm.gouv.qc.ca

www.percyschmeiser.com

www.senat.fr

Rapport sur la brevetabilité du vivant, 2001

Rapport d'information sur les enjeux économiques et environnementaux des organismes génétiquement modifiés, 2003

Rapport sur la place des biotechnologies en France et en Europe, 2005

www.snv.jussieu.fr

www.unesco.org/comest/

www.wikipedia.fr

Annexes

Annexe 1 : Loi n° 2008-595 du 25 juin 2008 relative aux organismes génétiquement modifiés

Article 1

Six mois après la publication de la présente loi, le Gouvernement remet au Parlement un rapport relatif aux possibilités de développement d'un plan de relance de la production de protéines végétales alternatif aux cultures d'organismes génétiquement modifiés afin de garantir l'indépendance alimentaire de la France.

Article 2

Après l'article L. 531-2 du code de l'environnement, il est inséré un article L. 531-2-1 ainsi rédigé :

« Art. L. 531-2-1. - Les organismes génétiquement modifiés ne peuvent être cultivés, commercialisés ou utilisés que dans le respect de l'environnement et de la santé publique, des structures agricoles, des écosystèmes locaux et des filières de production et commerciales qualifiées "sans organismes génétiquement modifiés", et en toute transparence. La définition du "sans organismes génétiquement modifiés" se comprend nécessairement par référence à la définition communautaire. Dans l'attente d'une définition au niveau européen, le seuil correspondant est fixé par voie réglementaire, sur avis du Haut Conseil des biotechnologies, espèce par espèce.

« Les décisions d'autorisation concernant les organismes génétiquement modifiés ne peuvent intervenir qu'après une évaluation préalable indépendante et transparente des risques pour l'environnement et la santé publique. Cette évaluation est assurée par une expertise collective menée selon des principes de compétence, pluralité, transparence et impartialité.

« Les études et les tests sur lesquels se fonde cette évaluation en vue des autorisations prévues aux articles L. 533-3 et L. 533-5 sont réalisés dans des laboratoires agréés par les pouvoirs publics.

« Les conclusions de toutes les études et tests réalisés dans ces laboratoires sont mises à la disposition du public sans nuire à la protection des intérêts énumérés aux I de l'article L. 124-4 et II de l'article L. 124-5 et à la protection de la propriété intellectuelle lorsque l'organisme génétiquement modifié ne fait pas encore l'objet d'une protection juridique à ce titre.

« La liberté de consommer et de produire avec ou sans organismes génétiquement modifiés, sans que cela nuise à l'intégrité de l'environnement et à la spécificité des cultures traditionnelles et de qualité, est garantie dans le respect des principes de précaution, de

prévention, d'information, de participation et de responsabilité inscrits dans la Charte de l'environnement de 2004 et dans le respect des dispositions communautaires. »

CHAPITRE IER : LE HAUT CONSEIL DES BIOTECHNOLOGIES

Article 3

Les articles L. 531-3, L. 531-4 et L. 531-5 du code de l'environnement sont ainsi rédigés et, après l'article L. 531-4 du même code, il est inséré un article L. 531-4-1 ainsi rédigé :

« Art.L. 531-3.-Le Haut Conseil des biotechnologies a pour missions d'éclairer le Gouvernement sur toutes questions intéressant les organismes génétiquement modifiés ou toute autre biotechnologie et de formuler des avis en matière d'évaluation des risques pour l'environnement et la santé publique que peuvent présenter l'utilisation confinée ou la dissémination volontaire des organismes génétiquement modifiés, ainsi qu'en matière de surveillance biologique du territoire prévue à l'article L. 251-1 du code rural, sans préjudice des compétences exercées par les agences visées aux articles L. 1323-1 et L. 5311-1 du code de la santé publique. Ses avis et recommandations sont rendus publics.

« En vue de l'accomplissement de ses missions, le haut conseil :

« 1° Peut se saisir, d'office, à la demande de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques ou à la demande d'un député ou d'un sénateur, des associations de défense des consommateurs agréées en application de l'article L. 411-1 du code de la consommation, des associations de protection de l'environnement agréées au titre de l'article L. 141-1 du présent code, des associations ayant une activité dans le domaine de la santé et de la prise en charge des malades agréées en application de l'article L. 1114-1 du code de la santé publique, des groupements de salariés et des groupements professionnels concernés, de toute question concernant son domaine de compétence et proposer, en cas de risque, toutes mesures de nature à préserver l'environnement et la santé publique ;

« 2° Rend un avis sur chaque demande d'agrément ou demande d'autorisation en vue de l'utilisation confinée ou de la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés, dans le respect des délais fixés par les dispositions communautaires. Il est informé de chaque déclaration d'utilisation confinée prévue au I de l'article L. 532-3 du présent code. Lorsqu'une demande en vue de la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés est susceptible de répondre à un besoin urgent de santé publique, cet avis peut, à la demande du ministre chargé de la santé, faire l'objet d'une procédure d'examen prioritaire ;

« 3° Procède ou fait procéder à toutes expertises, analyses ou études qu'il juge nécessaires ;

« 4° Met en œuvre des méthodes d'évaluation des risques pour l'environnement et la santé publique conformes aux dispositions communautaires et aux recommandations internationales en la matière ;

« 5° Est consulté sur les protocoles et méthodologies d'observation nécessaires à la mise en œuvre de la surveillance biologique du territoire définie à l'article L. 251-1 du code rural, en ce qu'elle concerne les organismes génétiquement modifiés. Il est rendu destinataire du rapport annuel de surveillance visé au même article. Il peut formuler des recommandations ;

« 6° Peut mener des actions d'information se rapportant à ses missions ;

« 7° Etablit un rapport annuel d'activité adressé au Gouvernement et au Parlement. Ce rapport est rendu public.

« Art.L. 531-4.-Le Haut Conseil des biotechnologies est composé d'un comité scientifique et d'un comité économique, éthique et social.

« Le président du haut conseil et les présidents des comités, ainsi que les membres des comités, sont nommés par décret. La nomination du président du haut conseil intervient après avis des commissions du Parlement compétentes en matière d'agriculture et d'environnement. Le président est un scientifique choisi en fonction de ses compétences et de la qualité de ses publications. Il est membre de droit des deux comités.

« En cas d'utilisation confinée d'organismes génétiquement modifiés, le président du haut conseil transmet l'avis du comité scientifique à l'autorité administrative.

« En cas de dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés, le président du haut conseil transmet l'avis du comité scientifique au comité économique, éthique et social. Après examen de l'avis du comité scientifique, le comité économique, éthique et social élabore des recommandations et peut, à cet effet, convoquer le président du comité scientifique et un membre de ce comité.L'avis du Haut Conseil des biotechnologies, qui est composé de l'avis du comité scientifique et des recommandations du comité économique, éthique et social, est remis à l'autorité administrative par son président. Cet avis comporte, outre une évaluation des risques, une évaluation des bénéfices. Il fait état des positions divergentes exprimées.

« Le Haut Conseil des biotechnologies se réunit en séance plénière à la demande de son président ou de la moitié de ses membres afin d'aborder toute question de portée générale intéressant son domaine de compétence dont il est saisi ou dont il se saisit en application du 1° de l'article L. 531-3.A l'issue de cette séance plénière, il rend ses conclusions à l'autorité administrative.

« Art.L. 531-4-1.-Le comité scientifique du Haut Conseil des biotechnologies est composé de personnalités désignées, après appel à candidatures, notamment auprès des organismes publics de recherche, en raison de leur compétence scientifique et technique reconnue par leurs pairs, dans les domaines se rapportant notamment au génie génétique, à la protection de la santé publique, aux sciences agronomiques, aux sciences appliquées à l'environnement, au droit, à l'économie et à la sociologie.

« Le comité économique, éthique et social est composé notamment de représentants des associations visées au 1° de l'article L. 531-3, de représentants d'organisations professionnelles, d'un membre du Comité consultatif national d'éthique pour les sciences de la vie et de la santé, d'un député et d'un sénateur membres de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, et de représentants des associations de collectivités territoriales.

« Art.L. 531-5.-Un décret en Conseil d'Etat précise les conditions d'application des articles L. 531-3 et L. 531-4, notamment la composition, les attributions ainsi que les règles de fonctionnement, de saisine et de déontologie du Haut Conseil des biotechnologies. »

CHAPITRE II : RESPONSABILITE ET COEXISTENCE ENTRE CULTURES

Article 4

Après l'article L. 334-8 du code de l'environnement, il est inséré un chapitre V ainsi rédigé :

« Chapitre V

« Dispositions communes aux parcs nationaux et aux parcs naturels régionaux

« Art. L. 335-1. - Les parcs nationaux et les parcs naturels régionaux peuvent, avec l'accord unanime des exploitants agricoles concernés, exclure la culture d'organismes génétiquement modifiés sur tout ou partie de leur territoire, sous réserve que cette possibilité soit prévue par leur charte. »

Article 5

La sous-section 1 de la section 2 du chapitre II du titre IV du livre VI du code rural est complétée par un article L. 642-5-1 ainsi rédigé :

« Art. L. 642-5-1. - Lorsque cela est nécessaire à la protection d'un signe d'identification de la qualité et de l'origine mentionné au 1° de l'article L. 640-2, l'organisme de défense et de gestion concerné ou l'Institut national de l'origine et de la qualité propose à l'autorité administrative toute mesure particulière de renforcement de cette protection concernant les organismes génétiquement modifiés. »

Article 6

I.-Le chapitre III du titre VI du livre VI du code rural devient le chapitre IV du même titre et les articles L. 663-1 à L. 663-7 deviennent, respectivement, les articles L. 664-1 à L. 664-7 du même code.

II.-Après le chapitre II du titre VI du livre VI du même code, il est rétabli un chapitre III intitulé : « Les plantes génétiquement modifiées », comprenant les articles L. 663-2 et L. 663-3 ainsi rétablis :

« Art.L. 663-2.-La mise en culture, la récolte, le stockage et le transport des végétaux autorisés au titre de l'article L. 533-5 du code de l'environnement ou en vertu de la réglementation communautaire sont soumis au respect de conditions techniques notamment relatives aux distances entre cultures ou à leur isolement, visant à éviter la présence accidentelle d'organismes génétiquement modifiés dans d'autres productions.

« Ces conditions techniques sont fixées par arrêté du ministre chargé de l'agriculture, pris après avis du comité scientifique du haut conseil institué à l'article L. 531-3 du code de l'environnement et du ministre chargé de l'environnement. Leur révision régulière se fait sur la base de travaux scientifiques et des données de la surveillance biologique du territoire définie à l'article L. 251-1 du présent code.

« Les conditions techniques relatives aux distances sont fixées par nature de culture. Elles définissent les périmètres au sein desquels ne sont pas pratiquées de cultures d'organismes génétiquement modifiés. Elles doivent permettre que la présence accidentelle d'organismes génétiquement modifiés dans d'autres productions soit inférieure au seuil établi par la réglementation communautaire.

« Art.L. 663-3.-Le respect des conditions techniques prévues à l'article L. 663-2 est contrôlé par les agents mentionnés au I de l'article L. 251-18. Ces agents sont habilités à procéder ou à faire procéder, dans les conditions fixées par arrêté du ministre chargé de l'agriculture, à tous prélèvements et analyses nécessaires à l'exercice de cette mission.

« En cas de non-respect de ces conditions, l'autorité administrative peut ordonner la destruction totale ou partielle des cultures.

« Les frais entraînés par ces sanctions sont à la charge de l'exploitant. »

Article 7

Le titre VII du livre VI du code rural est complété par deux articles L. 671-15 et L. 671-16ainsi rédigés :

Art.L. 671-15.-Est puni de deux ans d'emprisonnement et de 75 000 € d'amende :

1° Le fait de ne pas respecter une ou plusieurs conditions techniques relatives aux distances entre cultures prévues à l'article L. 663-2 ;

2° Le fait de ne pas avoir déféré à une des mesures de destruction ordonnée par l'autorité administrative en application de l'article L. 663-3 ;

3° Le fait de détruire ou de dégrader une parcelle de culture autorisée en application des articles L. 533-5 et L. 533-6 du code de l'environnement.

Lorsque l'infraction visée au 3° porte sur une parcelle de culture autorisée en application de l'article L. 533-3 du code de l'environnement, la peine est portée à trois ans d'emprisonnement et 150 000 € d'amende.

Les personnes physiques encourent également les peines complémentaires d'affichage de la décision prononcée ou de diffusion de celle-ci soit par la presse écrite, soit par tout moyen de communication au public par voie électronique.

Les personnes morales encourent, outre l'amende prévue au premier alinéa de l'article 131-38 du code pénal, les peines prévues au 9° de l'article 131-39 du même code.

Art.L. 671-16.-Est puni de six mois d'emprisonnement et de 7 500 € d'amende le fait de faire obstacle à l'exercice des fonctions des agents mentionnés au I de l'article L. 251-18 agissant en application de l'article L. 663-3. »

Article 8

Le chapitre III du titre VI du livre VI du code rural, tel que résultant de l'article 6, est complété par deux articles L. 663-4 et L. 663-5 ainsi rétablis :

« Art.L. 663-4.-I. — Tout exploitant agricole mettant en culture un organisme génétiquement modifié dont la mise sur le marché est autorisée est responsable, de plein droit, du préjudice économique résultant de la présence accidentelle de cet organisme génétiquement modifié dans la production d'un autre exploitant agricole, lorsque sont réunies les conditions suivantes :

« 1° Le produit de la récolte dans laquelle la présence de l'organisme génétiquement modifié est constatée est issu d'une parcelle ou d'une ruche située à proximité d'une parcelle sur laquelle est cultivé cet organisme génétiquement modifié et a été obtenu au cours de la même campagne de production ;

« 2° Il était initialement destiné soit à être vendu en tant que produit non soumis à l'obligation d'étiquetage mentionnée au 3°, soit à être utilisé pour l'élaboration d'un tel produit ;

« 3° Son étiquetage est rendu obligatoire en application des dispositions communautaires relatives à l'étiquetage des produits contenant des organismes génétiquement modifiés.

« II. — Le préjudice mentionné au I est constitué par la dépréciation du produit résultant de la différence entre le prix de vente du produit de la récolte soumis à l'obligation d'étiquetage

visée au 3° du même I et celui d'un même produit, présentant des caractéristiques identiques, non soumis à cette obligation.

« Sa réparation peut donner lieu à un échange de produits ou, le cas échéant, au versement d'une indemnisation financière.

« III. — Tout exploitant agricole mettant en culture un organisme génétiquement modifié dont la mise sur le marché est autorisée doit souscrire une garantie financière couvrant sa responsabilité au titre du I.

« IV. — Un décret en Conseil d'Etat précise les modalités d'application du présent article.

« Art.L. 663-5.-Les dispositions de l'article L. 663-4 ne font pas obstacle à la mise en cause, sur tout autre fondement que le préjudice mentionné au II du même article, de la responsabilité des exploitants mettant en culture un organisme génétiquement modifié, des distributeurs et des détenteurs de l'autorisation de mise sur le marché et du certificat d'obtention végétale. »

CHAPITRE III : TRANSPARENCE

Article 9

L'article L. 251-1 du code rural est ainsi modifié :

1° Les I et II sont ainsi rédigés :

« I. — La surveillance biologique du territoire a pour objet de s'assurer de l'état sanitaire et phytosanitaire des végétaux et de suivre l'apparition éventuelle d'effets non intentionnels des pratiques agricoles sur l'environnement. Elle relève de la compétence des agents chargés de la protection des végétaux ou s'effectue sous leur contrôle. Les résultats de cette surveillance font l'objet d'un rapport annuel du Gouvernement à l'Assemblée nationale et au Sénat.

« II. — Il est créé un Comité de surveillance biologique du territoire. Ce comité est consulté sur les protocoles et méthodologies d'observation nécessaires à la mise en œuvre de la surveillance biologique du territoire et sur les résultats de cette surveillance.

« Il formule des recommandations sur les orientations à donner à la surveillance biologique du territoire et alerte l'autorité administrative lorsqu'il considère que certains effets non intentionnels nécessitent des mesures de gestion particulières.

« Il est consulté sur le rapport annuel mentionné au I.

« Le Comité de surveillance biologique du territoire est composé de personnalités désignées en raison de leurs compétences dans les domaines se rapportant notamment à l'écotoxicologie, aux sciences agronomiques et à la protection de l'environnement et des végétaux.

« Un décret précise la composition, les attributions et les règles de fonctionnement de ce comité. » ;

2° Dans la première phrase du III, les mots : « ou à la mise sur le marché des produits mentionnés au présent article » sont remplacés par les mots : « volontaire d'organismes génétiquement modifiés » ;

3° Le IV est ainsi rédigé :

« IV. — Le responsable de la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés, le distributeur et l'utilisateur de ces organismes doivent participer au dispositif de surveillance biologique du territoire, notamment en communiquant aux agents chargés de la protection des végétaux toutes les informations nécessaires à cette surveillance. » ;

4° Le premier alinéa du V est ainsi rédigé :

« Dans l'intérêt de l'environnement et de la santé publique, l'autorité administrative peut, par arrêté, prendre toutes mesures destinées à collecter les données et informations relatives à la mise sur le marché, la délivrance et l'utilisation des organismes génétiquement modifiés, afin d'en assurer le traitement et la diffusion. » ;

5° Le VI est abrogé.

Article 10

I.-Au début du chapitre III du titre VI du livre VI du code rural, tel que résultant de l'article 6, il est rétabli un article L. 663-1 ainsi rédigé :

Art.L. 663-1.-Le détenteur de l'autorisation visée à l'article L. 533-3 du code de l'environnement ou l'exploitant mettant en culture des organismes génétiquement modifiés ayant fait l'objet d'une autorisation de mise sur le marché doit déclarer auprès de l'autorité administrative les lieux où sont pratiquées ces cultures.

Il doit également informer, préalablement aux semis, les exploitants des parcelles entourant les cultures d'organismes génétiquement modifiés.

Un décret précise les informations qui doivent être communiquées à l'autorité administrative, notamment en ce qui concerne les parcelles cultivées, les dates d'ensemencement et la nature des organismes génétiquement modifiés cultivés, et définit les modalités de mise en œuvre de l'obligation d'information prévue à l'alinéa précédent.

L'autorité administrative établit un registre national indiquant la nature et la localisation des parcelles culturales d'organismes génétiquement modifiés. Les préfectures assurent la publicité de ce registre par tous moyens appropriés, notamment sa mise en ligne sur l'internet. »

II.-Le titre VII du livre VI du même code est complété par un article L. 671-14 ainsi rédigé :

Art.L. 671-14.-Est puni de six mois d'emprisonnement et de 30 000 € d'amende le non-respect par les opérateurs de leurs obligations mentionnées à l'article L. 663-1. »

Article 11

I.-L'article L. 532-4 du code de l'environnementest ainsi rédigé :

« Art.L. 532-4.-I. — Lorsque l'agrément pour l'utilisation confinée d'organismes génétiquement modifiés porte sur la première utilisation de tels organismes dans une installation, l'exploitant met à la disposition du public un dossier d'information.

« Ce dossier comporte au moins les informations qui ne peuvent être considérées comme confidentielles en application de l'article L. 532-4-1.

« II. — Le présent article ne s'applique pas si l'agrément porte sur l'utilisation d'organismes génétiquement modifiés ne présentant qu'un risque faible pour l'environnement ou la santé publique, conformément au classement mentionné à l'article L. 532-1.

« III. — Un décret en Conseil d'Etat fixe les conditions d'application du présent article. »

II.-Après l'article L. 532-4 du même code, il est inséré un article L. 532-4-1 ainsi rédigé :

« Art.L. 532-4-1.-L'exploitant peut indiquer à l'autorité administrative celles des informations fournies dans le dossier de demande d'agrément dont il justifie qu'elles devraient rester confidentielles, parce que leur communication ou leur divulgation porterait atteinte aux intérêts énumérés aux I de l'article L. 124-4 et II de l'article L. 124-5 ou parce que l'organisme génétiquement modifié ne fait pas l'objet d'une protection juridique au titre de la propriété intellectuelle.

« L'autorité administrative décide des informations qui sont tenues confidentielles et en informe l'exploitant.

[Dispositions déclarées non conformes à la Constitution, à compter du 1er janvier 2009 par la décision du Conseil constitutionnel n° 2008-564 DC du 19 juin 2008] « La liste des informations qui ne peuvent en aucun cas rester confidentielles est fixée par décret en Conseil d'Etat. »

III.-Les I à III de l'article L. 535-3 du même code sont ainsi rédigés :

« I. — L'autorité administrative ne communique à des tiers aucune information reconnue confidentielle en application du II, ni aucune information confidentielle qui lui a été transmise dans le cadre d'un échange d'informations avec la Commission européenne ou tout autre Etat membre au titre de la réglementation communautaire ; elle protège les droits de propriété intellectuelle afférents aux données reçues.

« II. — Le demandeur de l'autorisation prévue aux articles L. 533-3 et L. 533-5 peut indiquer à l'autorité administrative les informations contenues dans sa demande dont la divulgation

pourrait nuire à sa position concurrentielle et dont il justifie qu'elles soient reconnues confidentielles par celle-ci.

[Dispositions déclarées non conformes à la Constitution, à compter du 1er janvier 2009 par la décision du Conseil constitutionnel n° 2008-564 DC du 19 juin 2008] « La liste des informations qui ne peuvent en aucun cas rester confidentielles est fixée par décret en Conseil d'Etat.

« III. — Si le demandeur de l'autorisation retire sa demande, l'autorité administrative doit respecter le caractère confidentiel des informations fournies. »

CHAPITRE IV : DISPOSITIONS D'ADAPTATION DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CODE DE LA SANTE PUBLIQUE

Article 12

Le code de l'environnement est ainsi modifié :

1° L'article L. 531-1 est ainsi modifié :

a) Dans le premier alinéa, les mots : « et de l'article L. 125-3 » sont supprimés ;

b) Le 1° est complété par les mots : «, les viroïdes et les cultures de cellules végétales et animales » ;

c) Après les mots : « sont cultivés », la fin du 3° est ainsi rédigée : « stockés, transportés, détruits, éliminés ou mis en œuvre de toute autre manière. » ;

2° L'article L. 531-2 est ainsi modifié :

a) Dans le premier alinéa, la référence : « de l'article L. 125-3 » est remplacée par les références : « des articles L. 125-3 et L. 515-13 » ;

b) A la fin du second alinéa, les mots : « de la commission de génie génétique » sont remplacés par les mots : « du Haut Conseil des biotechnologies ».

Article 13

Le code de l'environnement est ainsi modifié :

1° Le II de l'article L. 515-13 est ainsi rédigé :

II. — La mise en œuvre, dans certaines catégories d'installations classées, d'organismes génétiquement modifiés est soumise aux dispositions des chapitres Ier, II et VI du titre III du présent livre.

Un décret en Conseil d'Etat détermine les conditions d'application de ces dispositions dans le domaine de la production industrielle. » ;

2° L'article L. 532-1 est ainsi modifié :

a) A la fin de la dernière phrase, les mots : de la commission de génie génétique » sont remplacés par les mots : du Haut Conseil des biotechnologies » ;

b) Sont ajoutés trois alinéas ainsi rédigés :

Conformément aux dispositions communautaires, les utilisations confinées d'organismes génétiquement modifiés font l'objet d'un classement en classes de confinement en fonction du groupe de l'organisme génétiquement modifié et des caractéristiques de l'opération.

En cas d'hésitation quant à la classe la mieux adaptée à l'utilisation confinée prévue, les mesures de protection les plus strictes sont appliquées, à moins que des preuves suffisantes soient apportées, en accord avec l'autorité administrative, pour justifier l'application de mesures moins strictes.

Les critères de ce classement sont fixés par décret après avis du Haut Conseil des biotechnologies. » ;

3° L'article L. 532-2 est ainsi rédigé :

Art.L. 532-2.-I. — Toute utilisation, notamment à des fins de recherche, de développement, d'enseignement ou de production industrielle, d'organismes génétiquement modifiés qui peut présenter des dangers ou des inconvénients pour l'environnement ou pour la santé publique est réalisée de manière confinée, sans préjudice de l'application des dispositions contenues au chapitre III du présent titre.

Les modalités de ce confinement, qui met en œuvre des barrières physiques, chimiques ou biologiques pour limiter le contact des organismes avec les personnes et l'environnement et assurer à ces derniers un niveau élevé de sécurité, sont définies par l'autorité administrative en fonction du classement des organismes génétiquement modifiés utilisés, après avis du Haut Conseil des biotechnologies, sans préjudice du respect des dispositions relatives à la protection du secret de la défense nationale.

II. — Ne sont pas soumises aux dispositions des articles L. 532-3 à L. 532-6 :

1° Les utilisations confinées mettant en œuvre des organismes génétiquement modifiés dont l'innocuité pour l'environnement et la santé publique a été établie en fonction de critères définis par décret après avis du Haut Conseil des biotechnologies conformément aux dispositions communautaires ;

2° Le transport d'organismes génétiquement modifiés.

III. — Les organismes génétiquement modifiés, mis à la disposition de tiers à l'occasion d'une utilisation confinée, sont soumis à étiquetage dans des conditions définies par décret. » ;

4° L'article L. 532-3 est ainsi rédigé :

Art.L. 532-3.-I. — Toute utilisation confinée notamment à des fins de recherche, de développement, d'enseignement ou de production industrielle d'organismes génétiquement

modifiés dans une installation publique ou privée est soumise à agrément après avis du Haut Conseil des biotechnologies.

Toutefois, l'utilisation peut n'être soumise qu'à déclaration si elle présente un risque nul ou négligeable pour l'environnement et la santé publique ou si, présentant un risque faible, elle s'effectue dans une installation déjà agréée pour une utilisation confinée d'organismes génétiquement modifiés de même classe de risque ou d'une classe supérieure.

II. — L'agrément délivré à l'exploitant de l'installation par l'autorité administrative est subordonné au respect de prescriptions techniques définissant notamment les mesures de confinement nécessaires à la protection de l'environnement et de la santé publique et les moyens d'intervention en cas de sinistre.

L'évaluation des risques et les mesures de confinement et autres mesures de protection appliquées sont régulièrement revues.

Un nouvel agrément doit être demandé en cas de modification notable des conditions de l'utilisation d'organismes génétiquement modifiés ayant fait l'objet de l'agrément.

III. — Un décret en Conseil d'Etat détermine les conditions d'application du présent article. »

5° L'article L. 532-5 est ainsi rédigé :

Art.L. 532-5.-Lorsque l'autorité administrative dispose d'éléments d'information qui pourraient remettre en cause l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé publique liés à l'utilisation confinée, elle peut :

1° Soumettre à agrément l'utilisation déclarée ;

2° Modifier les prescriptions initiales ou imposer des prescriptions nouvelles ;

3° Suspendre l'agrément ou les effets de la déclaration pendant le délai nécessaire à la mise en œuvre des mesures propres à faire disparaître ces risques ;

4° Retirer l'agrément ou mettre fin aux effets de la déclaration si ces risques sont tels qu'aucune mesure ne puisse les faire disparaître.

Ces décisions sont prises, sauf urgence, après avis du Haut Conseil des biotechnologies. » ;

6° Les deux premiers alinéas de l'article L. 532-6 sont ainsi rédigés :

Toute demande d'agrément pour une utilisation confinée d'organismes génétiquement modifiés est assortie du versement d'une taxe à la charge de l'exploitant de l'installation.

Le montant de cette taxe est fixé par arrêté des ministres compétents en fonction de la nature de la demande et de la destination, lucrative ou non, de l'utilisation, dans la limite de 2000€. » ;

7° L'article L. 536-3 est ainsi modifié :

a) Dans le premier alinéa, les mots : ou d'enseignement » sont remplacés par les mots : , d'enseignement ou de production industrielle » ;

b) Le troisième alinéa est ainsi rédigé :

Le fait d'exploiter une installation utilisant des organismes génétiquement modifiés à des fins de recherche, de développement, d'enseignement ou de production industrielle en violation des prescriptions imposées en application du 2° de l'article L. 532-5 ou en violation d'une mesure de suspension ou de retrait d'agrément prise en application des 3° ou 4° de l'article L. 532-5 est puni de deux ans d'emprisonnement et de 150 000 € d'amende. »

Article 14

Le code de l'environnement est ainsi modifié :

1° L'intitulé du chapitre III du titre III du livre V est ainsi rédigé : Dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés » ;

2° Avant l'article L. 533-1, il est inséré une division ainsi intitulée : Section 1. — Dispositions générales » ;

3° L'article L. 533-2 est ainsi rédigé :

Art.L. 533-2.-Au sens du présent chapitre, on entend par dissémination volontaire toute introduction intentionnelle dans l'environnement d'un organisme génétiquement modifié ou d'une combinaison d'organismes génétiquement modifiés pour laquelle aucune mesure de confinement particulière n'est prise pour en limiter le contact avec les personnes et l'environnement et pour assurer à ces derniers un niveau élevé de sécurité. » ;

4° Après l'article L. 533-2, il est inséré une division ainsi intitulée : Section 2. — Dissémination volontaire à toute autre fin que la mise sur le marché » ;

5° L'article L. 533-3 est ainsi modifié :

a) Dans le premier alinéa, après le mot : volontaire », sont insérés les mots : d'organismes génétiquement modifiés à toute autre fin que la mise sur le marché » ;

b) La première phrase du second alinéa est ainsi rédigée :

Cette autorisation est délivrée par l'autorité administrative après avis du Haut Conseil des biotechnologies qui examine les risques que peut présenter la dissémination pour l'environnement et la santé publique. » ;

c) Il est ajouté un alinéa ainsi rédigé :

Ne peut être autorisée la dissémination volontaire à toute autre fin que la mise sur le marché d'organismes génétiquement modifiés qui contiennent des gènes codant des facteurs de résistance aux antibiotiques utilisés pour des traitements médicaux ou vétérinaires, pour

lesquels l'évaluation des risques conclut qu'ils sont susceptibles d'avoir des effets préjudiciables sur l'environnement ou la santé publique. » ;

6° Après l'article L. 533-3, sont insérés deux articles L. 533-3-1 et L. 533-3-2 ainsi rédigés :

Art.L. 533-3-1.-Après la délivrance d'une autorisation en application de l'article L. 533-3, si l'autorité administrative vient à disposer d'éléments d'information susceptibles d'avoir des conséquences significatives du point de vue des risques pour l'environnement et la santé publique, si de nouveaux éléments d'information sur ces risques deviennent disponibles ou si une modification, intentionnelle ou non, de la dissémination volontaire est susceptible d'avoir des conséquences pour l'environnement et la santé publique, elle soumet ces éléments d'information pour évaluation au Haut Conseil des biotechnologies et les rend accessibles au public.

Elle peut exiger du bénéficiaire de l'autorisation qu'il modifie les conditions de la dissémination volontaire, qu'il la suspende ou qu'il y mette fin, et elle en informe le public.

Art.L. 533-3-2.-S'agissant de plantes, semences et plants génétiquement modifiés, l'autorité administrative compétente au titre de l'article L. 533-3 organise, à la demande des maires des communes dans lesquelles se déroulent les essais et pendant la durée de ceux-ci, une ou plusieurs réunions d'information en association avec les détenteurs des autorisations de dissémination concernés. » ;

7° Avant l'article L. 533-4, il est inséré une division ainsi intitulée : Section 3. — Mise sur le marché » ;

8° L'article L. 533-5 est ainsi modifié :

a) La première phrase du second alinéa est complétée par les mots : et après avis du Haut Conseil des biotechnologies » ;

b) Il est ajouté un alinéa ainsi rédigé :

Ne peut être autorisée la mise sur le marché de produits composés en tout ou partie d'organismes génétiquement modifiés qui contiennent des gènes codant des facteurs de résistance aux antibiotiques utilisés pour des traitements médicaux ou vétérinaires, pour lesquels l'évaluation des risques conclut qu'ils sont susceptibles d'avoir des effets préjudiciables sur l'environnement ou la santé publique. » ;

9° L'article L. 533-6 est ainsi rédigé :

Art.L. 533-6.-Les autorisations de mise sur le marché délivrées par les autres Etats membres de l'Union européenne ou l'autorité communautaire compétente en application de la réglementation communautaire valent autorisation au titre du présent chapitre. » ;

10° Après l'article L. 533-7, sont insérés deux articles L. 533-8 et L. 533-9 ainsi rédigés :

Art.L. 533-8.-I. — Après la délivrance d'une autorisation en application des articles L. 533-5 ou L. 533-6, lorsque l'autorité administrative a des raisons précises de considérer qu'un organisme génétiquement modifié autorisé présente un risque pour l'environnement ou la santé publique en raison d'informations nouvelles ou complémentaires devenues disponibles après la délivrance de l'autorisation et qui affectent l'évaluation des risques pour l'environnement et la santé publique, ou en raison de la réévaluation des informations existantes sur la base de connaissances scientifiques nouvelles ou complémentaires, elle peut :

1° Limiter ou interdire, à titre provisoire, l'utilisation ou la vente de cet organisme génétiquement modifié sur son territoire, après avis du Haut Conseil des biotechnologies ;

2° En cas de risque grave, prendre des mesures d'urgence consistant notamment à suspendre la mise sur le marché ou à y mettre fin et en informer le public.

II. — L'autorité administrative informe sans délai la Commission européenne et les autres Etats membres des mesures prises au titre du I et indique les motifs de sa décision, en fournissant sa réévaluation des risques pour l'environnement et la santé publique et en indiquant si les conditions de l'autorisation doivent être modifiées et comment, ou s'il convient de mettre fin à l'autorisation et, le cas échéant, les informations nouvelles ou complémentaires sur lesquelles elle fonde sa décision.

Art.L. 533-9.-L'Etat assure une information et une participation du public précoces et effectives avant de prendre des décisions autorisant ou non la dissémination volontaire dans l'environnement et la mise sur le marché d'organismes génétiquement modifiés. » ;

11° L'article L. 535-2 est abrogé ;

12° L'article L. 535-4 est ainsi rédigé :

Art.L. 535-4.-Toute demande d'autorisation de dissémination volontaire est assortie du versement d'une taxe à la charge du demandeur. Le montant de cette taxe est fixé par arrêté du ou des ministres compétents en fonction de la nature de la demande et de la destination, lucrative ou non, de la dissémination, dans la limite de 15 000 €.

Le recouvrement et le contentieux du versement institué au présent article sont suivis par les comptables du Trésor selon les modalités fixées aux articles 81 à 95 du décret n° 62-1587 du 29 décembre 1962 portant règlement général sur la comptabilité publique. » ;

13° Dans le I de l'article L. 535-5, la référence : à l'article L. 535-2 » est remplacée par les références : aux articles L. 533-3-1 et L. 533-8 » ;

14° Dans le premier alinéa de l'article L. 536-1, les références : L. 125-3, » et , L. 533-2 » sont supprimées ;

15° Dans l'article L. 536-2, la référence : L. 533-7 » est remplacée par la référence : L. 533-8 » ;

16° Dans le 1° de l'article L. 536-4, après le mot : volontaire », sont insérés les mots : à toute autre fin que la mise sur le marché » ;

17° Dans le premier alinéa de l'article L. 536-5, la référence : L. 535-2 » est remplacée par les références : L. 533-3-1, L. 533-8 » ;

18° Dans l'article L. 536-7, le mot : chapitre » est remplacé par les mots : titre et des textes pris pour leur application ».

Article 15

Le livre Ier de la cinquième partie du code de la santé publique est complété par un titre V ainsi rédigé :

« TITRE V

« PRODUITS DE SANTÉ COMPOSÉS EN TOUT OU

PARTIE D'ORGANISMES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉS

« Art. L. 5150-1. - Les articles L. 125-3, L. 531-1 à L. 531-4, L. 533-1 à L. 533-8, L. 535-1 à L. 535-9, L. 536-1 à L. 536-8 et L. 537-1 du code de l'environnement s'appliquent aux produits mentionnés à l'article L. 5311-1 et aux médicaments vétérinaires mentionnés à l'article L. 5141-1 du présent code. »

CHAPITRE V : SOUTIEN A LA RECHERCHE

Article 16

Le 4° de l'article L. 114-3-1 du code de la recherche est complété par un alinéa ainsi rédigé :

« A ce titre, l'agence veille à ce que les procédures d'évaluation mises en œuvre prennent en compte les activités d'expertise conduites par ces personnels dans le cadre de commissions à caractère consultatif placées auprès d'une autorité de l'Etat, quelles que soient leurs dénominations, ou dans le cadre des activités d'une autorité administrative indépendante. »

Article 17

La recherche publique développe les recherches consacrées à la génomique végétale, à la toxicologie, à l'épidémiologie et à l'entomologie, soutient le développement des techniques permettant de détecter les organismes génétiquement modifiés et leur traçabilité dans les produits, d'étudier leur toxicité à long terme et d'intensifier les recherches sur la précision de l'insertion du transgène et l'interaction entre l'insertion du gène et l'expression du génome. Elle encourage les coopérations scientifiques avec les pays du Sud, soutient des réseaux épidémiologiques performants et participe au développement d'un réseau européen d'allergologie.

Les pouvoirs publics favorisent la mobilité des chercheurs qui s'engagent dans cette expertise scientifique.

CHAPITRE VI : DISPOSITIONS DIVERSES

Article 18

Le II de l'article 90 de la loi de finances rectificative pour 1992 (n° 92-1476 du 31 décembre 1992) est abrogé.

Article 19

Le dernier alinéa de l'article L. 533-3 du code de l'environnement entre en vigueur au 1er janvier 2009.

Les autorisations de dissémination volontaire à toute autre fin que la mise sur le marché délivrées avant le 1er janvier 2009 pour des organismes présentant les caractéristiques énoncées au dernier alinéa du même article L. 533-3 prennent fin à cette date.

Article 20

Les critères de classement des organismes génétiquement modifiés en vigueur à la date de publication de la présente loi s'appliquent jusqu'à leur modification par le décret prévu au dernier alinéa de l'article L. 532-1 du code de l'environnement dans sa rédaction issue de l'article 13 de la présente loi.

Article 21

I. - Les lots de semences contenant des semences génétiquement modifiées sont clairement étiquetés. Ils portent la mention : « contient des organismes génétiquement modifiés ».

Les dispositions du premier alinéa ne sont pas applicables aux traces accidentelles ou techniquement inévitables présentes au-dessous d'un certain seuil. Ce seuil est fixé par décret, espèce végétale par espèce végétale.

II. - Les seuils fixés en application du I sont en vigueur jusqu'à ce que des seuils pour les mêmes espèces végétales soient fixés conformément au paragraphe 2 de l'article 21 de la directive 2001/18/CE du Parlement européen et du Conseil, du 12 mars 2001, relative à la dissémination volontaire d'organismes génétiquement modifiés dans l'environnement et abrogeant la directive 90/220/CEE du Conseil.

III. - Ces dispositions ne sont applicables qu'aux semences dont la destination finale est le territoire français.

Annexe 2 : Guide des produits avec ou sans OGM en 2008 de Greenpeace

POURQUOI CE GUIDE ?

Depuis 1996 et les premières importations d'organismes génétiquement modifiés (OGM) en Europe, les consommateurs ont choisi : ils ne veulent des OGM ni dans les champs, ni dans leurs assiettes.

LES OGM DANS NOTRE ALIMENTATION

Les OGM peuvent être utilisés comme ingrédients dans l'élaboration de nombreux produits alimentaires (huile de soja, pop- corn, biscuits, etc.). La réglementation européenne actuelle impose d'étiqueter ces produits dès lors qu'un de leurs ingrédients contient plus de 0,9 % d'OGM (liste ci-dessous). La résistance des consommateurs a permis de limiter le nombre de ces aliments.

Mais plus de 80 % des OGM sont destinés à l'alimentation des animaux d'élevage. On nourrit avec du maïs et du soja transgéniques les vaches, les porcs ou les volailles à partir desquels on prépare des aliments (laitages, charcuterie, plats cuisinés, etc.). Or la loi n'impose pas d'étiqueter ces produits.

Cette lacune de la réglementation a des conséquences très graves. Elle permet aux OGM de s'introduire dans nos assiettes à notre insu, et donc de s'imposer dans l'alimentation en dépit de l'opposition massive des consommateurs !

QU'EST-CE QU'UN OGM ?

C'est un organisme vivant dont on a manipulé le patrimoine génétique afin de lui conférer certaines propriétés (tolérance à un herbicide ou production d'un insecticide).

LE GUIDE DES PRODUITS AVEC OU SANS OGM

Depuis 1998, Greenpeace édite et actualise ce guide pour pallier les insuffisances de l'étiquetage et donner aux consommateurs une information leur permettant de choisir une alimentation sans OGM. Pour le réaliser, Greenpeace envoie un questionnaire aux industriels de l'agroalimentaire afin de savoir s'ils utilisent des produits élaborés à partir d'animaux nourris aux OGM. Selon leurs déclarations, ces produits sont classés dans l'une de ces trois catégories :

Vert : le fabricant garantit ne pas utiliser de produits issus d'animaux nourris aux OGM.

Orange : le fabricant affirme avoir entamé une démarche pour exclure les OGM mais ne peut pas encore garantir qu'il n'en utilise plus du tout.

Rouge : le fabricant ne garantit pas que la fabrication de ses produits se fait hors de la filière OGM ou bien n'a pas répondu au questionnaire.

N'oubliez pas : le pouvoir est dans le caddie ! En privilégiant les produits "verts", vous protégez votre santé, bien sûr, mais surtout vous agissez concrètement pour barrer la route aux OGM et ainsi préserver l'environnement !

CE QUE DEMANDE GREENPEACE

- un moratoire sur les cultures expérimentales et commerciales d'OGM en plein champ ;
- une obligation d'étiquetage des produits issus d'animaux nourris avec des OGM ;
- une loi sur les OGM qui protège l'environnement et les citoyens de la contamination génétique.

Greenpeace s'oppose à la dissémination des OGM dans l'environnement et à leur introduction dans la chaîne alimentaire, mais pas à la recherche en milieu confiné.

LES PRODUITS BIO : LA VALEUR SURE

Le cahier des charges de l'agriculture biologique exclut les OGM. En achetant des produits qui arborent l'un de ces logos (liste non exhaustive), vous évitez à coup sûr les OGM et soutenez une forme d'agriculture respectueuse de l'environnement. Attention : ni les cahiers des charges Label rouge ni ceux des appellations d'origine contrôlée (AOC) n'excluent systématiquement l'utilisation de produits OGM. Vérifiez que ces produits figurent dans la liste verte avant de les acquérir.

Note : dans ce guide, les produits Label rouge sont signalés par l'abréviation "LR".

LES PRODUITS ÉTIQUETÉS OGM : PLUS FACILES À ÉVITER

Aujourd'hui, parce que les consommateurs ont clairement signifié leur refus des OGM, on ne compte qu'une trentaine de produits alimentaires portant la mention « issu d'organismes génétiquement modifiés » sur l'étiquette (obligatoire à partir de 0,9 % d'OGM). Aidez-nous à compléter la liste suivante en nous signalant les produits étiquetés OGM que nous n'aurions pas repérés (detectivesOGM@greenpeace.fr).

Les huiles de soja : P. Dumortier Frères (Beffroi), Lesieur (Alba, Maurel / Huilor), Huileries de Lapalisse, Huileries de Sérignan (Loumas), Associated Oil Packers (Amphora).

Produits importés : Hunt's (ketchup, sauce Hickory BBQ), Classic Foods (Sauce barbecue, Steak sauce, Pancake syrup, Blue cheese sauce, Ranch sauce, Caesar sauce, 1000 Island sauce), Post (céréales Oreo O's avec marshmallow), Azteca Milling (farine de maïs Maseca), Fluff (pâte de marshmallow), Added Touch Shirrif (préparations pour muffins, brownies ou pain d'épices), Newman's Own (popcorn Natural et Butter, A&W Root Beer (soda en cannette).

MARQUES DE DISTRIBUTEURS : MÉFIANCE !

Les grandes chaînes de supermarchés distribuent de nombreux produits alimentaires sous leurs propres marques. Ces « marques de distributeurs » peuvent porter le nom de l'enseigne : c'est le cas des produits Carrefour, Auchan, Monoprix, Casino ou Leaderprice. Elles peuvent aussi avoir un autre nom : par exemple, Marque Repère chez Leclerc, Dia chez Ed, Reflets de France pour Champion, Chabrior chez Intermarché ou encore Le Savoir des saveurs pour Système U. La quasi-totalité de ces marques de distributeurs tolèrent les produits provenant d'animaux nourris aux OGM. Partez donc du principe qu'elles sont classées en rouge dans notre guide, même si nous ne les avons pas fait apparaître systématiquement afin de ne pas allonger inutilement nos listes.

Des distributeurs font cependant des efforts :

- Certains proposent sous leurs propres marques des produits bio. S'ils portent le logo AB, pas de problème : c'est la garantie qu'ils excluent les OGM.
- Les produits issus de la Filière qualité Carrefour (FQC) obéissent à un cahier des charges qui exclut les produits OGM ou provenant d'animaux nourris aux OGM.
- Certaines marques de distributeurs garantissent ne pas utiliser d'OGM pour quelques produits spécifiques. Ils apparaissent alors dans nos listes en vert ou orange.

POUR ALLER PLUS LOIN

- **Portez le badge**

  Une façon amusante d'interpeller votre entourage, les agriculteurs, les commerçants… À mettre en toutes circonstances ! Pour recevoir un badge, envoyez-nous une enveloppe timbrée.
- **Devenez détective OGM**

  Sur www.detectivesOGM.org , vous retrouverez votre Guide OGM, ainsi que le mode d'emploi pour devenir « détective » et nous aider à débusquer les OGM dans les magasins et dans les champs.
- **Interpellez les commerçants**

  En leur envoyant un courrier et en discutant avec eux, demandez aux fabricants et aux distributeurs de produits alimentaires d'exclure les OGM et envoyez-nous leur réponse !

Greenpeace est une organisation de défense de l'environnement, internationale et non-violente. Pour garantir son indépendance, elle refuse les subventions publiques comme les contributions des entreprises. Greenpeace ne vit que des dons et du soutien fidèle de ses trois millions d'adhérents. Rejoignez-nous !

LISTE DES PRODUITS AVEC OU SANS OGM

Les derniers changements : Encore plus de fromages AOC rejettent l'utilisation d'OGM dans l'alimentation des animaux. Décidément, la qualité ne se marie pas avec les OGM. Les décrets 2007-822 et 2007-949 des 11 mai et 15 mai 2007 confirment que les fromages AOC Comté et Abondance ne peuvent provenir de vaches nourries avec des OGM. Le Comté AOC figurait déjà dans la liste verte des produits sans OGM de Greenpeace, suite aux engagements reçus des producteurs. Le fromage Abondance fait son entrée dans cette liste verte. Bravo aux éleveurs qui refusent l'alimentation OGM pour leurs animaux.

Les produits surlignés en vert sont les produits qui ont basculé dans la catégorie verte depuis l'édition du guide de septembre 2006.

Les produits surlignés en jaune sont les produits qui ont basculé dans la catégorie orange depuis l'édition du guide de septembre 2006.

Les produis surlignés en rouge sont les produits qui ont basculé dans la catégorie rouge depuis l'édition du guide de septembre 2006.

RUBRIQUE : DIVERS

ALIMENTS POUR BÉBÉS

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Blédina**	Blédina, Blédine, Blédilait, Blédidej, Bledichef, Gallia
Rouge	**Candia**	Babylait, lait Croissance
Rouge	**Celia**	Lait Laicran, Lait Pilote
Vert	**Heinz Frozen & Chilled Foods**	Petits pots variés, lait
Rouge	**Milupa Nutricia**	Milupa, Nutricia
Rouge	**Nestlé**	Guigoz (Evolia, lait 1er âge, lait 1er âge confort,lait 2e âge confort, lait 2e âge, lait de croissance), Mon potager, Ma première céréale, Céréale infantile, Ptit Duo, Sélection du verger, Ptit Menu, Ptit Biscuit...

PRODUITS DIÉTÉTIQUES

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Distriborg**	Gayelord Hauser, Pleniday
Rouge	**Gerlinéa**	Gerlinéa
Orange	**Nutrition & Santé**	Céréal, Gerblé
Rouge	**Unilever Bestfoods**	Slim Fast
Rouge	**Weight Watchers**	Weight Watcher

ALIMENTS POUR ANIMAUX DE COMPAGNIE

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Affinity Petcare**	Advance, Brekkies Excel, Brekkies Excel Pro Range, Play Cat, Play Dog, Premium, Repas complet, Repas Equilibre, Ultima
Vert	**Bogro**	Belcando, Leonardo, Dogland, Bewidog, Bewicat
Rouge	**Elsay et Riga**	Riga, Youpi
Orange	**Iams & Eukanuba**	Eukanuba, Iams
Vert	**JSA**	Forza10
Rouge	**Masterfoods**	Canigou, Cesar, Frolic, Kitekat, Loyal, Pedigree, Ron Ron, Sheba, Whiskas
Rouge	**Nestlé Purina Petcare**	Friskies, Fido, Gourmet, Felix, Vital Balance, One Mac'Ani, Proplan, Dog-Chow, Cat-Chow
Rouge	**Royal Canin**	Royal Canin, VetDiet, VetSize, VetCat, Size Nutrition, Feline Nutrition, Selection, Selection Cat
Rouge	**Vitakraft Simon Louis**	Vitakraft

RUBRIQUE : ŒUFS, POISSONS

ŒUFS

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Agrial**	Le Campagnard LR
Rouge	**Appro**	Lustucru, La Mère Poulard
Vert	**Carrefour**	Carrefour (œufs de poules pondeuses)
Vert	**Cora**	Produits Engagement dès l'origine (œufs de poules pondeuses)
Vert	**Groupement qualité Cocorette**	Cocorette (œufs fermiers) LR
Vert	**LDC**	Œufs fermiers de Loué LR
Rouge	**Matines**	Matines, Mas d'Auge
Rouge	**Moisson**	Moisson

POISSONS

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Vert	**Aqualande**	Aqualande marée, Landvika, Ovive, truite fumée
Vert	**Aquanord**	Bar, daurade royale, maigre
Vert	**Auchan**	Truite, saumon
Vert	**Carrefour**	Filière qualité Carrefour (truite, saumon)
Vert	**Casino**	Terre et saveur (truite, saumon)
Vert	**Cora**	Produits Engagement dès l'origine (bar, crevette, daurade, saumon)
Vert	**Delpierre**	Saumon
Vert	**Elsamer**	Fario de Camaret
Vert	**Fauchon**	Saumon, rillettes de la mer, soupe de poissons
Rouge	**FMB-Aquapole**	Bar
Vert	**France-Turbot**	Turbot LR
Vert	**Labeyrie**	Saumon fumé
Vert	**Lenôtre**	Poisson, saumon fumé
Vert	**Normandie truites**	Normandie truites
Rouge	**Paul Paulet**	Petit Navire (salades, spécialités, mousses, rillettes)
Vert	**Thiriet**	Saumon Atlantique, saumon fumé, truite Arc-en-Ciel, omble chevalier
Vert	**Viviers de France**	Truites

RUBRIQUE : ÉPICERIE SALÉE

BISCUITS APÉRITIFS

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Orange	**Ancel**	Ancel
Rouge	**The Lorenz Bahlsen Snack**	Bahlsen Stackers Bacon, Monster Munch goût jambon-fromage…
Rouge	**Lu**	Heudebert, Taillefine…

CONDIMENTS, SAUCES

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Vert	**Barilla**	Barilla
Orange	**Bénédicta**	Bénédicta
Vert	**Bonduelle**	Amora
Rouge	**Campbell**	Lesieur
Vert	**Heinz**	Sauces à la viande
Rouge	**Masterfoods**	Sauces Uncle Ben's
Rouge	**Nestlé**	Maggi, Buitoni
Rouge	**Panzani**	Panzani
Rouge	**Sacla**	Sacla Italia
Rouge	**Unilever Bestfoods**	Maille

CONSERVES, TERIINES

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Compagnie générale de conserve**	D'Aucy
Rouge	**Covi**	Avon et Ragobert, Paul et Louise, Hereford
Vert	**Fauchon**	Foie gras, terrines de gibier
Rouge	**Jean Henaff**	Jean Henaff
Vert	**La Bastide gourmande**	Foie gras
Rouge	**Le Canard du Midi**	Le Canard du Midi
Rouge	**Panzani**	Panzani
Rouge	**Raynal et Roquelaure**	Zapetti, Raynal et Roquelaure
Rouge	**Tulip**	Tulip

PÂTES, PURÉE

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Alpina Savoie**	Taillerins, crozets
Vert	**Barilla**	Lasagnes aux œufs, tortellinis au fromage, tagliatelles aux œufs…
Vert	**Bonduelle**	Les Purées gourmets
Vert	**Coopérative Jeune Montagne**	Aligot de l'Aubrac
Vert	**Heimburger**	Pâtes d'Alsace Grand'Mère
Rouge	**Masterfoods**	Suzi Wan
Rouge	**Nestlé**	Mousline (saveur à l'ancienne, au lait entier…)
Vert	**Vico**	Vico

SOUPES

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Campbell**	Liebig, Royco Minute Soup
Rouge	**Nestlé**	Maggi
Vert	**Soup'idéale**	Soup'idéale
Rouge	**Unilever Bestfoods**	Soupes Knorr

RUBRIQUE : PLATS CUISINÉS, PRODUITS SURGELÉS

PLATS CUISINÉS

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Socopa**	Valtero
Rouge	**Arrive SA**	Maître Coq
Vert	**Arro**	Arro
Vert	**Bonduelle**	Bonduelle
Rouge	**Compagnie générale de conserve**	D'Aucy
Rouge	**Covi**	Paul et Louise
Vert	**Delpeyrat**	Delpeyrat
Rouge	**Doux**	Père Dodu
Rouge	**France Champignon**	Champignons au beurre, à la crème fraîche...
Rouge	**Houdebine**	Houdebine
Rouge	**Jean Henaff**	Jean Henaff
Vert	**La Bastide gourmande**	La Bastide gourmande

Rouge	**Le Canard du Midi**	Le Canard du Midi
Rouge	**Loeul et Piriot**	Loeul et Piriot
Rouge	**Marie Groupe Uniq**	Luang, Marie, Paul Bocuse
Rouge	**Moy Park**	Moy Park
Rouge	**Nestlé**	Herta
Rouge	**Raynal et Roquelaure**	Zapetti, Raynal et Roquelaure
Rouge	**Socopa**	Valtero
Rouge	**Sodebo**	Sodebo, Kim Tan
Rouge	**Spanghero**	Spanghero
Rouge	**Stoeffler**	Stoeffler
Rouge	**Tipiak**	Tipiak
Rouge	**Unicopa**	Vatelis
Rouge	**William Saurin**	Petitjean, William Saurin, Garbit

PRODUITS SURGELÉS

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Orange	**Ancel**	Ristorante
Vert	**Aqualande**	Aqualande surgelés
Rouge	**Arrive SA**	Maître Coq
Vert	**Bonduelle**	Bonduelle
Rouge	**Celvia**	Anne d'Arvor
Vert	**Coopérative Jeune Montagne**	Aligot de l'Aubrac
Rouge	**Doux**	Père Dodu
Rouge	**Findus**	Findus
Vert	**Groupe ABC**	Charal (porc label rouge)
Rouge	Groupe ABC	Charal (boeuf non bio)
Rouge	**Houdebine**	Houdebine
Rouge	**Marie Groupe Uniq**	Marie
Rouge	**McCain**	McCain
Rouge	**Nestlé**	Maggi, Buitoni
Vert	**Picard surgelés**	Poissons (saumon, truite), viandes (veau, agneau, biche, canard)
Rouge	**Saveurs de France-Brossard**	Brossard
Rouge	**Tipiak**	Tipiak

GLACES

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Unicopa**	Vatelis
Rouge	**Unilever Bestfoods**	Knorr, Iglo
Rouge	**Candia**	Candia
Rouge	**Danone**	Gervais
Rouge	**General Mills**	Häagen-Dazs
Vert	**Jeff de Bruges**	Jeff de Bruges
Rouge	**Léonidas**	Léonidas
Rouge	**Masterfoods**	Mars glacés, Twix glacés, Bounty glacés, Snickers glacés
Rouge	**Nestlé**	Extrême, Mystère, Sveltesse,Yoco, Sundae, la Laitière
Vert	**Pôle Sud**	Sud Régal
Rouge	**Saveurs de France-Brossard**	Brossard
Rouge	**Unilever Bestfoods**	Magnum, Carte d'or, Miko, Solero, Ben & Jerry's

RUBRIQUE : BOULANGERIE, VIENNOISERIE, CONFISERIE

PRÉPARATIONS POUR GÂTEAUX

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Orange	**Ancel**	Ancel
Rouge	**Ducros Mc Cormick**	Vahiné
Rouge	**Nestlé**	Herta
Vert	**Spécialités Supplex**	Supplex
Rouge	**Unilever Bestfoods**	Alsa

BARRES CHOCOLATÉES

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Kellogg's**	Special K, Kellogg's Extra, Smacks, Frosties, Choco Pops, Rice Krispies…
Rouge	**Lu**	Grany, Prince, Petit Écolier, Pépito, Taillefine…
Rouge	**Masterfoods**	Balisto, Milky Way, Twix, Mars, Bounty, M&M's, Maltesers, Snickers…
Vert	**Spécialités Supplex**	Supplex

BISCUITS

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Orange	**Andros**	Biscuits Bonne Maman,
Orange	**Andros**	Biscuiterie de la baie du Mont-Saint-Michel
Rouge	**Bahlsen St Michel**	Galettes St Michel, Sablé de Retz, Roudor…
Rouge	**Cadbury**	Fingers, Z'animo…
Orange	**Fauchon**	Biscuits
Rouge	**Lu**	La Barquette, Captain Choc, Grany, Hello!, Mikado, Napolitain, Ourson, Pépito, Petit Écolier, Petit Cœur, Petit Lu, Pim's, Prince, la Pause Taillefine, Véritable Petit Beurre...
Rouge	**Nestlé**	Nesquik, Chocapic, Golden Grahams…
Orange	**United Biscuits**	BN, Delacre…

CÉRÉALES POUR LE PETIT DÉJEUNER

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	Kellogg's	Special K, Frosties Grrr, Country Store, Smacks Trésor
Rouge	Nestlé	Fitness, Lion, Crunch, Golden Grahams…
Vert	Quaker Oats	Cruesli au chocolat au lait
Rouge	Weetabix	Weetos

CHOCOLAT, CONFISERIE

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Cadbury**	La Pie qui chante, Carambar, Krema, Mi-cho-ko, Poulain
Orange	**Cémoi**	Cémoi
Orange	**CFCC-Schaal**	Marquise de Sévigné
Orange	**Confiserie Léonidas**	Léonidas
Orange	**Fauchon**	Chocolat, confiserie
Rouge	**Ferrero**	Duplo, Ferrero Rocher, Kinder, Nutella
Rouge	**Haribo**	Haribo
Orange	**Jeff de Bruges**	Jeff de Bruges
Rouge	**Kraft Foods**	Côte d'Or, Milka, Suchard, Toblerone, Daim
Rouge	**Lamy-Lutti**	Lutti
Orange	**Lindt & Sprüngli**	Lindt
Vert	**Mathez**	Mathez
Rouge	**Nestlé**	La Laitière, Nestlé, Merveilles du monde, Menier, Galak, After Eight, Crunch, Kit Kat, Sundy, Nuts, Lion, Smarties

PAINS, VIENNOISERIES, BRIOCHES

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Bahlsen St Michel**	Madeleines de Commercy
Orange	**Harry's**	Harry's
Rouge	**Jacquet**	Maxi Jac', pain extra brioché
Rouge	**La Boulangère**	Les Grignotins, les Goûters Whaou!, pains aux raisins…
Vert	**La Fournée Dorée**	La Fournée dorée
Rouge	**Lu**	Pelletier, Ourson Petit Dej, Prince Petit Dej, les Matins Taillefine…
Vert	**Pasquier**	Brioche chinoise à la crème, brioche Pitch au chocolat, beignets aux pommes

RUBRIQUE : PRODUITS LAITIERS

LAIT, BEURRE, CRÈME

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Candia**	Candy'up, Viva, Silhouette, Grandlait, Calcium Plus, Candy Maxi, Nactalia…
Vert	**Carrefour**	Lait de montagne
Rouge	**Caves fromagères**	Beurre, crème des Hauts Terroirs
Rouge	**Celia**	Beurre marin, beurre baratte
Rouge	**Compagnie laitière**	Elle & Vire, Corman européenne
Rouge	**Échiré**	Beurre Charentes-Poitou AOC
Rouge	**Eurial Poitouraine**	Beurre Grand Fermage
Rouge	**Fromagerie du Val**	Beurre baratte, d'Ay-Ets Reaux, crème fraîche épaisse
Rouge	**Fromagerie Les Courtenay**	Crème fraîche
Vert	**Gerentes SA-Laiterie des monts Yssingelais**	Beurre
Rouge	**Gillot**	Lait cru pasteurisé
Orange	**Isigny Sainte-Mère**	Beurre, crème
Rouge	**Lactalis**	Bridel, Lactel, Bridelight, Bridélice, beurre Président, B'A, Primevère
Rouge	**Laita**	Beurre Paysan breton
Vert	**Laiterie Antoine Garmy**	Beurre baratte, crème
Rouge	**Le Francomtois**	Crème
Vert	**Lenôtre**	Crème, lait
Vert	**Les Paulinetoises**	Beurre de brebis
Vert	**Munster Fischer**	Lait cru pasteurisé fermier
Rouge	**Nestlé**	Gloria
Rouge	**Régilait**	Régilait
Rouge	**Yoplait**	Fleurette, crème fraîche…

YAOURTS

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Danone**	Taillefine, Actimel, Activia, Charles Gervais, Danao, Danette, Dany, Fjord, Jockey, Actimel, Petits Musclés...
Rouge	**Jousseaume Gaec**	Yaourt au lait de chèvre
Rouge	**Nestlé**	Viennois, la Laitière, LC1, Flanby, Yoco, Sveltesse, Maronsui's, Kremly, P'tit Gourmand
Orange	**Novandie**	Mamie Nova
Rouge	**Senoble**	Senoble
Rouge	**Yoplait**	Perle de lait, Panier de Yoplait…

FROMAGES

De plus en plus de fromages d'appellation d'origine contrôlée (AOC) figurent en liste verte, quelles que soient les marques sous lesquelles ils sont commercialisés. C'est le cas de :

<u>En vert</u> : Abondance, Beaufort, Bleu de Gex, Chevrotin, Cantal, Chevrotin, Comté, Emmental, Gruyère, Laguiole, , Mâconnais, Mont d'or ou vacherin du Haut-Doubs, Neuchâtel, Reblochon, Rocamadour, Roquefort, Saint-Nectaire, Salers, Tome des Bauges, Tomme de Savoie, Ossau-Iraty.
<u>En orange</u> : Epoisse

Pour les autres fromages AOC, référez-vous à notre liste.

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Agour fromages du Pays basque**	Fromage basque
Rouge	**Agrial**	Cœur de lion
Rouge	**Berry Touraine**	Fromage de chèvre AOC fermier (Sainte-Maure de Touraine)
Orange	**Berthaut fromagerie**	Fromage à pâte molle et croûte lavée, dont époisses principalement
Rouge	**Bongrain**	Bresse bleu, Carré frais, Chamois d'or, Cœur de lion , Fol Épi, Ligne & Plaisir, Caprice des dieux, Chaumes, Chavrou, P'tit Louis, Saint Agur,

		Saint Albret, Saint Moret, Le Vieux Pané…
Rouge	**CAL de Blamont**	Brie de Meaux, coulommiers, munster…
Rouge	**Cancoillotte Poitrey**	Cancoillotte
Vert	**Carrefour**	Filière qualité Carrefour (bleu d'Auvergne, fourme d'Ambert, Mont d'or, morbier, tomme de Savoie, Ossau-Iraty, reblochon, munster, crottin de Chavignol, cantal, camembert)
Rouge	**Caves fromagères des Hauts Terroirs**	Fromage de chèvre, fromage de brebis
Rouge	**Celia**	Chaussée aux moines, Petit St-Paulin
Vert	**Chevenet**	Fromage de chèvre fermier
Rouge	**Chevrechard**	Fromage de chèvre
Rouge	**Compagnie laitière européenne**	Fulvio, Pallazina, Suprema, Volcoré, From' salade, Feta Islos
Rouge	**Compagnons fromagers**	Fromage frais, fromage à pâte molle, fromage à pâte persillée, fromage à pâte pressée
Vert	**Coopérative de Yenne**	Fromage à pâte pressée, tomme de Savoie, gruyère
Vert	**Coopérative Jeune Montagne**	Fromage à pâte pressée
Rouge	**Coulet Gabriel**	Fromage à pâte persillée, fromage de brebis, roquefort, feta
Vert	**Edelmont**	Abondance AOC, reblochon AOC
Rouge	**Entremont**	Entremont, Meule d'or, Juragruyère, Ripoz LR
Rouge	**Eurial Poitouraine**	Soignon
Orange	**Fauchon**	Fromages
Rouge	**Ferme de Tremblaye**	Fromage à pâte molle, fromage à pâte persillée, fromage à pâte presséecuite, fromage de chèvre
Rouge	**Fromagerie Bel**	Apéricube, Babybel, Bonbel, Cousteron, Kiri, La Vache qui rit, Leerdammer, Port Salut, Samos, Six au choix, Sylphide, Toastinette
Vert	**Fromagerie Chabert**	Fromage à pâte pressée
Vert	**Fromagerie de Banon**	Fromage de chèvre
Rouge	**Fromagerie de Fontenille**	Fromage de chèvre
Vert	**Fromagerie de l'Abbaye de Vergaville**	Haxaire, le trésor lacté
Rouge	**Fromagerie de la Houssaye**	Pont-l'évêque et livarot, pavé d'Auge et Deauville
Rouge	**Fromagerie de la Tournette-Verdannet**	Fromage de Savoie
Rouge	**Fromagerie Delin**	Fromage frais moulé à la louche
Vert	**Fromagerie de Tamié**	Le Tamié
Rouge	**Fromagerie Donge**	Brie de Meaux AOC, coulommiers au lait cru
Vert	**Fromagerie du Pays Welsche**	Haxaire, le trésor lacté
Rouge	**Fromagerie du Plessis**	Pont-l'évêque et spécialités fromagères
Rouge	**Fromagerie du Val d'Ay-Ets Reaux**	Camemberts AOC
Vert	**Fromagerie Édouard Conus**	Abondance, beaufort, reblochon et tomme de Savoie
Orange	**Fromagerie Gaugry**	fromage de Bourgogne au lait cru
Vert	**Fromagerie Hess**	Fromage à pâte molle
Rouge	**Fromagerie Jean Faup**	Tomme des Pyrénées
Vert	**Fromagerie Le Curé nantais**	Curé nantais
Rouge	**Fromagerie Le Moulis**	Le Moulis , vache au lait cru, gamme de fromages de chèvre, brebis et mixtes
Vert	**Fromagerie Les Aliziers**	Pérail de Cabasses
Vert	**Fromagerie Les Courtenay**	Fromage au lait cru
Vert	**Fromagerie Masson**	Fromage de Savoie
Rouge	**Fromagerie Pierucci**	Fromage de brebis et de chèvre
Vert	**Fromagerie Ottavi**	Fromage corse (brebis, chèvre)
Rouge	**Fromagerie Poitou Chèvre**	Spécialité de fromage de chèvre
Vert	**Fromagerie Renard Gillard**	Brie de Meaux AOC
Rouge	**Fromagerie Soron**	Saint-nectaire fermier, tomme, Gaperon ficelle
Rouge	**Fromageries de l'Étoile**	Saint-félicien, saint-marcellin, cabécou aux lardons, cabécou au magret, saint-félicien LR
Rouge	**Fromageries Pochat et Fils**	Fromage de chèvre, Abondance, beaufort, chevrotin, emmental de Savoie, raclette, reblochon, tomme de Savoie
Vert	**Fromageries Vagne**	Fromage du Jura
Orange	**Fruitière à Comté**	Morbier, tomme du Jura (et comté AOC, toujours en vert)
Vert	**Gerentes SA Laiterie des monts Yssingelais**	Fromage de chèvre, des monts Yssingelais fromage de brebis

Rouge	**Gillot**	Fromage normand à pâte molle AOC
Rouge	**Graindorge**	Fromage de Normandie AOC
Vert	**Grillot**	Comté AOC, morbier AOC, Mont d'or AOC
Orange	**Isigny Sainte-Mère**	Fromage Isigny Sainte-Mère, pont-l'évêque AOC, mimolette LR
Rouge	**Jousseaume Gaec**	Taupinière, Taupinette, Grand Mémé
Rouge	**Lactalis**	Le Petit, Président, Lou Pérac, Rouy, Bridelight, Rondelet, Salakis, Bridel, Boule d'or, Le Roitelet, Raguin, Lanquetot, Istara, Beulet
Rouge	**Laita**	Les Recettes de Madame Loïk (Paysan breton)
Vert	**Laiterie Antoine Garmy**	Tomes, Gaperons, brique du Forez, Rogeret, pavé de la Dore, Gaillard, Gluis, saint-nectaire fermier Soron, brique d'Auvergne, Chèvreton, bûches de chèvre, crottins, brebis d'Astier, brique de brebis
Rouge	**Le Francomtois**	Gruyère, cancoillote
Orange	**Les Fermiers basco-béarnais**	Fromage de chèvre
Vert	**Les Fermiers du Rocamadour**	Les Fermiers du Rocamadour, Les Gariottes
Rouge	**Les Fromages Onetik**	Onetik
Rouge	**Les Fromageries Riches Monts**	Le Rustique, le brie Révérend,munster Lisbeth, Tourrée de l'Aubier, Riches Monts, Sancy, Montségur
Rouge	**Lesire et Roger**	Maroilles AOC et spécialités du Nord
Vert	**Les Monts de Joux**	Morbier, Mont d'or, bleu de Gex, comté AOC
Vert	**Les Paulinetoises**	Fromage de brebis
Vert	**Les Terres d'Auvergne**	Bleu d'Auvergne, fourme d'Ambert, saint-nectaire, tomme
Orange	**Lincet Sasu**	Le Paillou, Le Soumaintrain, Saint-florentin, époisses, chaource…
Rouge	**Matocq**	Bleu d'Auvergne, brie de Meaux, brocciu, chaource, fourme d'Ambert, Livrat, Ossau-Iraty, roquefort…
Vert	**Munster Fischer**	Munster AOC, munster à flamber
Vert	**Papillon fromageries**	Roquefort AOC, Pérail, Brébille, Margalet, Caruchon…
Rouge	**Per Inter**	Fromage de chèvre, fromage de brebis
Vert	**SARL du Pic**	Fromage de chèvre au lait cru
Vert	**Segalafrom**	Fromage de chèvre
Vert	**Société fromagère du Livradois**	Cantal laitier AOC, Salers AOC
Rouge	**Unilever Bestfoods**	Boursin

RUBRIQUE : BOUCHERIE, CHARCUTERIE

BŒUF, VEAU

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Socopa**	Valtero
Vert	**Assoc. Belle Bleue**	Bœuf Belle Bleue LR
Vert	**Assoc. bœuf blond**	Bœuf blond d'Aquitaine LR d'Aquitaine
Rouge	**Assoc. bœuf de Chalosse**	Bœuf de Chalosse LR
Vert	**Assoc. bœuf fermier Aubrac**	Bœuf fermier Aubrac LR
Vert	**Assoc. bœuf fermier du Maine**	Bœuf fermier du Maine LR
Vert	**Assoc. bovins gascons/Groupe gascon**	Bœuf gascon LR
Rouge	**Assoc. bovins qualité Bretagne**	Veau fermier Bretanin LR
Rouge	**Assoc. Charolais Label rouge**	Charolais LR
Vert	**Assoc. des viandes de qualité de Haute-Loire**	Limousine Tendre Saveur, limousine des monts du Velay LR
Rouge	**Assoc. Qualité bœuf fermier de Vendée**	Bœuf fermier de Vendée Val-de-Loire LR
Vert	**Auchan**	Veau d'Aveyron et du Segala LR
Rouge	**Bovins de Cornouaille**	Bovins de Cornouaille LR
Rouge	**Filière qualité race normande**	Filière qualité race normande
Vert	**Fleury Michon**	Filière Bleu-Blanc-Cœur
Rouge	**Groupe ABC**	Bigard
Rouge	**Groupe ABC**	Charal (bœuf non bio)
Rouge	**Lactalis**	Tendriade, Eurovo, Voréal
Rouge	**Normandie bovins**	Veau de Normandie LR
Rouge	**Qualisud**	Bœuf de Bazas LR
Rouge	**Spanghero**	Spanghero
Rouge	**SUA Qualité de la chambre**	Blason Prestige LR (veau fermier du Limousin, bœuf limousin,

	d'agriculture du Limousin	Limousin Junior)
Rouge	**Veaux des monts du Velay**	Le Vedelou LR

CHARCUTERIE

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Socopa**	Valtero
Rouge	**Aoste**	Justin Bridou, Aoste, Cochonou, Calixte
Rouge	**Assoc. Ardennes de France**	Boudin de Reuthel LR
Rouge	**Assoc. de promotion des viandes du Centre**	Porc fermier d'Auvergne LR
Rouge	**Assoc. des produits fermiers du Sud-Ouest**	Porc fermier du Sud-Ouest LR
Vert	**Carrefour**	Filière qualité Carrefour (porc charcutier certifié Cooperl)
Vert	**Charcuterie vendéenne**	Jambon de Vendée LR
Rouge	**Consortium des salaisons d'Auvergne**	Saucissons, saucisses et jambons secs d'Auvergne LR
Orange	**Consortium du jambon de Bayonne**	Jambon de Bayonne LR, porc LR au grain du Sud-Ouest
Vert	**Cooperl-Hunaudaye**	Cooperl (demi-sel, saucisses)
Rouge	**Cooperl-Hunaudaye**	Les Éleveurs d'Armor, Yves le Pape
Vert	**Fleury Michon**	Filière Bleu-Blanc-Cœur
Rouge	**France d'Olona**	France d'Olona
Vert	**Gilbert Lemelle**	Andouillettes de Troyes
Rouge	**Groupement fermier d'Argoat**	Les Fermiers d'Argoat LR
Vert	**La Bastide gourmande**	Saucisses, jambons
Vert	**Lenôtre**	Jambons secs
Rouge	**Luissier Bordeau Chesnel**	Bordeau Chesnel
Rouge	**Madrange**	Madrange, Torero
Rouge	**Nestlé**	Herta
Rouge	**Projely**	Projely
Rouge	**Qualiporc**	Porc fermier de Vendée
Orange	**Saint-André**	Jambon cuit et rosette de Lyon LR
Vert	**Salaison Val d'Allier**	Salaison Val d'Allier
Rouge	**Salaisons Moroni**	César Moroni
Rouge	**Société bretonne de salaisons**	Jambons cuits, saucissons secs, pâtés et terrines
Rouge	**Spanghero**	Spanghero
Rouge	**Stoeffler**	Stoeffler
Rouge	**SUA Qualité de la chambre d'agriculture du Limousin**	Porc du Limousin LR
Vert	**Système U**	Saucisse certifiée Cooperl
Rouge	**Unicopa**	Brocéliande

LAPIN

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Vert	**Fleury Michon**	Filière Bleu-Blanc-Cœur
Vert	**Lapin qualité Bretagne**	Paille d'orée, Mémoire d'autrefois
Vert	**Lenôtre**	Lenôtre
Rouge	**Les Volailles du Périgord**	Le Croquant
Rouge	**Lionor**	Lionor
Rouge	**Loeul et Piriot**	Loeul et Piriot, Le Malicieux Lapin de France, Clovis du Poitou, Breizhad
Orange	**Marca Borot**	Lapin gourmand d'Auvergne

MOUTON, AGNEAU

L'agneau du Poitou-Charentes IGP figure en liste verte, quelles que soient les marques sous lesquelles il est commercialisé.

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Orange	**Aprovia**	Agneau fermier de l'Aveyron LR
Rouge	**Areovla**	Agneau de lait des Pyrénées, agneau du Périgord LR
Rouge	**Assoc. Charolais Label rouge du Centre**	Agneau viande du cœur de France LR
Orange	**Assoc. de l'agneau du Quercy et des pays d'Oc**	Agneau fermier des pays d'Oc, Le Bergeret l'agneau de lait LR

Orange	**Assoc. des éleveurs fermiers du Lot**	Agneau fermier du Quercy LR
Rouge	**Cesar**	Agneau de Sisteron LR
Vert	**Cipam**	Lou Paillol agneau fermier LR
Vert	**Coopérative ovine des Pyrénées-Orientales**	Agneau catalan, agneau El Xai agneau de pays LR, laiton des terroirs
Orange	**Copyc**	Agneau fermier Sélection des bergers LR
Vert	**Ferme de Clayrac**	Agneau
Vert	**Fleury Michon**	Filière Bleu-Blanc-Cœur
Rouge	**Loeul et Piriot**	Chevreau Cabriade
Rouge	**Opale**	L'Agneau de Jeanne
Vert	**Ovins du Centre ouest**	Le Diamandin LR
Rouge	**Syndicat d'élevage ovins de Vendée**	Agneau fermier des quatre saisons LR

PORC

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Assoc. de promotion des porcs du terroir**	Porpaï LR
Rouge	**Assoc. de promotion des viandes du Centre**	Porc fermier d'Auvergne LR
Rouge	**Assoc. des produits fermiers du Sud-Ouest**	Porc fermier du Sud-Ouest LR
Rouge	**Assoc. porc tradition Bretagne**	Porc fermier de tradition LR
Vert	**Carrefour**	Filière qualité Carrefour (porc charcutier certifié Cooperl)
Vert	**Fleury Michon**	Filière Bleu-Blanc-Cœur
Vert	**Groupe ABC**	Charal (porc LR)
Rouge	**Groupe ABC**	Charal (autres viandes de porc)
Rouge	**Groupement fermier d'Argoat**	Les Fermiers d'Argoat LR
Rouge	**Interprofession porcine d'Aquitaine**	Porc au grain du Sud-Ouest LR
Vert	**Les Porcs de la Sarthe**	Le Cénomans, Gorinette
Rouge	**Organisme de production d'agneaux label du grand Est**	Opale LR
Rouge	**Porc Jura Comtois**	FranCochon, Porc Franc LR
Rouge	**Qualiporc**	Porc fermier de Vendée
Rouge	**Spanghero**	Spanghero
Rouge	**SUA Qualité de la chambre d'agriculture du Limousin**	Porc fermier du Limousin, porc du Limousin LR

VOLAILLES

Les volailles de Bresse AOC et les volailles fermières de Loué Label rouge figurent en liste verte, quelles que soient les marques sous lesquelles elles sont commercialisées.

	PRODUCTEUR	PRODUITS/MARQUES
Rouge	**Agrial**	Le Campagnard normand
Vert	**Arrive SA**	Volailles fermières d'Auvergne, volailles fermières des Landes (Saint-Sever, Marie Hot, produits du Peyriguet), poulets Pleine Saveur
Rouge	**Arrive SA**	Maître Coq, volailles fermières du bocage vendéen, de Challans
Vert	**Arro**	Arro
Vert	**Auchan**	Volailles de Lyré
Vert	**Avigers**	Volailles fermières du Gers
Rouge	**Cailles Drom'Alp**	Cailles Drom'Alp
Vert	**Carrefour**	Fermiers d'Ancenis Champtoceaux
Vert	**Casino**	Volailles
Rouge	**Celvia**	Celvia
Vert	**Champion**	Les Hauts Bois
Vert	**Cora**	Les Grands Domaines Pays d'Ancenis, les Roches noires, Touraine, Le Balza, Val de Sèvre
Vert	**Delpeyrat**	Delpeyrat
Rouge	**Doux**	Père Dodu
Vert	**Duc**	Duc
Rouge	**Duc**	Laguillaumie
Vert	**Ernest Soulard**	Ernest Soulard, Moulin vert, Oscar, Tradition et gourmandises
Vert	**ETS Allard**	Pigeons
Vert	**Euralis**	Montfort, Pierre Champion, Rougié, Bizac

Vert	**Ferme avicole du Mori**	Volailles (et découpe)
Vert	**Fleury Michon**	Filière Bleu-Blanc-Cœur
Rouge	**Gastronome**	Douce France, Gastronome
Rouge	**Glon**	Volailles Fermavol
Rouge	**Groupement fermier d'Argoat**	Les Fermiers d'Argoat
Vert	**ITM**	Guillaume Dunoy (canard)
Vert	**La Bastide gourmande**	Foie gras
Vert	**Labeyrie**	Canard
Vert	**LDC**	Le Gaulois, volailles fermières de l'Ardèche, de l'Albret, des Landes, de Bourgogne
Vert	**Leclerc**	Sevrien
Vert	**Lenôtre**	Foie gras, volailles AOC
Vert	**Les Fermiers du Val de Loire**	Le Balzac, les Fermiers d'Ancenis, les Grands Domaines, les Roches noires, Pays d'Ancenis, Touraine
Vert	**Les Fermiers landais**	St-Sever, Marie Hot, Periguet
Rouge	**Les Volailles du Périgord**	Volailles fermières du Périgord LR, Le Croquant
Rouge	**Les Volailles Rémi Ramon**	Volailles Rémi Ramon, Duc de Mayenne Le Mayennais, Duchesse de Mayenne
Vert	**Liques volailles**	Licques
Rouge	**Lionor**	Lionor
Orange	**Marca Borot**	Poulet, pintade, chapon et dinde fermiers d'Auvergne
Vert	**Monoprix**	Les Beaux Prés
Rouge	**Moy Park France**	Moy Park France
Rouge	**Procanar**	Procanar
Rouge	**Ronsard**	Ronsard
Rouge	**Sovipor**	La Trinitaise, Volvico
Vert	**Savel**	Pintades élevées en plein air
Rouge	**Sovol**	St-Alous, Lou Coursayre (poulet, pintade)
Vert	**Système U**	Le Prieuré
Vert	**Thiriet**	Poulet jaune fermier
Rouge	**Unicopa**	Socavi
Vert	**Volailles de Kerguilavant**	Volailles de Kerguilavant
Rouge	**Volaven**	Volaven

UNIVERSITE DE NANTES **ANNEE DE LA SOUTENANCE**
FACULTE DE PHARMACIE **2009**

Nom – Prénom : MARCEAU Florence

Titre de la thèse : La France, une exception vis-à-vis des Végétaux Génétiquement Modifiés (VGM)

Résumé de la thèse :

Le génie génétique débute en 1973 avec de nombreuses applications en agriculture. Depuis le milieu des années 1990, la culture des VGM s'est répandue partout dans le monde et a atteint 125 millions d'hectares en 2008, posant de nombreuses interrogations quant-à leur impact sur la santé humaine, l'environnement, l'économie.
Après avoir décrit les principaux VGM utilisés ainsi que la place qu'ils occupent sur le territoire mondial et en particulier en France, nous avons procédé à un état des lieux de leurs conséquences après plusieurs années d'utilisation. Nous nous sommes intéressés à leurs effets sur l'environnement : réduction ou augmentation de l'utilisation des produits phytosanitaires, atteinte de la biodiversité, dispersion non contrôlée. Les aspects relatifs à la santé humaine et au problème de la faim dans le monde ont également été envisagés ainsi que les aspects réglementaires.
Pour conclure, le principe de précaution appliqué en France malgré sa contestation au niveau mondial semble une bonne mesure en attendant plus de lisibilité sur le sujet.

MOTS CLEFS

- VGM
- BIODIVERSITE
- ENVIRONNEMENT
- SANTE
- LEGISLATION

JURY

PRESIDENT : Mr Yves-François POUCHUS, Professeur de Mycologie et Botanique
Faculté de Pharmacie de Nantes

ASSESSEURS : Mme Maryvonne PIRON-FRENET, Maître de Conférences de Toxicologie
Faculté de Pharmacie de Nantes

Mme Alice BELBEOCH-NEAU, Docteur en Pharmacie
Bellevue 85430 NIEUL LE DOLENT