

**Le tour des**

**OGM**

**en 12 thèmes**

*Chantal Bourry*

# SOMMAIRE

<b>1. OGM ET GENIE GENETIQUE</b>	<b>1</b>
<b>2. CREATION DES OGM</b>	<b>3</b>
<b>3. CULTURES</b>	<b>5</b>
<b>4. ESSAIS</b>	<b>7</b>
<b>5. ENVIRONNEMENT</b>	<b>9</b>
<b>6. SANTE</b>	<b>12</b>
<b>7. ACCIDENTS OGM</b>	<b>14</b>
<b>8. ETIQUETAGE, TRACABILITE et CONTROLES</b>	<b>16</b>
<b>9. LE DEBAT</b>	<b>20</b>
<b>10. ADN, SUPRA-CODE ET ONDES</b>	<b>24</b>
<b>11. BREVETAGE DU VIVANT</b>	<b>26</b>
<b>12. DIVERS</b>	<b>30</b>
<b>LIVRES et DOCUMENT CONSEILLES</b>	<b>32</b>

# 1. OGM ET GENIE GENETIQUE

**Tout ce qui vit, bactéries, plantes, animaux** (la biologie nous classe dans le règne animal), est constitué de *cellules*. Dans chaque cellule, de longs brins d'*ADN*, siège de l'hérédité. Sur cet ADN, sont répétés inlassablement, dans un ordre précis, quatre éléments, appelés *bases*. Certains morceaux de cet ADN, nommés *gènes*, commandent la fabrication de *protéines*. On ignore à quoi sert exactement la plus grande partie de l'ADN qui ne sont pas des gènes.

A quelques exceptions près, le mécanisme de synthèse des protéines est fondamentalement le même chez tous les êtres vivants. Il repose sur la correspondance, dite *code génétique*, entre les bases de l'ADN et les acides aminés constitutifs des protéines. Utilisant le code génétique, les cellules traduisent le 'langage ADN' en 'langage protéine'. Ce code génétique est quasiment identique chez tous les êtres vivants.

Les protéines constituent des molécules essentielles. Elles remplissent de nombreuses et importantes fonctions. L'hémoglobine, par exemple, transporte l'oxygène du sang. La soie de la toile d'araignée est constituée de protéines. L'actine et la myosine, protéines fondamentales du muscle, rendent possible le mouvement, que ce soit chez le serpent ou chez l'éléphant.

*Ce sont toutes ces similarités (cellules, ADN, gènes, protéines, code génétique) qui permettent au génie génétique d'effectuer des 'mélanges de gènes' entre êtres vivants.*

**L'homme** est constitué de milliards de cellules, de 200 types différents. L'ADN humain est constitué de 3 milliards et demi de paires de bases. Sachant qu'une base est constituée d'une trentaine d'atomes, une seule molécule d'ADN humain comprend 200 milliards d'atomes. Seules 5% de ces 7 milliards de bases seraient utiles, constituant les quelque 30 000 gènes de notre programme génétique. Le reste est surnommé 'l'ADN poubelle'. Si l'on met bout à bout les atomes d'ADN d'une seule cellule humaine, on atteint une longueur de 2 mètres. Et mis bout à bout tout l'ADN de notre corps, on obtient 10 milliards de km, soit le diamètre du système solaire : ce que nous avons de plus petit, l'ADN, nous relie à des dimensions astronomiques.

**LA BIOTECHNOLOGIE** fait appel à la biologie pour produire des substances ou des services. Les humains y ont recours depuis des millénaires : la bière, le vin issus de la fermentation naturelle. Il n'y a pas nécessairement modification de l'ADN.

**LE GENIE GENETIQUE** est une technique issue de la biologie moléculaire, qui consiste à modifier de manière ciblée l'ADN. Il utilise des outils moléculaires, comme les enzymes de restriction, véritables ciseaux à ADN, ou la réaction en chaîne de polymérase, dite 'PCR' qui permet de multiplier à l'infini une séquence d'ADN choisie.

Jean-Marie Pelt écrit dans son ouvrage 'Plantes et aliments transgéniques' (Pocket, 2000) : « *L'idée fondatrice du génie génétique est la notion de mélange (...) L'objet du génie génétique revient en somme à associer des gènes que la nature a séparés (...) Certes, la nature autorise et pratique dans une certaine mesure le mélange des gènes (...) Mais il est dans la nature des limites au-delà desquelles l'homme est le seul à oser s'aventurer. La notion de transgène illustre cette transgression* ».

« *Il serait irrationnel de penser qu'une technique aussi puissante que la transgénèse ne présente aucun avantage, ou au contraire aucun risque* », remarque Gilles-Eric Séralini ('OGM, le vrai débat', Dominos, 2000).

Avec les OGM, on touche au cœur même des *cellules*, qui sont les éléments communs fondamentaux à tous les êtres vivants ; on touche aux *gènes* qui sont ces fragments d'ADN responsables des caractères de l'être. Et on crée ce que les scientifiques appellent des 'chimères'. Un OGM peut être un microorganisme, un animal ou une plante. Mais la presque totalité des OGM actuellement commercialisés sont *des plantes* génétiquement modifiées. C'est elles dont on traitera ici.

La grande différence avec l'hybridation traditionnelle est que la manipulation génétique n'est pas une union *favorisée*, mais une union *forcée* qui peut transgresser la barrière des espèces. Les cellules disposant de mécanismes qui dégradent ou désactivent les gènes étrangers, les généticiens créent des vecteurs artificiels pour transférer des gènes en joignant des parties d'éléments (provenant de virus) les plus agressifs pour surmonter cette barrière.

### **HISTORIQUE de la transgénèse**

En 1972, une équipe américaine crée une molécule d'ADN hybride à partir de l'ADN du singe et de celui d'une bactérie. Il s'agit de la première manipulation génétique. L'opinion publique s'alarme. En 1974, les scientifiques cosignent un moratoire décidant l'arrêt de tout transfert de gènes. En 1975, une conférence organisée à Asilomar, près de San Francisco, autorise la reprise des expériences, assorties de sévères précautions.

A partir des années 80, les expériences se multiplient en laboratoire, où sont créés de nombreux organismes transgéniques.

### **DEPUIS QUAND SONT APPARUES LES PLANTES TRANSGENIQUES ?**

La première plante transgénique, un tabac, fut créée en 1983.

En 1994, la tomate MacGregor, dite 'Flavr Savr' (Flavour Savour) apparaît sur le marché américain, vendue 2 à 3 fois plus cher.

En 1994, c'est également le premier OGM commercialisé en Europe pour la production de semences, un tabac tolérant un herbicide.

En **1995, 1 million d'hectares** ; en 1997, 11 millions d'ha ; en 1998, près de 30 ; en 1999, près de 40 ; en **2000, on stagne à 41 millions d'hectares.**

## 2. CREATION DES OGM

### COMMENT FABRIQUE-T-ON UNE PLANTE TRANSGENIQUE ?

Si les manipulations sont délicates, **le principe est simple**. On prélève le gène qui nous intéresse dans une bactérie, puis il est *modifié et ajouté à d'autres éléments* : séquences de gènes marqueurs, séquences favorisant la multiplication, régulateurs d'expression, et autres ; dans les OGM commercialisés, on utilise le plus souvent une séquence d'ADN de virus (le virus de la mosaïque du chou-fleur) afin de stimuler l'activité des transgènes et l'expression des gènes d'intérêt.

Quand ce microvaisseau porteur du transgène est prêt, il est reproduit dans des bactéries. On introduit alors cet ensemble dans les cellules de la plante au moyen d'une sorte de microvaisseau entièrement constitué d'ADN. Plusieurs méthodes sont utilisées pour **insérer cette construction génétique** dans les cellules embryonnaires de plantes : soit on insère le transgène dans le plasmide d'une bactérie (*Agrobacterium tumefaciens*), et celle-ci infecte les cellules végétales ; soit on utilise des mini canons qui envoient sur les cellules végétales de minuscules billes métalliques recouvertes de transgène ; soit on troue les cellules embryonnaires par un choc électrique pour qu'elles absorbent le transgène. Avec ces méthodes, le transgène est inséré on ne sait où et on ne sait comment dans les cellules des plantes. Parmi ces plantes, beaucoup n'exprimeront pas ou mal le caractère nouveau.

**La plupart des cellules n'intègrent pas l'ADN étranger envoyé.** On sélectionne celles qui l'ont intégré grâce au gène marqueur de résistance à un antibiotique. On place alors ces cellules dans un milieu favorable pour qu'elles régénèrent des plantes entières.

**On est aujourd'hui capable d'être beaucoup plus précis.** En recherche fondamentale, où travaillent chercheurs et enseignants chercheurs, on prélève juste les séquences nécessaires à la construction du transgène que l'on insère au lieu exact voulu. En recherche appliquée, les techniciens sollicités par les industriels pressés de faire des bénéfices utilisent des méthodes plus pratiques, plus rapides et moins chères...mais plus risquées.

Parmi les OGM qui ont intégré le transgène, « *beaucoup n'exprimeront pas ou mal le caractère nouveau. En effet, 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 protéines qui l'empêchent de s'exprimer* » précise G-E Séralini ('OGM, le vrai débat').

**Les effets de l'insertion du transgène ne sont pas prévisibles.** Exemple des pommes de terre transgéniques expérimentées sur des rats par le Dr Arpad Pusztai : les rongeurs ont vu leur croissance, leur immunité et leur cerveau gravement perturbés.

(voir rubrique 9. Débat)

### STERILISATION D'UN OGM ET OGM SUR COMMANDE

En 1998, le brevet 'Terminator' a été accordé au Département américain de l'Agriculture et à une firme privée, rachetée cette même année par Monsanto). Il permet de fabriquer une plante transgénique fournissant un **grain stérile**. En 1999, Monsanto a annoncé l'arrêt de son projet de gène stérilisant (en fait, trois gènes étaient insérés).

D'autres procédés que le procédé 'Terminator' sont actuellement à l'étude : les **technologies GURT** (Genetic Use Restriction Technologies), qui désignent l'ensemble des technologies génétiques qui visent à limiter l'usage d'une semence. Pour que la caractéristique liée à la manipulation génétique soit activée ou désactivée, un produit chimique, vendu par la même firme, sera répandu sur l'OGM.

## QUELS SERONT LES FUTURS OGM ?

**La transgénèse est une technique très puissante qui permet de multiples possibilités.**

On prépare des *cotons de couleur* ; on se sert de plantes pour synthétiser des *plastiques* biodégradables. On crée des peupliers transgéniques *dont le bois contiendrait moins de lignine*, d'où une fabrication plus aisée de la pâte à papier. On pourrait utiliser des plantes transgéniques *qui absorberaient des métaux lourds* et autres polluants du sol ; elles seraient ensuite incinérées. Des OGM (des Arabidopsis) sont utilisées en Russie pour marquer les zones contaminées par la *radioactivité* ; sur ces zones, les dites plantes arborent une couleur bleue spécifique.

Dans une ou plusieurs décennies, pourraient être commercialisés des **OGM SAGE** ('Sans Addition de Gène Extérieur). « *Le principe est d'enlever un gène puis de le réintroduire à la même place chromosomique, après l'avoir muté pour lui conférer une propriété nouvelle (...)* Un concept attrayant certes, mais qui risque de n'avoir que quelques applications limitées car la plupart des caractères intéressants dépendent de plusieurs gènes » écrit G-E Séralini ('OGM, le vrai débat').

En attendant, « *il s'agit de mettre au point des OGM sans gènes marqueurs, sans séquences virales, avec des promoteurs plus adaptés (issus de l'organisme receveur lui-même) et s'exprimant seulement dans les tissus choisis d'une plante* » (G-E Séralini).

Dix-sept ans après l'apparition de la première plante transgénique, les OGM restent, à 99 %, *des plantes à pesticides*. Ces OGM, dits 'de 1<sup>ère</sup> génération' ne seront pas détrônés de sitôt, puisque ce sont toujours eux qui sont principalement l'objet d'essais actuellement.

Les OGM de seconde génération auront-ils des *goûts améliorés* ? Seront-ils *plus vitaminés* ? Gilles-Eric Séralini, chercheur et professeur de biologie moléculaire, affirme : « *il ne peut s'agir que d'un usage secondaire et peu rémunérateur, que la chimie pourrait remplacer* ». Exemple de la vitamine A, où l'on dispose d'un choix varié de compléments alimentaires sans nécessiter de transgénèse.

Peut-on espérer de futurs OGM **à croissance accélérée, résistants au temps sec ou au froid** ? G-E Séralini n'y croit pas : « *Tous les observateurs avertis, y compris les chercheurs du domaine, savent qu'il y a de fortes probabilités pour que les résultats de ces futures obtentions soient plus médiocres en efficacité que les variétés localement adaptées* ». En revanche, les OGM ouvrent **d'intéressantes perspectives en médecine** : fabrication d'un anticoagulant par un colza transgénique, de l'hémoglobine par un tabac ; un autre tabac transgénique produit, lui, des anticorps contre les streptocoques responsables des caries dentaires ; on a réussi à faire synthétiser du collagène par un maïs. On teste des vaccins oraux. Exemple de la banane sécrétant une forme inactive de protéine de choléra.

### 3. CULTURES

**Le marché des OGM** dans le monde s'élève à **3 milliards de dollars**.

L'entreprise américaine **Monsanto** produit **78 %** des OGM commercialisés dans le monde.

**Depuis quand sont apparues les plantes transgéniques ?**

La première plante transgénique, un tabac, fut créée en 1983.

En 1994, la tomate MacGregor, dite 'Flavr Savr' (Flavour Savour : parfum saveur) apparaît sur le marché américain, vendue 2 à 3 fois plus cher. Elle se conserve mieux, mais de goût insipide et métallique, elle manque de saveur, et se vend mal.

En 1994, c'est le premier OGM commercialisé en Europe, un tabac tolérant un herbicide.

En 1995, 1 million d'hectares ; en 1997, 11 millions d'ha ; en 1998, près de 30 ; en 1999, près de 40 ; en 2000, on stagne à 41 millions d'hectares.

**Régression en 2000**

Dans les Etats produisant majoritairement des céréales dans le monde, le pourcentage de maïs OGM est passé de 33% en 1999 à 25% en 2000, le coton de 55 à 48%, le soja de 57% à 52%. Aux Etats-Unis, toutes les cultures ont été réduites en OGM de 5 à 10% au moins. (déception en matière de rendements ? refus des consommateurs ? attente des OGM de seconde génération ?)

**Quelles cultures ?**

Pour plus de la moitié (54 %), il s'agit de *soja* ; pour plus du quart (28 %), c'est du *maïs* ; pour 9 % du *colza*, et 9% du *coton*.

A 99 %, ce sont des *plantes à pesticides* : 71 % peuvent absorber un désherbant sans en mourir, comme le soja tolérant au Roundup ; 21 % sont insecticides, comme le maïs tuant la pyrale (seul OGM cultivé en France) ; 7 % combinent les deux caractères. Le 1 % restant correspond aux plantes résistantes aux maladies transmises par des virus ou des champignons.

**Qui cultive des OGM ?**

En 1999, il y avait 12 pays cultivant des OGM.

Près des \_ sont semés aux *Etats-Unis* (29 M d'ha : plus de la moitié de leur production de soja, plus du quart de leur production de maïs, la moitié de leur coton) ; plus de \_ pour l'*Argentine* (7 M d'ha, surtout du soja, mais aussi, en quantité moindre, du maïs) et le *Canada* (4 M, surtout du colza).

La *Chine*, 4<sup>ième</sup> producteur du monde avec 300 000 ha, plante beaucoup de tabac transgénique, mais aussi du coton et du riz OGM.

L'*Afrique du Sud* est le 5<sup>ième</sup> producteur avec 200 000 ha, surtout du maïs pour la nourriture animale.

L'*Australie* est le 6<sup>ième</sup> producteur mondial d'OGM avec 100 000 ha en 1999 (colza).

En *Inde*, de grandes cultures de coton Bt de Monsanto font face à une vive opposition de paysans et d'associations de femmes qui dénoncent les effets écologiques et économiques des OGM.

Le *Japon* importe de moins en moins de soja et de maïs transgéniques, les remplaçant par du blé.

Quelques autres pays cultivent de faibles surfaces. En *Europe*, les cultures d'OGM sont le plus souvent au stade de l'expérimentation en champs ou de la demande de commercialisation. Contrairement aux Etats-Unis, les OGM s'imposent difficilement en Europe.

« *Les ravages d'insectes, l'érosion des sols, les difficultés de désherbage augmentent avec la surface des cultures, et les OGM s'avèrent bien moins nécessaires en Europe pour ces raisons* » note G-E Séralini ('OGM, le vrai débat').

L'*Espagne* fait partie des pays anti-OGM. Outre les associations écologistes et les associations de consommateurs, ce sont surtout les syndicats d'agriculteurs qui se mobilisent. Actuellement, seul le groupe Novartis dispose de l'autorisation officielle pour cultiver du maïs transgénique. Le maïs OGM, passé de 20 000 ha en 1998 à 500 ha cette année, n'a été utilisé que pour le bétail.

En *Grande-Bretagne*, Tony Blair, qui avait voulu faire de son pays le centre de cultures OGM en Europe, a été contraint à faire marche arrière face à une forte pression populaire. Le gouvernement a gelé pour trois ans toutes les cultures transgéniques commerciales. Il publie sur Internet une carte de tous les sites expérimentaux d'OGM.

En *Allemagne*, les principales chaînes de distribution, qui représentent près de 75% du commerce de détail, se sont engagées à ne pas utiliser d'OGM dans leurs propres produits de marque.

En novembre 1997, *la France* est le premier pays d'Europe à autoriser la culture d'une plante transgénique, à savoir le maïs Novartis résistant à la pyrale. En 1998, 1200 ha de maïs Bt de la firme suisse Novartis sont cultivés. En 1999, 200 ha de cultures de maïs Bt. Une douzaine de variétés de maïs OGM sont actuellement autorisées à la culture commerciale.

Lors du Conseil européen des ministres de l'environnement de juin 1999, la France (soutenue par le Danemark, la Grèce, l'Italie et le Luxembourg) a demandé qu'aucun nouvel OGM ne soit mis sur le marché tant que le cadre réglementaire ne sera pas complété pour permettre la mise en place de la traçabilité, outil nécessaire à un étiquetage fiable des produits issus d'OGM.

#### **Essais (voir 4. Essais)**

Le secret français sur la localisation des sites où sont effectuées des cultures transgéniques à titre expérimental, secret auquel sont également tenus les membres de la Commission du Génie biomoléculaire chargés d'évaluer les risques, pose toujours problème.

**Remarque :** Notre consommation de soja est tributaire pour 75 % de nos importations. Très peu de soja est cultivé en Europe, Europe qui n'a pas pu, voulu ou su imposer aux Etats-Unis, notre principal fournisseur, de trier le soja qu'ils exportent. En ce qui concerne le maïs, le contexte est différent. La production française peut suffire à nos besoins et les exportations ne sont que le résultat d'accords internationaux.

## 4. ESSAIS

« *La majorité des essais en champs préparent la commercialisation des OGM* » informe G-E Séralini ('OGM, le vrai débat), membre de la Commission du Génie Biomoléculaire.

### CONTROLES

Les agents des *Services de la Protection des Végétaux* sont chargés du contrôle des essais 'recherche et développement' (avant la délivrance de l'autorisation de mise sur le marché) des végétaux génétiquement modifiés. 72 agents ont été habilités pour effectuer ces contrôles après avoir bénéficié d'une formation spécifique.

*En 1998*, le dispositif de biovigilance a été testé dans 7 régions pilotes.

*En 1999*, la totalité des sites d'essais implantés sur le territoire national ( soit 367 sites, concernant 12 espèces végétales, dans 20 régions) a été contrôlée, certains plusieurs fois de façon à s'assurer que toutes les prescriptions imposées par le ministre de l'agriculture sur proposition de la Commission du Génie biomoléculaire, visant à limiter les flux de gènes, avaient été suivies d'effets. Deux procès-verbaux ont été dressés [D'après le dossier encart de 'Notre alimentation' édité en avril 2000 par la DGAL (Direction générale de l'Alimentation), Ministère de l'Agriculture].

### Communication de la 'fiche d'information destinée au public' (FIP)

(le Dossier, encart de 'Notre Alimentation' n°21 de 9 et 10/1999, édité par la DGAL)  
Cette fiche est prévue dans le décret d'application n° 93-1177 du 18 octobre 1993.

Ce décret dispose que la FIP doit comprendre, « à l'exclusion de toute information couverte par le secret industriel ou commercial, ou par la loi, ou dont la divulgation pourrait porter préjudice aux intérêts du responsable de la dissémination :

- le but de la dissémination ;
- la description synthétique des plantes génétiquement modifiées ;
- l'évaluation des effets et des risques pour la santé publique et l'environnement ;
- les méthodes et plans de suivi de la dissémination et d'intervention en cas d'urgence ».

Une fois la décision d'autorisation d'essais de dissémination accordée, « le ministre chargé de l'agriculture envoie la FIP accompagnée, le cas échéant, d'un extrait de la décision d'autorisation, aux préfets des départements » qui l'adressent « aux maires des communes dans lesquelles se déroulera la dissémination ».

« Un avis au public annonçant le dépôt de la FIP est affiché en mairie aux frais du responsable de la dissémination et par les soins du maire, dans les 8 jours qui suivent la réception de ladite fiche », qui peut être alors consultée de plein droit par toute personne qui en fait la demande, sous réserve de l'occultation des mentions pouvant porter atteinte au détenteur de l'autorisation. **L'objectif est d'informer les riverains de l'implantation de l'essai** du type d'OGM disséminé, du but de la dissémination, des précautions prises pour éviter les risques, autant d'informations qui ne peuvent pas être considérées comme confidentielles.

En outre, « le ministre tient cette fiche à la disposition du public au secrétariat de la Commission du Génie biomoléculaire (CGB) ».

Une note de service de la DGAL, n° 8074 du 28 mai 1999, désigne dans chaque Direction régionale de l'Agriculture et de la Forêt (DRAF) un agent du Service régional de la

Protection des Végétaux (SRPV) qui est l'interlocuteur compétent sur ces questions. Il est en mesure de fournir, à la demande du Préfet et en réponse aux questions formulées, des précisions sur le nombre de communes concernées, les espèces végétales en cause, le nombre d'essais réellement mis en place et les superficiesensemencées, dans la région ou ses départements.

### **Connaissance des lieux d'essais**

Les essais ne sont connus que grâce à l'avis public affiché en mairie du lieu où ils sont effectués. Pour limiter la publication de cette information, la DGAL s'appuie sur l'article 6 de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 relative à la communication de documents administratifs qui stipule : « *Les administrations mentionnées à l'article 2 peuvent refuser de laisser consulter ou de communiquer un document administratif dont la consultation porterait atteinte en particulier à la sûreté de l'Etat et à la sécurité publique* ». Mme Catherine Geslain-Laneelle écrit (9/2000) : « Plusieurs cas récents de destruction de parcelles, dès que leur localisation a été connue, démontrent que ce risque est bien réel » (destructions de parcelles en 97, 98, 99 et 2000).

On peut connaître les essais de l'an passé effectués en France grâce au rapport d'activité de la Commission du Génie biomoléculaire, qui paraît au mois de septembre de chaque année (en septembre 2000 sont parus les essais de 1999). Ce sont souvent des essais pluriannuels.

## 5. ENVIRONNEMENT

### LES OGM PROTEGENT-ILS L'ENVIRONNEMENT EN REDUISANT L'UTILISATION DE PESTICIDES ?

#### Herbicides

Ils représentent 85 % des pesticides vendus. Leurs ventes ont considérablement augmenté ces dernières années avec le développement des surfaces des OGM tolérants (augmentation de 50% au Canada où les cultures de colza OGM sont très consommatrices d'herbicides). G-E Séralini qualifie ces OGM de 'pompes à pesticides' !...

Le Roundup connaît une dégradation dans le sol très variable, qui peut durer plusieurs mois.

#### Insecticides

Depuis l'apparition des OGM aux USA, on n'a pas constaté de baisse notable de consommation d'*insecticides*.

D'une manière générale, les molécules des insecticides répandus sont d'un niveau de toxicité significatif et présentent des spectres d'action larges contre les insectes. En outre, dans le cas de la lutte contre la pyrale du maïs, les méthodes d'épandage utilisent majoritairement des engins aériens qui créent une zone d'impact débordant sensiblement les limites des parcelles. « Les maïs génétiquement modifiés, grâce à l'expression dans la plupart des organes de la plante d'une toxine *Bacillus thuringiensis*, allient une certaine efficacité à une plus grande spécificité d'action par rapport à celle d'insecticides chimiques à large spectre » (CGB, rapport d'activité de 1999).

### RISQUES D'ACCOUSTOMANCE

- Comment supprimer une mauvaise herbe qui a intégré le gène de tolérance au désherbant ? Par un autre herbicide, plus polluant que le Roundup ? En Alberta du Nord (Canada), on a observé une triple résistance à des herbicides chez un colza OGM.

- Les insectes tués par les plantes transgéniques insecticides développeront des résistances, malgré les zones refuges prévues pour limiter l'apparition d'insectes résistants. Dans l'Etat du Maine aux USA, les autorités ont carrément interdit les cultures de maïs Bt insecticide afin d'éviter cette apparition d'insectes résistants. Au fil des générations, les insectes se défendront plus facilement contre ces plantes à l'insecticide 'ciblé' qu'ils ne se défendent contre les mélanges chimiques que constituent les insecticides traditionnels. A moins que l'on change régulièrement d'OGM insecticide ? Ou que l'on fasse sécréter par le même OGM plusieurs insecticides ?

### RISQUES DE CONTAMINATION DES CHAMPS VOISINS

En Allemagne, une décision juridique interdit aux producteurs de produits traditionnels, voisins d'essais d'OGM, de vendre leurs récoltes comme non-OGM. La raison donnée par la Cour est le risque de pollinisation croisée. Le jugement conclut que préserver le citoyen contre les risques du génie génétique est plus important que l'intérêt commercial des agriculteurs (Inf'OGM 10/2000).

*Le maïs*, d'origine sud-américaine, ne possède, hors de son continent d'origine, aucun analogue proche dans la nature, hormis bien entendu le maïs non transgénique. En

Amérique tropicale, le maïs se croise facilement avec la téosinte, plante très proche, bien que le pollen du maïs ne conserve son pouvoir germinatif qu'1 à 2 heures.

On peut en outre redouter que les populations de pyrales, évincées du maïs Bt, ne se rabattent sur les cultures de maïs non transgénique.

Le cas du *colza*, rendu par transgénèse tolérant au glufosinate, est bien différent. Des résistances à cet herbicide se sont manifestées dès 1996 en Australie. Le colza s'hybride avec diverses espèces très proches : ravenelle, roquette, navette sauvage, moutarde des champs. Par voie sexuée, c'est-à-dire par son pollen, le colza peut donc leur transmettre son gène de tolérance au glufosinate. Certes, d'autres herbicides pourront toujours être utilisés. Mais ils seront plus toxiques.

Nombreux sont les plantes de culture comme la betterave à sucre, la luzerne, le riz, le tournesol, qui peuvent échanger des gènes avec des espèces apparentées

## BIOVIGILANCE

La Commission de Génie biomoléculaire a développé le concept de biovigilance.

L'arrêté du 5/2/1998, pris par le ministre de l'Agriculture, autorisant la culture de trois variétés de maïs transgénique prévoit (a 3) un dispositif de suivi de la commercialisation des semences, dit 'dispositif de biovigilance'. Le *Comité provisoire de biovigilance* sur les variétés de maïs OGM s'est réuni trois fois en 1999.

La loi n° 99-574 du 9 juillet 1999 d'orientation agricole (*dispositions codifiées dans le titre X, chapitre 6 du Code rural*) fixe le cadre de la surveillance biologique du territoire. Ce dispositif dit de 'biovigilance' assure la surveillance, le suivi et le contrôle des disséminations dans l'environnement des OGM *commercialisés ou en développement*. Ce suivi est assuré par les *Services de la Protection des Végétaux* du ministère de l'agriculture. Le Comité de biovigilance, au sein duquel siègent à la fois des scientifiques, des organisations non gouvernementales et des professionnels, assure la transparence de cette surveillance. Il est coprésidé par les ministres de l'agriculture et de l'environnement.

S'agissant de parcelles cultivées (après la délivrance de l'autorisation de mise sur le marché), la biovigilance consiste à assurer le repérage des parcelles et à évaluer les éventuels effets des plantes transgéniques sur l'environnement (impact sur les populations d'insectes et résistances des espèces cibles). *Chaque année, un bilan de l'utilisation des variétés transgéniques sera présenté par les Services de Protection des Végétaux aux membres du Comité*. Si des effets indésirables sont mis en évidence, celui-ci pourra demander au ministre de l'agriculture et de l'environnement une réévaluation du risque, pouvant conduire à un retrait par les pouvoirs publics des autorisations des variétés transgéniques en cause.

Les conditions d'application de cette loi sont subordonnées à la publication d'un décret.

Le 30 août 2000, le Comité de biovigilance a validé plusieurs études qui doivent être menées avec la contribution des Service régionaux de la protection des végétaux :

- Il s'agit de savoir si le recours généralisé à *d'autres substances que l'atrazine* en matière de désherbage (le maïs OGM le permet) serait une bonne ou une mauvaise solution pour l'eau ;
- On veut également vérifier *si l'action anti-pyrale du maïs GM ne frappe pas d'autres insectes*, et donc si son impact a été objectivement évalué ;
- On va enfin étudier *l'accoutumance éventuelle des pyrales* à la toxine secrétée par le maïs OGM, toxine issue d'un gène provenant de la bactérie Bt (lequel gène fournit aussi un insecticide réputé écologique répandu massivement par hélicoptère sur la forêt landaise afin de la protéger des chenilles processionnaires).

### **Saumon transgénique : tout n'est pas rose**

Le saumon transgénique a reçu un gène qui code soit pour une protéine antigèle permettant de l'élever dans des zones froides comme le nord du Canada, soit pour l'hormone de croissance qui le fera grandir 4 fois plus vite que la moyenne. Or si ces gros saumons sont par inadvertance libérés en pleine mer, *le croisement entre espèces sauvages et espèces transgéniques risque d'être catastrophique.*

*« William Muir et Richard Howard, de l'Université Purdue, en Indiana, ont modélisé le croisement de poissons transgéniques avec des populations sauvages. Première constatation : la grosseur des poissons transgéniques en fait des partenaires sexuels privilégiés. Au cours des reproductions successives, le gène modifié se retrouve chez presque toute la population de poissons. Mais, seconde constatation : le transgène serait responsable d'une diminution de la viabilité de l'espèce, car seul un tiers de la population de poissons transgéniques atteint l'âge adulte.*

*Des simulations faites par ordinateur par les deux chercheurs américains démontrent qu'en libérant 60 poissons transgéniques parmi 60 000 individus, le groupe entier disparaît en 40 générations » (New Scientist, 4/12/1999).*

### **Plantes insecticides et papillons monarques**

Le maïs transgénique couvre environ un quart des plantations de cette céréale aux Etats-Unis.

En 1999, une équipe universitaire de New York publiait une étude de laboratoire qui montrait que 44 % des larves de papillon nourries avec des feuilles de laitern saupoudrées de maïs transgénique succombaient. Une autre étude, à l'Université de l'Iowa, constatait une mortalité de 20 % des larves de lépidoptère.

Nombre de questions restent en suspens, car aucune étude réellement in situ n'a encore été réalisée. Seules deux variétés de maïs transgénique ont été testées. Une autre étude a montré que le pollen d'autres événements ne présentait pas de risque aux concentrations pour lesquelles celui de Novartis est néfaste. Or la variété de Novartis incriminée ne représente plus que 2,5 % du maïs transgénique planté aux Etats-Unis.

La nocivité dépend par ailleurs de la synchronisation des périodes de pollinisation et de ponte du monarque. Sur le sol ou les feuilles, le pollen meurt en quelques heures. On trouve occasionnellement le monarque ainsi qu'une espèce proche, le petit monarque, dans le Sud de l'Europe. Aucune de ces deux espèces ne fréquente les zones de maïsiculture. La Commission du Génie biomoléculaire conclut à l'absence de risque dans les conditions agronomiques habituelles

## 6. SANTE

Plus de la moitié des produits alimentaires transformés contiennent des dérivés du maïs ou du soja.

**Il n'existe pas actuellement de techniques fiables pour déceler des effets pathogènes discrets** (allergies) **ou d'apparition lente** (baisse des défenses immunitaires, cancers, atteintes au système nerveux etc) d'une plante transgénique. Les tests se font généralement sur la protéine produite par la bactérie et non sur la plante transgénique elle-même. G-E Séralini ('OGM, le vrai débat) souhaite que l'on procède à de sérieuses évaluations toxicologiques. Il déplore que, pour le maïs Bt Novartis, par exemple, on ait trouvé « *de pauvres tests de deux semaines réalisés sur quatre vaches, qui se contentent de mesurer le poids des animaux et la présence d'insecticide dans le lait et, au mieux, la croissance des poulets durant quelques mois (...)* Comment convaincre l'Europe que les OGM sont inoffensifs si personne n'a jamais nourri les vaches, les porcs ou les moutons avec des plantes transgéniques, pendant des mois, et en réalisant des bilans métaboliques ? ».

« *Il est très difficile de prouver qu'un gène, même issu d'une plante non allergénique, est dépourvu de pouvoir allergique* » (La Recherche, janvier 2000).

**L'Agence française de Sécurité sanitaire des Aliments (AFSSA)** créée par décret du 28 mars 1999 demande que **davantage de tests de nutrition animale** à base d'OGM soient effectués. Le consommateur, voudrait être sûr de ne pas s'empoisonner avec ce qu'on lui met dans l'assiette. L'idée d'un steak de vache folle nourrie aux OGM lui est peu ragoûtante... L'AFSSA a un conseil d'administration de 24 membres présidé par Bernard Chevassus-au-Louis, également expert scientifique à la Commission du Génie biomoléculaire.

L'ingestion d'OGM peut provoquer des maladies graves :

- déclenchées par **l'intégration de son ADN** dans des cellules de notre corps (cancers, autres) ;

- par **l'herbicide ou l'insecticide** (et leurs métabolites) qui s'est concentré le long de la chaîne alimentaire ; exemple du soja américain devenu une véritable éponge à Roundup. Qu'en est-il pour notre santé quand nous ingérons Roundup et ses métabolites, qui sont susceptibles d'induire des cancers et des atteintes au système nerveux ? Jamais les fermiers américains n'ont autant déversé de ce désherbant sur leurs champs. G-E Séralini écrit ('OGM, le vrai débat') : « *Les polluants chimiques (...) sont des empoisonneurs à bas bruit des fonctions de base de la cellule (...)* **Comment (des substances) qui sont faites pour tuer pourraient-elles ne pas entraîner d'effets secondaires ?** »

L'avenir est encore moins rassurant avec l'apparition **des plantes cultivées à des fins industrielles**. « *Les terres cultivables vont bientôt se partager entre cultures alimentaires classiques et plantes industrielles* » (La Recherche, janvier 2000) : plantes industrielles fabriquant lubrifiants, détergents, polymères et autres matières non comestibles. Exemple du colza modifié afin que l'huile extraite soit fortement concentrée en acide laurique, utilisé dans l'industrie des détergents. Or « *une augmentation de la teneur en acide laurique de la viande ou du lait serait très préoccupante, car l'acide laurique est un puissant stimulant de la production de cholestérol chez l'homme* » (La Recherche).

Même ceux qui n'appréhendent pas les OGM aujourd'hui commercialisés appréhendent les effets de ces futurs OGM sur notre santé. Ces derniers « *pourraient bien*

*constituer un danger alimentaire réel, car on envisagera forcément d'en utiliser les résidus pour l'alimentation animale » (La Recherche).*

Depuis toujours, nous mangeons de l'ADN et des protéines dans des milliards de versions différentes et d'aucuns ont prétendu que ces manipulations génétiques étaient peu de chose, en comparaison des nombreuses disséminations de fragments d'ADN qui ont lieu dans la nature. Le prion cause de l'ESB (Encéphalopathie spongiforme bovine) n'est-il pas, lui, qu'une toute petite particule de protéine qui, transmise d'une espèce à une autre, est devenue responsable de la gravissime maladie de Creutzfeldt-Jakob ?

**Les gènes de résistance aux antibiotiques** utilisés dans la fabrication des plantes transgéniques sont susceptibles d'être transférés aux bactéries de notre corps, aggravant une situation dans laquelle la médecine est de plus en plus souvent à cours d'antibiotiques efficaces. Exemple du gène de résistance à l'amikacine « *antibiotique majeur, que l'on réserve à certaines infections humaines particulièrement difficiles à traiter* » (La Recherche) (méningites, infections broncho-pulmonaires). Situation d'autant plus préoccupante que nous sommes limités dans la palette des antibiotiques dont nous disposons. Il faut savoir que depuis plus de vingt ans, aucune nouvelle famille d'antibiotiques n'a été introduite en clinique.

Dans les Etats membres de l'Union européenne, l'interdiction des gènes de résistance aux antibiotiques ne devrait entrer en vigueur qu'en 2005 (recommandation votée le 12/4/2000) par le Parlement européen.

Selon le rapport d'activité 1999 de la Commission du Génie biomoléculaire :

- L'analyse de la flore bactérienne du sol révèle une fréquence relativement importante de gènes de résistance à des antibiotiques dont celle à l'ampicilline. La consommation de produits végétaux frais conduit déjà à l'ingestion de ces gènes. Les flores bactériennes habituelles sont donc riches en gènes de résistances à des antibiotiques, en particulier à l'ampicilline. Elles constituent des réservoirs naturels importants de ce type de gène.
- Le retour de séquences d'ADN bactérien intégrées dans le génome d'une plante transgénique vers le génome d'une bactérie n'a jamais été mis en évidence expérimentalement à ce jour. Ces phénomènes ne peuvent être exclus.
- ***Le risque principal d'émergence de phénomènes de résistances provient principalement de l'utilisation massive d'antibiotiques en médecine humaine et vétérinaire et dans l'alimentation des animaux d'élevage (en tant que facteurs de croissance).*** Le risque provenant du transfert de gène entre bactéries et plantes OGM est possible, mais de possibilité très faible. Cependant, à titre de principe général, le matériel génétique inséré dans les OGM doit être limité le plus possible aux séquences d'intérêt (construction propre).

Les OGM présentent des risques pour notre santé. Mais dans la mesure où ce ne sont pas des effets pathogènes à court terme, patents, ils sont facilement occultés. Demeurent les effets à plus long terme. « *L'absence d'effets indésirables traduit peut-être simplement le fait que le rapport entre certaines manifestations pathologiques et les OGM n'a pas été établi, et rien n'est plus facile que de passer à côté d'effets secondaires majeurs à long terme* » (CGB).

## 7. ACCIDENTS OGM

- Dans les années 80, l'entreprise japonaise Shova-Denko fabriqua un médicament destiné à vaincre la dépression, le **Tryptophane**, à l'aide d'une bactérie génétiquement modifiée. Le tryptophane est un acide aminé qui se trouve normalement dans toutes les protéines alimentaires. Mais la bactérie qui synthétisait le tryptophane, synthétisait aussi d'autres substances qui se sont révélées toxiques, entraînant 27 décès et plus d'un millier d'handicapés, notamment aux Etats-Unis.

- En 1997, des insectes ont détruit au Texas des milliers d'hectares de **coton transgénique Monsanto**, pourtant supposé résister à ses prédateurs.

- Plantations en France de 600 hectares de COLZA transgénique mélangés à des graines traditionnelles (mai 2000)

Ces 600 ha ont été semés par quelque 150 agriculteurs dans le nord de la France.

Le distributeur fautif est la firme britannique Advanta Seeds. Il s'agirait de moins de 1% de graines OGM, ce qui équivaut à moins de 6 ha de plants de colza OGM. Une filiale du groupe Advanta affirme avoir découvert l'erreur le 3 avril, donc avant floraison, et avoir prévenu immédiatement les pays concernés. Pourquoi le gouvernement n'a-t-il pas réagi plus tôt ? Ces 6 ha sont à comparer avec les 20 ha de cultures de colza tolérant au glufosinate autorisé pour essais en plein champ sur une quarantaine de sites en France pour la campagne 1999/2000.

Il y a eu également ce même type de plantations en Grande-Bretagne (500ha), en Suède (500), au Luxembourg et en Allemagne (400ha). Seule la France et la Suède ont décidé la destruction. Advanta indemnisera les producteurs dont les champsensemencés seront détruits.

- En mai 2000, Greenpeace affirme que 15% des cultures de MAÏS dans l'Union européenne ont été contaminés par des OGM.

Selon l'organisation, qui cite « un document officiel dont elle a pu se procurer une copie », près d'un million d'ha de cultures de maïs auraient été touchés.

- Présence de semences transgéniques dans des semences conventionnelles de MAÏS importées des USA (juin 2000) (seuil inférieur à 1%)

Environ 4000 ha dans 23 départements (2600 ha en Lot-et-Garonne) du Sud-Ouest ont étéensemencés au printemps dernier (sur un total de 3 millions d'ha cultivés en maïs en France). Les semences incriminées proviennent de la société américaine Golden Harvest. Le gouvernement dit avoir eu connaissance de la présence d'OGM en février.

Un maïs interdit à la culture en France, le Bt 176, a été découvert lors des analyses.

Contrairement à ce qu'il a été décidé à propos du colza d'Advanta, le gouvernement n'a pas jugé utile de détruire ces parcelles contaminées, estimant que leur traitement séparé serait suffisant.

*Aucune réglementation en France, ni dans l'Union européenne sur une norme d'impuretés OGM n'existe. Les semenciers ont décidé d'adopter le même seuil de tolérance que pour les produits alimentaires, soit 1%.*

*Le gouvernement a annoncé des dispositions qui devraient à l'avenir limiter les risques d'introduction de semences non conformes. Un projet de loi, qui devrait être prochainement examiné (août 2000), autorisera les contrôles inopinés de semences importées des pays tiers. Ils pourront entraîner leur refoulement ou leur destruction.*

- Octobre 2000 : des GALETTES DE MAÏS contenant des OGM vont être retirées de la vente aux Etats-Unis

Ces galettes sont commercialisées par Kraft Food sous la marque Taco Bell. Elles vont être retirées de la vente, après qu'une association d'écologistes ait découvert que celles-ci contenaient du maïs transgénique interdit à la consommation humaine. Elles ne sont pas commercialisées en Europe.

Cet accident a déclenché une émotion d'autant plus grande que les tacos, ces sandwichs mexicains à base de galettes de maïs, sont considérés aux USA comme un plat national, au même titre que le hamburger. L'affaire porte un coup dur aux industriels américains de l'agroalimentaire, qui produisent la majeure partie des plantes transgéniques consommées dans le monde.

Les résultats de l'analyse de ces tacos font apparaître la présence d'1% de farine provenant d'une variété de maïs transgénique, mis au point par la société Aventis sous le nom de Starlink, autorisé uniquement pour la nourriture du bétail. La plante contient un gène lui permettant de synthétiser une molécule insecticide 'CRY9C', substance suspectée d'avoir des effets allergéniques chez les humains.

L'administration américaine demande à Aventis de racheter le maïs en cause aux farmers concernés (1,10 million de tonnes pour 130 000 ha, soit un coût de l'opération s'élevant à 70 millions de dollars).

## 8. ETIQUETAGE, TRACABILITE et CONTROLES

La **législation sur la culture et la commercialisation des OGM** repose sur la *directive européenne n°90-220 du 23/4/1990* qui vise à harmoniser les législations des Etats membres de l'Union européenne. Elle a été transcrite en France dans une *loi n°92-654 du 13/7/1992* relative au contrôle de l'utilisation et de la dissémination des OGM. Un *décret n°93-1177 du 18/10/1993* a été pris en application de cette loi. Il prévoit les dispositions applicables concernant d'une part les essais en plein champ, d'autre part la mise sur le marché.

Un organisme consultatif, la **Commission du génie biomoléculaire**, émet son avis sur chaque dossier déposé par les industriels, que lui transmet le Ministère de l'Agriculture.

Un premier règlement européen (n° 258/97) est pris concernant les 'nouveaux aliments' (Novel food) en 1997. Il prévoit l'étiquetage des aliments contenant des OGM. Mais ce règlement intervient *après* la commercialisation des OGM américains importés (soja Monsanto et maïs Novartis).

**L'étiquetage du soja et du maïs** est prévu par un règlement européen du 26 mai 1998 (n° 1139/98). Il complète le règlement 'nouveaux aliments' de janvier 1997. Il a été modifié par un règlement de cette année (n° 49/2000) *qui fixe le seuil à 1 % de contamination fortuite*, par des OGM autorisés en Europe, en dessous duquel l'étiquetage des aliments destinés au consommateur final imposé par le règlement de 1998 ne s'applique pas. Ce texte introduit l'obligation d'étiquetage pour les denrées alimentaires destinées aux collectivités. Le règlement n°50/2000 étend *l'obligation d'étiquetage aux additifs et aux arômes*.

Ces deux nouveaux règlements concernent peu les consommateurs, *ils visent principalement les opérateurs*. Ce seuil de 1% fournit une sécurité juridique à ces derniers qui, bien qu'ayant essayé d'éviter les OGM, en ont un pourcentage dans leurs produits, contaminés lors de la culture, la récolte, le transport, le stockage ou la transformation. Reconnaissons que ce seuil est bas ; il montre cependant notre impuissance à contrôler parfaitement les filières séparées OGM/non OGM, et il peut laisser insatisfait le consommateur, qui, n'ayant jamais demandé ces OGM, n'en veut pas du tout.

Qu'en est-il au niveau de **l'application de cette réglementation** ? Il n'est toujours pas paru de décret sanctionnant l'absence d'étiquetage. Seulement deux ou trois laboratoires français seraient en mesure de doser, donc non seulement de détecter, le matériel génétique.

*Détection des OGM* : Le problème de fond actuel pour les laboratoires est la difficulté d'avoir accès aux informations (constructions des transgènes) et aux matériels nécessaires, y compris pour les OGM autorisés en Europe. Garantir un lot vierge d'OGM est impossible car, comme pour toute analyse, il y a la notion de seuil de détection qui s'applique aux OGM ; on peut dire 'inférieur à' mais pas 'absence garantie d'OGM'.

L'étiquetage est fondé sur le **principe très controversé d'équivalence en substance**. La céréale –maïs ou soja – est comparée à sa variété non OGM selon certains paramètres que beaucoup estiment insuffisants, comme la British Medical Association, forte de plus de 100 000 membres.

**La tendance vers l'étiquetage des OGM dans le monde entier est très nette.** L'Europe a servi de moteur. Les règles d'évaluation se durcissent. Nous sortons du concept de non identification des OGM imaginé par les compagnies pour les banaliser.

*Aux Etats-Unis...* « Des sondages ' inquiétants ' sont tombés, indiquant qu'une écrasante majorité d'Américains était favorable à l'étiquetage des produits contenant des OGM, et que la ménagère yankee achèterait des produits sans OGM si on lui en laissait le choix. » (Télérama n° 2595, 6 octobre 1999). « En décembre 1999, un texte de loi, soutenu par les deux partis, a été déposé au Congrès sur l'étiquetage obligatoire des fruits et légumes frais et des aliments préemballés signalant la culture à partir de semences génétiquement modifiées ou la présence d'OGM » (Courrier international n°475 du 9 au 15 décembre 1999).

***Le seul étiquetage, sans traçabilité, ne peut être une garantie pour le consommateur :***

- Bien souvent, au moment de la récolte, l'agriculteur ne se rappelle plus exactement où était la limite de semis entre deux variétés ;
- Les semoirs ne sont pas complètement nettoyés ;
- Il est impossible de nettoyer complètement une moissonneuse-batteuse (plus d'une semaine de travail) ;
- Les machines de manutentions du grain dans les silos ne se vident jamais complètement, et mélangent un peu de tous les lots entre eux ;
- Abeilles, vent disséminent les pollens ; les oiseaux disséminent les graines ; les camions de transport aussi.

***Un étiquetage précis et rigoureux nécessite une traçabilité complète des OGM,*** les fournisseurs devant garantir l'origine de leurs produits et fournir des certificats. Seule la mise en place de filières séparées, du champ au magasin, de la récolte jusqu'au produit fini, entre végétaux transgéniques et traditionnels permettrait à chacun de faire un choix sûr. Une filière non OGM coûte 10 à 20 % plus cher.

***Or la traçabilité est difficile.***

Olivier Kriegk, directeur technique de la coopérative agroalimentaire Cana, travaille avec les Brésiliens pour obtenir du soja non transgénique : « *Il va falloir suivre le soja de la semence au chargement sur le bateau. Puis veiller à ce qu'il ne soit pas mélangé avec des lots OGM au cours de son voyage jusqu'au pays importateur. Nous avons calculé : entre la semence, la récolte, le transport, le chargement sur le bateau, le transport vers l'usine, c'est au moins 30 étapes qu'il faudrait contrôler* ». Au Brésil, la culture d'OGM est officiellement interdite, mais la contrebande permet de mêler à la production locale des sojas d'Argentine ou du Paraguay.

Il est très difficile d'appliquer les méthodes de détection aux produits finis destinés aux consommateurs.

**Méthodes d'identification :**

Il en existe deux types :

- *L'extraction et la comparaison de protéines par électrophorèse* : les protéines de l'échantillon (myosines, globines, enzymes) sont séparées en les soumettant à un champ électrique. La comparaison des protéines permet de distinguer deux espèces animales entre elles sous réserve qu'elles soient éloignées génétiquement.

Moyennant quelques adaptations, cette méthode s'applique sur la matière première crue et sur les produits semi-transformés (fumés, cuits, congelés). Elle n'est pas applicable sur

les conserves où les protéines sont dégradées. Cette méthode peut être appliquée pour le soja, mais pas pour le maïs Novartis, la protéine n'étant pas alors détectable ;

- *L'analyse des séquences d'ADN ('méthode PCR')* permet d'identifier des espèces animales proches génétiquement. Cette méthode utilise la technique de multiplication de l'ADN par PCR (Polymerase Chain Reaction) appelée aussi amplification génique. Elle est plus sensible que la précédente, basée sur la détection de la protéine. Le test peut se révéler négatif, même pour des produits étiquetés contenant des OGM. Pour l'application de cette méthode, la connaissance des séquences d'ADN introduites est indispensable.

Du fait de la non fiabilité de ces méthodes appliquées sur les produits finis destinés aux consommateurs, la détection ne devrait être appliquée qu'aux matières premières qui pourraient être d'origine génétique. Plus on pratique les tests en aval dans le processus de transformation, plus on obtient de faux négatifs. ***Les certificats d'origine devraient donc remplacer la détection physique pour les produits autres que les matières premières.***

Par la méthode de détection par ADN, une fève de soja transgénique peut être identifiée même si elle est mélangée à 5000 fèves de soja conventionnelles. Or le mélange est pratiquement inévitable, comme on l'a vu précédemment. Le PCR peut donc donner des résultats positifs pour les matières premières, même dans les cas où tous les efforts ont été entrepris pour éviter la présence d'OGM. Ce problème peut être résolu en fixant des limites maximales de mélange acceptable, d'où la définition de seuil (règlements n°49 et 50/2000 et règlements à venir sur les semences et la nourriture animale).

*En mesurant la concentration en pigments caroténoïdes (présents dans l'herbe verte), on peut contrôler si un animal a bien été élevé dans les herbages. En revanche, il n'est pas du tout certain que l'on puisse un jour tracer l'alimentation 'avec ou sans OGM' chez un animal d'élevage.*

Au cours de cet automne 2000, la Commission européenne doit présenter un cadre juridique en ce qui concerne les semences et les aliments pour animaux. L'industrie de l'alimentation animale réclame un seuil de 2,5% pour l'étiquetage des OGM.

Lors du Conseil européen des ministres de l'environnement de **juin 1999**, la France (soutenue par le Danemark, la Grèce, l'Italie et le Luxembourg) a demandé **qu'aucun nouvel OGM ne soit mis sur le marché tant que le cadre réglementaire ne sera pas complété pour permettre la mise en place de la traçabilité**, outil nécessaire à un étiquetage fiable des produits issus d'OGM.

## **LA COMMISSION DU GENIE BIOMOLECULAIRE (CGB),**

**La CGB**, créée en 1986 par le ministre de l'agriculture, a pour mission d'évaluer les risques liés à la dissémination d'OGM pour la santé et pour l'environnement. Instance consultative, elle est obligatoirement saisie par les autorités administratives avant autorisation de toute dissémination volontaire d'OGM. Elle publie un rapport d'activité chaque année (voir rubrique 'livres conseillés').

Ses membres sont nommés par arrêté conjoint des ministres chargés de l'agriculture et de l'environnement pour 3 ans (la commission a été renouvelée en juillet 98). Ce collègue associe des experts scientifiques (11) et des représentants de la société civile (7).

« Le pétitionnaire est tenu d'apporter des éléments scientifiques permettant d'évaluer l'innocuité pour l'homme et pour l'environnement de la nouvelle construction génétique ».

Son évaluation prend en compte toutes les situations possibles, y compris la consommation humaine accidentelle.

[L'**Agence française de Sécurité sanitaire des Aliments (AFSSA)** évalue la sécurité sanitaire des aliments composés ou issus d'OGM.

**La Commission des Toxiques** examine la toxicité des herbicides qu'il est prévu d'utiliser sur certaines plantes transgéniques. Elle propose des limites maximales de résidus dans les produits de la récolte.]

« La CGB préconise, entre autres, que les constructions génétiques destinées à la mise sur le marché soient limitées aux seuls gènes d'intérêt. Elle a développé le concept de biovigilance qui constitue à ses yeux le complément indispensable des évaluations a priori du risque. Ainsi, à sa demande, les premières autorisations de mise sur le marché ont été assorties d'un suivi sur le terrain afin d'identifier d'éventuels effets non intentionnels pouvant apparaître du fait de la mise en culture à grande échelle des OGM » (CGB, rapport d'activité 1999).

### ***Bilan 1999 de la CGB***

Elle a émis son avis :

- sur *73 demandes de dissémination de plantes* (dont 6 demandes de mises sur le marché : 3 maïs, 2 colza, 1 betterave) : 44% de maïs, 19% de betterave et 18% de colza ; type de caractère introduit : 51% tolérance aux herbicides, 19% résistance aux pestes (champignons, virus, insectes), 7% système de stérilité, 7% production pharmaceutique
- sur *11 demandes pour des thérapies géniques ou des vaccins* (dont 1 mise sur le marché). Le nombre de demandes d'autorisations pour la branche Recherche-Développement est en net recul depuis 1998. On note toujours peu de dossiers en thérapie génique.

### *CODEX ALIMENTARIUS*

Le **Codex Alimentarius**, organisme de l'ONU qui dépend de la FAO (Food and Agriculture Organisation) et de l'OMS (Organisation mondiale pour la Santé), regroupant 165 pays, est chargé de définir les normes alimentaires. Reconnaîtra-t-il le principe de précaution en matière de sécurité alimentaire ? Les discussions restent bloquées sur deux positions antagonistes : celle des Etats-Unis, il faut étiqueter seulement les produits substantiellement différents ; et celle de l'Europe : il faut étiqueter dès que l'on peut trouver des traces de la modification génétique, c'est-à-dire de l'ADN ou des protéines transgéniques. Les USA se trouvent maintenant très isolés, depuis que le Japon, l'Australie et la Nouvelle-Zélande ont rejoint le camp des pays qui préconisent l'étiquetage.

### **REVISION DE LA DIRECTIVE CE/90/220**

Elle est en cours. Une recommandation a été votée par le Parlement européen. Il affirme la référence au principe de précaution. « Les Etats membres doivent prendre toutes les mesures pour assurer la traçabilité des OGM ». L'autorisation de mise sur le marché est conditionnée au dépôt d'un plan de surveillance par le notifiant et il est rappelé que les Etats peuvent prendre d'autres mesures pour la surveillance et l'inspection. Les dossiers de Recherche et Développement et de Mise sur le Marché sont consultables par le public dans la limite de la protection des informations confidentielles. Les importations sont considérées comme des 'mises sur le marché'. Les autorisations de mise sur le marché sont limitées à 10 ans. L'amendement requérant la responsabilité des producteurs a été rejeté.

## 9. LE DEBAT

Le débat **porte essentiellement sur les risques** que présentent les OGM disséminés. Tandis que les uns les estiment faibles, les autres les estiment importants.

### **Il oppose :**

- ceux qui refusent toutes manipulations génétiques ;
- ceux qui acceptent certains OGM non dangereux (ex OGM 'SAGE'), ainsi que les études et expérimentations en milieu confiné, mais qui refusent la dissémination et la commercialisation des plantes à pesticides (99 % des OGM) ;
- ceux qui sont favorables aux OGM actuellement commercialisés.

### **Acteurs du débat** (J-CI Pérez, 'Planète transgénique', Edition l'Espace bleu)

- *Les biologistes moléculaires et généticiens* : ils détiennent la technologie. Ils sont financés par les multi-nationales de l'agro-alimentaire, qui ont tout intérêt à créer de nouveaux produits et de nouveaux besoins.
- *Les chercheurs en agronomie et biologie des plantes* : ils travaillent aux côtés des précédents experts généticiens – mêmes motivations.
- *Les multinationales de l'agroalimentaire* qui vendent semences, engrais et pesticides : sociétés avant tout commerciales qui, dans une stricte logique du profit, ont énormément misé sur les OGM.
- *Les exploitants agricoles* : leurs avis restent partagés, surtout après la crise de la vache folle. Ils ont bien conscience également qu'ils deviendront totalement dépendants des marchands de semences et d'engrais. Certains, pourtant, croient que le transgénique va améliorer les rendements et la productivité.

L'avis des experts à propos des OGM a tendance à être réduit au seul avis des experts en génétique et en biologie moléculaire. *Il convient notamment de l'élargir* aux spécialistes en génétique moléculaire des plantes. Cette génétique, très différente de la génétique moléculaire humaine, est encore mal connue.

*Et nous ?* Alors que les scientifiques font de grands efforts pour communiquer entre eux, la plupart considèrent qu'ils n'ont pas de compte à rendre au public. Or c'est souvent le public qui les paie, et c'est à lui que le travail scientifique est finalement destiné. *Il manque de scientifiques qui arrivent à expliquer leur savoir aux citoyens. Le scientifique doit apprendre à communiquer avec le public.* Il doit avoir cœur de lui dire ce qu'il fait, et pourquoi. Il doit également écouter ce que le public veut lui dire. L'ensemble des citoyens constitue le comité bioéthique le plus légitime d'un point de vue démocratique (exemple du vote du peuple suisse sur une question de science génétique).

### **OGM : QUEL DEBAT ?**

Plus un outil est puissant, plus il est performant, plus il est dangereux. Le génie génétique est un outil d'une puissance extrême.

#### **■ Les OGM peuvent être intéressants, avantageux.**

En *médecine*, la fabrication de médicaments. Certaines plantes se prêtent plus facilement que d'autres à la manipulation génétique, exemples du colza et du tabac. Le colza, marqué d'un gène de sangsue, lui fait produire un anticoagulant, l'hirudine. Une autre manipulation sur le colza lui fait produire une enzyme efficace dans la lutte contre la mucoviscidose. Le tabac manipulé conduit à la production d'hémoglobine.

En agriculture, des OGM peuvent être intéressants, sans être dangereux. Exemple d'une variété de riz savoureuse et productive dans laquelle on transfère un gène de riz sauvage afin qu'elle résiste à une maladie à laquelle elle est sensible.

Dans un avenir plus ou moins lointain, on pourra créer des OGM 'SAGE' (Sans Addition de Gène Extérieur), qui seront obtenus en enlevant un ou plusieurs gènes, puis en les réintroduisant à la même place chromosomique après les avoir modifiés.

**❑ Des scientifiques affirment que les risques que présentent les OGM sont mineurs.**

Ils arguent que cela fait 4 milliards d'années que la nature pratique intensivement la dissémination et qu'il y a continuellement des transferts génétiques horizontaux. *Des fragments d'ADN de toutes sortes d'organismes circulent dans la biosphère*, le plus souvent sans conséquence. Il arrive que la cellule réceptrice en bénéficie et le transfert contribue à l'évolution des espèces. Elle peut aussi en être perturbée et le transfert être cause de cancer. Nos méthodes de fabrication des OGM, celles d'insertion en force du transgène sont peut-être grossières, mais *la nature n'est guère plus délicate*. Elle procède selon le même principe : elle fait en masse, puis trie. Un arbre produit des millions de graines, qui donneront éventuellement un arbre.

*L'évolution des espèces est lente, elle se mesure en millions d'années. La transgénèse est une opération rapide, puissante et agressive.*

**❑ Nombre de scientifiques estiment, au contraire, prématurées et dangereuses la culture et la commercialisation des plantes à pesticides.**

Parmi eux, le professeur Séralini ('OGM, le vrai débat', Dominos, 2000) s'insurge contre cette première génération d'OGM qui « *correspondent surtout à des constructions génétiques rudimentaires ou brouillons génétiques avec gènes marqueurs, notamment de résistance aux antibiotiques, plasmides entiers et séquences de virus (constructions synthétiques insérées souvent plusieurs fois et aléatoirement dans les chromosomes de la plante. Il représente 99 % des OGM actuels commercialisés* ». « *Monsanto a révélé que son soja tolérant le Roundup contenait deux fragments de transgènes supplémentaires inactifs, et imprévus. La présence de ces transgènes n'est pas sans risque : ils peuvent (...) aboutir à la production de toxines* ». Il distingue la recherche fondamentale, qui utilise des techniques de pointe et fait des constructions 'propres', et la recherche appliquée qui « *a pour leitmotiv l'efficacité au moindre coût* ».

**Aucun gène ne travaille isolément.** La fonction de chaque gène dépend du contexte des autres gènes dans le génome. **Si le gène est transféré dans un génome différent**, il risque d'avoir des effets nouveaux imprévisibles. « *Le génie génétique perturbe profondément l'écologie des gènes à tous les niveaux et c'est de là que viennent les problèmes et les dangers* » affirme Mae-Wan HO, professeur universitaire de biologie à Londres.

**Henri ATLAN**, biologiste et biophysicien de réputation mondiale, membre du Comité d'éthique français ('La fin du tout génétique', INRA édition) : *Le vivant n'est pas programmé comme le serait un logiciel informatique*. Les gènes ne déterminent pas à eux seuls les caractéristiques d'un être vivant. Elles résultent d'une interaction complexe entre les gènes et l'organisme dans lequel ils sont implantés. Atlan ridiculise le dogmatisme et l'arrogance scientifique de la 'pensée unique'. Comme l'écrit le professeur Mattéi : « *le mythe prométhéen revient sous l'habit du généticien* ».

(Cf 10. ADN, supra-code et ondes).

Il est curieux de constater que tantôt on considère l'OGM comme un organisme à part entière pour lequel on dépose un brevet et on sollicite un étiquetage approprié, tantôt on considère l'OGM comme si peu différent de la variété correspondante non transgénique que l'on accepte sa rapide commercialisation après de sommaires tests de toxicité.

Précipitation et manque d'informations. En avril 1995, 99 scientifiques du monde entier demandent un moratoire sur toutes les diffusions des OGM dans l'environnement.

❑ Les OGM résoudre-t-ils le problème de la faim dans le monde ?

Les OGM actuellement commercialisés (soja, maïs, colza, coton) sont cultivés en mode de production intensive et ils sont destinés en grande partie à l'alimentation du bétail des pays riches. Comment les paysans pauvres pourraient-ils acheter les *semences chères* transgéniques avec les pesticides adéquats ? Un récent rapport de la FAO explique que l'on n'a pas besoin d'OGM pour nourrir la planète dans la mesure où *la faim dans le monde ne résulte pas d'une production insuffisante*. Exemple l'Inde, où habite 1/6<sup>ième</sup> de la population mondiale et dont l'excédent en 1999 était de 10 millions de tonnes de céréales.

Des paysans thaïlandais à qui on a proposé du riz doré enrichi en vitamine A ont répondu : « *Les pauvres n'ont pas besoin de riz à la vitamine A, mais de riz à la vitamine L et M* » (Land and Money, Terre et Argent).

❑ Les OGM protègent-ils l'environnement en réduisant l'utilisation de pesticides ?

Depuis l'apparition des OGM aux USA, on n'a pas constaté de baisse notable de consommation d'*insecticides* ; quant aux *herbicides*, qui représentent 85 % des pesticides vendus, leur vente ont considérablement augmenté ces dernières années avec le développement des surfaces des OGM tolérants.

❑ Les OGM sont-ils rentables ?

Des études révèlent une productivité supérieure, d'autres inférieure aux variétés traditionnelles respectives. Elles affirment aussi que le surcoût de la semence n'égale pas toujours le prix de revient des traitements et une hausse de productivité.

G-E Seralini écrit ('OGM, le vrai débat', Dominos) : « *La rentabilité des OGM de première génération repose sur l'absence de tests sur mammifères, sur le brevetage des organismes vivants et sur le non étiquetage* ».

Les semences de maïs Bt aux Etats-Unis ne sont pas rentables et ne permettent pas globalement d'économiser des insecticides dans le pays (CGB, rapport d'activité 1999). Le soja transgénique produit un peu moins que le soja normal.

Un rapport de la DGA européenne de septembre 2000, au vu de diverses études économiques, constate que « *les OGM n'apportent pas de preuves concluantes quant à la rentabilité des cultures transgéniques pour les agriculteurs* ». En matière de soja transgénique, les rendements par rapport au conventionnel varient de - 12% à + 4%, et pour le maïs de + 3 à + 9%. Cependant, constate l'étude, l'amélioration de rendement n'est effective qu'en cas de présence de la pyrale. De plus, la mise en place de systèmes de traçabilité et de séparation entre les filières OGM et non OGM pourrait entraîner une hausse des coûts de 5 à 25 euros par tonne.

Dans ce contexte, les multinationales sont engagées dans des opérations de recentrage vers des activités plus rentables, comme la pharmacie, et tentent de se séparer de leurs branches agrochimiques (Novartis et Astra-Zeneca fusionnent leur agrochimie dans Syngenta).

❑ Doit-on foncer, quand on en ignore tant ?

\* **L'ADN**

95 % de l'ADN ne sont pas des gènes codant pour des protéines. On ignore leur utilité. Où est l'information conduisant les protéines à s'organiser en cellules ? Ces cellules en organes ? Ces organes en organismes ? On ignore comment on passe de l'*information* contenue dans l'ADN à la *fonction* biologique.

### \* Méconnaissance des génomes manipulés

A l'exception de certains microorganismes, « si les biologistes moléculaires sont de bons mécaniciens, ils ne connaissent pas le moteur sur lequel ils travaillent », constate G-E Séralini. Le génome du maïs, par exemple, « reste loin d'être lu entièrement, tant il s'agit d'un puzzle complexe ». « Après cinquante années d'intenses travaux en biologie moléculaire, des fonds publics et privés considérables, nous n'en sommes qu'aux prémices d'une jeune science puissante ». « Nous intervenons sur le génome des êtres vivants sans avoir de vision globale et précise de son fonctionnement et de sa structure ».

\* La **rhizosphère** est l'ensemble des microorganismes qui prolifèrent autour des racines végétales. On n'est aujourd'hui capable d'identifier qu'à peine 1/100<sup>ième</sup> des bactéries présentes dans cet environnement. Or la plupart des pathologies végétales proviennent de cette gènte souterraine. Et la culture des plantes transgéniques peut modifier, dans des proportions importantes, la composition bactérienne du sol qui les héberge.

## PRINCIPE DE PRECAUTION

Etant donné ces ignorances, les risques pour la santé et pour l'environnement, peut-on dire que le principe de précaution est respecté dès lors qu'on accepte **l'importation des OGM et leur culture en plein champ ?**

Le **seuil de 1 %** fixé par le règlement européen n°49/2000 a été déterminé en faveur des opérateurs, en regard du risque accidentel de contamination par du matériel génétique.

Lors du vote par le parlement européen de la recommandation du 12/4, l'amendement définissant la **responsabilité des producteurs** a été rejeté.

*Protocole de Montréal*

En janvier 2000, plus de 130 pays ont adopté un accord à Montréal (y compris le groupe de Miami : Etats-Unis, Canada, Australie, Argentine, Chili et Uruguay). Le protocole ne sera définitif qu'après sa ratification, c'est-à-dire sa signature par au moins 50 pays.

Ce protocole sur la biosécurité inclut la notion que le principe de précaution peut à présent être invoqué pour limiter les importations d'OGM par les pays receveurs. Le principe de précaution pourra prendre en compte tant les risques sur la santé et l'environnement que les aspects sociaux et économiques.

Les modalités d'application restent floues, elles sont en cours de négociation. La prépondérance ou non des règles de l'Organisation mondiale du Commerce par rapport à cet accord doit être précisée. Pour l'OMC, un pays qui refuse une importation de denrée doit faire la preuve des dangers sanitaires. Or, notre tradition médicale est surtout tournée vers la mise en évidence et le traitement des risques microbiens.

## 10. ADN, SUPRA-CODE ET ONDES

### **JEAN-CLAUDE PEREZ , découvreur du supra-code de l'ADN**

Jean-Claude Perez est docteur-ingénieur en mathématiques et en informatique et professeur à l'Université européenne de Recherche. Il a écrit 'Planète transgénique' (éd L'Espace Bleu, 1997). Pionnier de l'intelligence artificielle dans les années 80, il a publié les premiers ouvrages en langue française consacrés aux neuro-ordinateurs. *Intéressé par le décryptage du génome humain, il met en évidence un 'supra-code de l'ADN' ('L'ADN décrypté', Editions Marc Pietteur, 1997).* Il poursuit ses recherches avec la société Verhaeghe Bio-technologies à Roubaix.

Pour Perez, il est évident que la complexe molécule d'ADN ne peut qu'être unifiée par une 'architecture' définissant un ordre global hypersensible à d'infimes mutations. Il utilise ses ordinateurs neuronaux et les 'mathématiques du chaos' dans le but de déceler un ordre au sein de l'ADN.

*Dans l'ADN, aucun élément n'est disposé au hasard.* Les nucléotides ou bases (thymine, cytosine, adénine et guanine) se positionnent suivant un ordre, la suite de Fibonacci (1 1 2 3 5 8 13 21 34 55 89 144...) (Fibonacci, dit Léonard de Pise a vécu au Moyen Age). Chaque nombre est la somme des deux précédents. Le quotient d'un nombre par le précédent est très vite environ égal à 1,618, appelé phi ou « nombre d'or ».

Considérons, n'importe où dans l'ADN, une suite de bases TCAG dont la longueur est un nombre de Fibonacci, par exemple 144 bases. Si ce tronçon se subdivise en 55 bases T et 89 bases A, C ou G, cette séquence constitue une 'résonance'. Une résonance est donc une proportion entre 3 nombres successifs de Fibonacci, indépendamment des positions relatives des bases à l'intérieur du tronçon considéré. *Le supra-code de l'ADN (découvert en 1990, non officiellement reconnu) est l'ensemble de ces résonances. « On est étonné par la richesse et la complexité que forme ce réseau de résonances. On trouve autant de résonances dans l'ADN 'poubelle' que dans les 5% dit 'utile', car codant pour des protéines ».* Cet ordre omniprésent, structurant toute séquence d'ADN, se montre hypersensible à d'infimes mutations.

L'ADN supporte le patrimoine génétique acquis au cours de millions d'années de lente évolution. Les génomes aux supra-codes les plus évolués sont les plus anciens (le singe Mandrill par exemple), et ils sont peu ou pas pathogènes. Perturber un génome de plante par un gène étranger (« *plante anti-personnel* ») brise cette architecture de l'ADN. Le génome mutera alors de manière erratique, conduisant, à *long terme*, à des modifications ou disparitions de fonctions de la plante, voire à la naissance de fonctions nouvelles indésirables. *Effets aussi imprévisibles qu'incontrôlables.*

En 1997, Perez a mené 80 simulations informatiques de transgénèse afin de mesurer une éventuelle désorganisation du supra-code de l'ADN résultant des ces transgénèses. Le résultat montre une dégradation du supra-code, avec un accroissement du désordre dans un rapport moyen de dix. Outre le désordre engendré, localement, au point d'insertion du gène, on mesure une propagation du désordre plusieurs milliers de bases de part et d'autre de ce point.

*« J'ai la conviction scientifique que le problème abordé par les OGM est potentiellement très grave pour l'équilibre futur de notre planète. Ses répercussions pourraient être très supérieures à celles des pandémies actuelles telles qu'amiante, vache folle et même sida. Cela tient au caractère sournois, caché et à long terme de ce risque ».*

Qui oserait affirmer aujourd'hui qu'il n'y a aucun risque d'effets pervers imprévisibles et à long terme (à une, deux ou trois générations) et dramatiques pour l'espèce humaine, tout comme pour les autres espèces vivantes, animales, végétales, et de manière générale pour tout l'écosystème ? » (p 26)

« Le désordre causé par l'insertion d'un gène étranger de quelques centaines de bases devrait provoquer dans le génome de la plante des désordres très supérieurs à ceux observés dans les génomes de sida. » (p 60)

Le génome perturbé de la plante peut devenir mutagène (provoquer des mutations chez la plante)

- de façon convergente (conduisant à un nouvel équilibre, avec le risque cependant de modifications de fonctions existantes de la plante) ;

- ou de façon divergente, et on ne sait jusqu'où iront les désordres, la vitesse de mutations est susceptible s'accroître (Cf mutations du génome du virus du sida : le génome mute ses bases mille fois plus vite que le génome humain ; on ne sait pas pourquoi) ;

- Il se peut que le génome devienne cassant et perde de sa stabilité, l'émergence de virus nouveaux n'est alors pas à exclure. Risque d'émergence chez la plante de nouvelles fonctions inconnues.

## **JOËL STERNHEIMER ET LES ONDES**

*Jean-Marie Pelt déplore dans son ouvrage 'Plantes et aliments transgéniques' que « le génie génétique ignore superbement l'aspect ondulatoire de la matière, si caractéristique de la physique quantique, pour ne s'attacher qu'à son aspect corpusculaire. Une amputation dont il pourrait un jour avoir à se repentir ! ».*

*Joël Sternheimer a obtenu pour ses découvertes un brevet européen. Il a montré que la matière émet des vibrations et en particulier la matière biologique, et que, lorsqu'on sait lire ces vibrations, on s'aperçoit que c'est comme une symphonie. Il appelle le gène introduit une fausse note. Il dit que lorsqu'on introduit une fausse note, ou bien on la rattrape si on peut car la nature a capacité de régulation, ou bien alors le concert est raté. Si on rate tout, cela veut dire qu'on a cassé l'harmonie fondamentale avec des conséquences imprévisibles.*

Quelque part en Afrique, des Africains font pousser des tomates qui résistent mieux à la sécheresse grâce à la « musique » d'une protéine « anti-sécheresse ». Les rendements vérifiables et reproductibles sont améliorés par un « facteur 20 » vis-à-vis de ceux des lots témoins non traités. Résultats remarquables.

Explication : Chaque acide aminé composant la séquence d'une protéine émet un signal de nature quantique, une « onde d'échelle », ce signal correspond à une fréquence précise. Il est possible de transposer cette fréquence dans le spectre des fréquences de la bande musicale. En jouant la « mélodie » associée à une protéine spécifique, on peut soit stimuler, soit inhiber sa biosynthèse. De nombreuses applications sont possibles, tant aux niveaux thérapeutiques que pour la stimulation de la croissance des plantes.

# 11. BREVETAGE DU VIVANT

## BREVET

Un brevet est une garantie de monopole donnée par l'Etat à un inventeur en échange de la description de son procédé. Un tiers peut utiliser le brevet moyennant le paiement d'une licence. Au bout de 20 ans, le brevet 'tombe dans le domaine public'.

## HISTORIQUE

Au *XIX<sup>ième</sup> siècle*, le législateur a souhaité, par le brevet, encourager l'invention en protégeant l'activité de l'inventeur individuel. De nos jours, la situation a bien changé et ce sont surtout les grandes entreprises qui déposent des brevets. Le brevet est devenu un outil pour les multinationales pour contrôler un marché, renforçant ainsi les monopoles des plus puissants.

Quand Marie et Pierre Curie ont découvert les applications de la radioactivité à la médecine, ils ont choisi de ne pas déposer de brevet sur leur découverte pour qu'elle puisse être utilisée librement.

*Aux Etats-Unis, jusqu'en 1980*, les tribunaux ont toujours refusé le brevetage du vivant (Product of Nature doctrine). Mais en *1980 avec l'arrêt Chakrabarty*, la Cour suprême, par 5 voix contre 4, a abandonné cette doctrine en acceptant le brevetage d'une bactérie, en l'occurrence une bactérie manipulée pour dégrader des hydrocarbures. Elle justifie cette décision : la manipulation génétique comporte innovation, invention et application industrielle. *En 1983, premier brevet sur une souris transgénique* bricolée pour développer des cancers mammaires (Université de Baltimore, USA).

*En 1988, la Commission européenne autorise le brevetage du vivant.*

*En 1994, la loi de bioéthique en France (L 611-17) interdit la prise de brevets sur des « séquences brutes ».*

*En 1999, l'Office européen des brevets autorise le dépôt de brevets pour des plantes transgéniques*, estimant qu'une telle plante est assimilable à une invention, à la différence des variétés issues de croisements ou de sélections.

**Aujourd'hui, les entreprises estiment qu'elles ne peuvent pas investir dans la recherche si elles ne brevettent pas leurs innovations.** En face, des Etats répondent que si l'on ne pose pas de limites à ces brevets, on va vers une privatisation d'un stock de capital qui était jusque là considéré comme collectif. D'où des discussions sur le partage des bénéfices.

Cette situation peut être provisoire, car liée à des besoins d'investissements considérables des entreprises sur les recherches génétiques.

*Opposition au brevetage du vivant*

Du point de vue éthique, « c'est faire de la vie une marchandise, une nouvelle source de profit ».

Les brevets limitent la recherche médicale. Exemple du dépôt par une entreprise américaine d'un brevet sur une bactérie qui intervient dans la méningite : des chercheurs ont arrêté leurs travaux sur un vaccin de la méningite, ne voulant pas payer la redevance sur le brevet déposé. Autre exemple de la séquence d'un gène brevetée qui n'est plus alors à la disposition de la communauté des chercheurs. Axel Kahn, ex président de la CGB : « *Que ce soit pour une planète, un gène de plante ou d'humain, la connaissance doit rester à la portée de tous. On ne peut pas breveter ce qui préexiste dans la nature* ».

Il sera interdit pour le paysan de garder des graines brevetées pour les semer. Pour débusquer les 'pirates', l'entreprise américaine Monsanto utilise les services de l'agence de détectives privés Pinkerton ; elle met également à la disposition des agriculteurs un numéro vert pour qu'ils puissent dénoncer leurs voisins 'pirates'.

Guy Riba, directeur scientifique à l'INRA : « *Il convient d'interdire le brevetage des séquences, et de n'autoriser le dépôt d'un brevet qu'à la condition qu'on ait pu démontrer, par des expériences ad hoc, qu'une séquence est responsable d'une fonction et que celle-ci est utile pour une application* ».

Jeremy Narby, anthropologue : « *Déposer un brevet sur un organisme, c'est affirmer en être le créateur ! C'est une imposture fondamentale* ».

Jacques Dubochet, professeur de biophysique à Lausanne : « *Breveter un animal ou une séquence d'ADN est ridicule. Par contre, breveter le processus qui permet d'obtenir l'insuline humaine par génie génétique me paraît acceptable. Un brevet porte sur une invention, pas sur une découverte* ».

### **Défense du brevetage du vivant**

Pour développer un nouveau médicament, *l'investissement s'avère lourd* : près de 3 milliards de francs, pour une commercialisation dix à douze ans plus tard (identification des molécules d'intérêt thérapeutique, essais sur l'animal, essais cliniques, obtention de l'AMM). L'industrie pharmaceutique souhaite ainsi disposer d'une totale exclusivité sur l'exploitation de ces matériaux de base, essentiels à leur travail, que sont les gènes.

Aux Etats-Unis, la société *Celera Genomics*, dirigée par Craig Venter, développe l'essentiel de ses activités autour de l'analyse de la séquence du génome humain : vendre l'information génétique aux industries pharmaceutiques.

En France, la société de biotechnologie *Genset* dirigée par Pascal Brandys, dépose actuellement deux brevets par semaine, et en a déjà déposé 300, dont 90 % aux Etats-Unis. Elle emploie 20 personnes dont l'activité est entièrement dévolue aux brevets. Pascal Brandys estime : « *Nous assistons aujourd'hui en France et en Europe à un véritable déficit intellectuelle dans le secteur des biotechnologies. Cette levée de boucliers contre la brevetabilité est un frein au développement de nos activités* ». Pour lui, l'objectif n'est pas de s'approprier un gène mais de permettre de protéger et donc de faciliter la diffusion des inventions utilisant ce gène et leurs applications.

## **DIRECTIVE EUROPEENNE 98/44 RELATIVE A LA PROTECTION JURIDIQUE DES INVENTIONS BIOTECHNOLOGIQUES**

La **directive européenne 98/44** a été publiée le 30 juillet 1998. Elle prévoit la possibilité de breveter des « *inventions biotechnologiques* ». Les Etats membres de l'Union européenne devaient la transposer dans leur droit national avant le 30 juillet 2000.

Il a fallu une dizaine d'années pour imposer cette directive.

Art 5-1 : « *Le corps humain, y compris la séquence, ou la séquence partielle d'un gène, ne peuvent constituer des inventions brevetables* ». Mais, Art 5-2 : « *Un élément isolé du corps humain (...) y compris la séquence ou la séquence partielle du gène, peut constituer une invention brevetable, même si la structure de cet élément est identique à celle d'un élément naturel* ». Pour l'étude d'un gène, les chercheurs l'isolent toujours du corps humain ! Ainsi cette réglementation ne pose aucune limite aux brevets sur les gènes.

*Pays qui se sont opposés à cette directive* : l'Autriche, l'Italie, les Pays-Bas, la France, l'Allemagne, la Norvège ; *pays qui ont élaboré ou élaborent des projets de lois* : la

Belgique, le Luxembourg, l'Espagne, la Grèce, le Portugal, la Suède ; *pays qui ont transposé la directive* : la Grande-Bretagne, la Finlande et le Danemark.

**Suite aux saisines de la Cour européenne de Justice par les Pays-Bas et l'Italie ainsi que la pétition du professeur de génétique médicale Jean-François Mattéi lancée en avril 2000, les Européens vont très probablement réviser cette directive.**

### **Comment breveter un gène ?**

En Europe, trois conditions doivent être remplies : la nouveauté, l'activité inventive et l'application industrielle envisagée. La confusion règne. Découverte ou invention ? Le fait de découvrir un gène relève-t-il de l'invention ? L'obtention d'un brevet demande la description de la fonction du gène (qui correspond en fait à la fonction de la protéine), mais cette notion est si large et complexe que les exigences des bureaux de brevets varient d'un brevet à l'autre.

Aux Etats-Unis et en Europe, des brevets ont déjà été déposés sur des séquences brutes, sans connaître la fonction du ou des gènes.

En 1999 a été créé en France **Génoplante**. Il s'agit d'un groupement d'intérêt scientifique à vocation européenne qui a un double objectif :

- développer la génomique (étude des génomes des plantes) ;
- permettre le développement, la défense et la valorisation d'une forte propriété industrielle.

Il est composé d'organismes publics (INRA, CNRS...) et de puissants organismes privés. Il est financé à 70 % par l'Etat, le restant par des firmes privées.

L'association 'Attac' dénonce : « *ce projet, c'est la subordination de la recherche publique aux intérêts des grandes firmes, avec une main d'œuvre gratuite pour les multinationales. La finalité de Génoplante, c'est de développer la propriété industrielle conduisant à la privatisation du vivant ; l'objectif de la recherche y est détourné au profit d'un objectif industriel et commercial de rentabilité* ».

Il est difficile d'établir pour une plante la part des qualités qui tiennent aux ressources naturelles de la plante et celles qui ont été mises en évidence par un processus industriel.

## **BIODIVERSITE**

Jusqu'en 1992, la biodiversité était un patrimoine mondial. Les entreprises ou laboratoires de recherches pouvaient aller se servir dans la nature sans demander l'autorisation du pays concerné.

Au **SOMMET DE LA TERRE DE RIO, EN JUIN 1992**, on reconnaît aux Etats la souveraineté sur la diversité biologique. Chaque pays doit prendre des mesures pour gérer ses ressources et en faciliter l'accès. Parallèlement, un partage des avantages liés à l'utilisation de ces ressources doit être organisé. L'accord de Rio est aujourd'hui ratifié par 175 Etats, USA exclus.

Depuis 1992, la Convention sur la diversité biologique tente d'imposer des règles à l'exploitation de la biodiversité : exemple de l'obligation de l'accord d'un pays pour mettre au point une nouvelle molécule à partir de la plante de ce pays. L'article 8J reconnaît le rôle des

communautés autochtones et locales dans le maintien et l'entretien de la biodiversité (Si je prospecte en Guyane, dois-je verser des royalties à l'Etat français ou aux Amérindiens ?)

En France, comme dans le reste de l'Union Européenne et une grande partie du monde, les variétés végétales en tant que telles ne sont pas brevetables, protégées par le régime spécial des obtentions végétales (système UPOV : Union pour la Protection des Obtentions végétales). Celui qui met au point une nouvelle variété protège son invention non par un brevet, mais par un COV (Certificat d'Obtention végétale).

Le **Bureau des Ressources génétiques** (BRG), Paris 5<sup>ième</sup>, dirigé par Jean Koechlin, est chargé, depuis 1983, de coordonner la gestion des ressources génétiques. Il est partenaire de nombreux organismes dont l'INRA (Institut national de la Recherche agronomique), le CNRS et le GEVES (Groupe d'Etudes et de Contrôle des Variétés et des Semences).

Il a commencé à recenser et mettre à disposition sur Internet les informations disponibles sur les variétés microbiennes, végétales et animales du territoire. Pour l'instant, on peut avoir accès à ces données gratuitement en s'engageant notamment à respecter la mention obligatoire de l'origine. On peut éventuellement obtenir les ressources elles-mêmes (graines, boutures).

Dans un contexte international de concurrence acharnée autour de la notion de propriété sur le vivant, la position du BRG n'est guère tenable. Le BRG cherche à étendre le système du certificat d'obtention végétale (COV), et donc à rémunérer un droit de propriété intellectuelle.

### **CONFERENCE DE NAIROBI, JUIN 2000**

Son objectif : comment exercer le droit de propriété sur le vivant, comment partager les bénéfices entre les pays. Comment déterminer le pays d'où provient un gène ?

La Convention sur la diversité biologique ne peut avoir d'effets rétroactifs. Pas question d'indemniser l'Amérique centrale d'où vient le maïs, ni l'Ethiopie d'où vient le café (mais ce sont les Arabes qui eurent l'idée de griller le grain, de le moudre et d'en faire une décoction).

## 12. DIVERS

### **CRII-GEN**

**Le CRII-GEN** est un Comité de Recherche et d'Information indépendantes sur le Génie génétique. « *Il s'agit d'un haut comité d'expertise, indépendant des producteurs d'OGM, intervenant au niveau juridique, scientifique (santé/environnement), sociologique, technique (étiquetage), et économique pour les citoyens, associations, groupements, syndicats...* ». Son siège social : Me Corinne Lepage, Présidente – 40, rue de Monceau – 75008 Paris. Son site Internet : [www.crii-gen.org](http://www.crii-gen.org).

De création récente, il est composé d'un conseil d'administration de 7 membres présidé par Corinne Lepage et d'un conseil scientifique de 9 membres présidé par Gilles-Eric Séralini. Ses moyens d'action : études, réponses, expertises, conférences, publications, participations à des réunions, congrès, organisation de colloques, etc.

Le CRII-GEN demande au Parlement européen de voter un moratoire général sur la commercialisation des OGM agricoles. Il s'étonne de l'abandon du principe de précaution dans la commercialisation des OGM, en particulier des plantes qui produisent ou absorbent des pesticides. « *Le Parlement européen ne se fonde sur aucun test scientifique sérieux de nutrition de mammifères pour étayer sa position* ». Le CRII-GEN demande aussi plus de transparence dans les éléments du dossier et de démocratie dans des prises de décisions qui engagent la santé, l'environnement de tous. Il a rédigé '*dix propositions pour faire évoluer le dossier OGM*' (voir in fine).

### **ENVIRONNEMENT**

#### **Des chiffres...**

Selon un document de la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture) de 1997, un **milliard d'hectares de terre fertile ont disparu au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle du fait de l'agriculture intensive**, soit autant que depuis le début de l'histoire de l'humanité. L'agrochimie est également l'une des grandes responsables de la perte de biodiversité. On estime **qu'entre 50 et 300 espèces végétales et animales s'éteignent chaque jour**.

Les 2/3 des plantes cultivées de la planète sont dépendantes des **insectes** pour leur pollinisation.

La forêt amazonienne contient la moitié des plantes du monde et les Indiens en ont une connaissance quasi encyclopédique.

#### **Biotechnologies : une chance pour notre environnement**

L'essentiel de la pollution est produite par la technologie inorganique. A cet égard, la biotechnologie semble être une bonne chose.

Le jour où l'on produira de l'électricité par biotechnologie, on n'aura plus besoin de nos monstrueuses centrales nucléaires ou hydroélectrique. Ce sera une technologie propre, à l'échelle humaine, bon marché, et utilisable par tous et partout.

Une plante qui fabrique du plastique devient ainsi une sorte de mini-usine, propre et entièrement recyclable.

## OGM et vaches folles

*Les risques sont principalement potentiels pour les premiers, avérés pour les seconds.*

L'Agence française de Sécurité sanitaire des Aliments demande que davantage de tests de nutrition animale à base d'OGM soient effectués. Elle se penche par ailleurs sur l'autorisation des farines animales ; importera-t-on davantage de soja transgénique américain pour remplacer ces sources contestées de protéines animales ?

Le consommateur, lui, voudrait être sûr de ne pas s'empoisonner avec ce qu'on lui met dans l'assiette. L'idée d'un steak de vache folle nourrie aux OGM lui est peu ragoûtante...

Dans un cas comme dans l'autre, *les perspectives de bénéfices ont poussé à agir trop précipitamment*. L'étiquetage des OGM est mis en place tant bien que mal après des années de commercialisation, et de consommation. Pour des questions de rentabilité, les industriels ont abaissé la température de chauffe des déchets animaux.

Dans les deux cas, *on transgresse la barrière entre les espèces*. La maladie de la vache folle s'est déclarée après qu'on ait donné une nourriture carnée à des herbivores. Quant aux OGM, ils sont fabriqués en introduisant des séquences d'ADN, éventuellement modifiées, en provenance d'un organisme qui peut être un microorganisme, une plante ou un animal. D'aucuns ont prétendu que ces manipulations génétiques étaient peu de chose, en comparaison des nombreuses disséminations de fragments d'ADN qui ont lieu dans la nature. Le prion cause de l'encéphalopathie spongiforme bovine n'est-il pas, lui, qu'une toute petite particule de protéine qui, transmise d'une espèce à une autre, est devenue responsable de la gravissime maladie de Creutzfeldt-Jakob ?

## LIVRES et DOCUMENT CONSEILLES

**‘OGM, le vrai débat’** de Gilles-Eric Séralini, Dominos, 2000 (environ 40 F) : efficace et bien documenté

**‘Plantes et aliments transgéniques’** de Jean-Marie Pelt, Pocket, 2000 (environ 30 F) : facile à lire

**Rapport d’activité de la Commission du Génie biomoléculaire** : *intéressant et bien conçu - gratuit, à demander au Secrétariat de la CGB (251, rue de Vaugirard 75732 Paris cedex15)*

**‘L’ADN devant le souverain’** de Jacques Dubochet, Jeremy Narby et Bertrand Kiefer, Georg, 1997 : *entretien passionnant entre un anthropologue et un biophysicien*

**‘Planète transgénique’** de Jean-Claude Perez, L’Espace Bleu, 1997 : *l’auteur a découvert ce qu’il a appelé le supra-code de l’ADN (voir fiche 10), livre accessible à tous*