

Les risques alimentaires des OGM

P. Joudrier

Président du Comité d'Experts Spécialisé Biotechnologie de l'AFSSA
UMR DAP, CIRAD, Avenue d'Agropolis TA A-96/03, 34398 Montpellier Cedex 5, France

Auteur correspondant : P. Joudrier, joudrier@supagro.inra.fr

Reçu le 23 août 2009

Résumé – Cet exposé a pour but de montrer quels sont les précautions prises avant de mettre une plante génétiquement modifiée (PGM) sur le marché. La première partie présente les événements biologiques qui se produisent de manière permanente au cours de la vie de la cellule et d'un organisme. L'événement biologique que représente une transgénèse n'est pas quelque chose d'inconnu pour les cellules. La deuxième partie présente l'évaluation qui est faite des PGM avant de les mettre sur le marché et qui, en France, suit les lignes directrices de l'AESA (Autorité Européenne de Sécurité Alimentaire). La troisième évoque des questions fréquemment posées dans le débat sur les PGM. Il est conclu que les PGM sont au moins aussi sûres pour l'alimentation humaine et animale que leur contrepartie non-GM.

Mots clés : OGM / sécurité alimentaire / évaluation

Abstract – Food safety of GMOs.

In this presentation, we review the complexity of the different biological events which occur during life cell cycles. Indeed transgenesis is not an unknown event for cells. In the second part of this article, the complex and complete evaluation process destined to assure the food safety of GMOs, before they are released on the market, is described. Some answers to questions frequently asked about the GMOs are given. It is concluded that GMOs are probably more safe than their conventional non-GM counterpart.

Key words: Food safety of GMOs / evaluation

Introduction

Avant de commencer, il convient de faire les remarques préliminaires suivantes :

- jamais notre alimentation n'a été aussi sûre qu'aujourd'hui ;
- aucun des aliments courants que nous consommons aujourd'hui n'a été évalué au plan de la sécurité sanitaire, à l'exception des aliments irradiés et, dans une moindre mesure, des aliments cuits ou réchauffés dans un four à micro-ondes et maintenant, ceux issus d'OGM ;
- il ne fait pas de doute que demain, notre alimentation sera encore plus contrôlée puisque l'on s'achemine vers des produits ayant des allégations de bénéfice pour la santé.

Avant d'aborder les risques alimentaires des PGM, il est nécessaire de rappeler quels sont les événements biologiques naturels qui interviennent couramment lors de la vie des cellules et qui modifient ainsi le patrimoine génétique d'un organisme donné.

Événements biologiques spontanés modifiant la séquence de l'ADN

Au cours de la vie de la cellule, divers événements interviennent au niveau de l'ADN :

- la réplication de l'ADN, étape qui précède la division cellulaire ;
- les différents types de divisions cellulaires (mitose, amitose, méiose ...) ;

- la fusion nucléaire et/ou la fécondation ;
- l'intervention de virus et bactéries (pour ces organismes, il a été largement prouvé et observé qu'ils étaient capables d'introduire des gènes étrangers dans les organismes qu'ils colonisent). Nous pouvons rappeler d'ailleurs que la plupart des PGM sont obtenues en faisant agir une bactérie du sol, *Agrobacterium tumefaciens*, chez laquelle on a supprimé les gènes impliqués dans la maladie qu'elle provoque chez la plante, pour les remplacer par un ou des gènes d'intérêt ;
- des mutations (quasi permanentes) dues à l'environnement extérieur (différents types de rayonnement : R-X, R-gamma, UV et/ou des produits chimiques mutagènes).

Lorsque ces différents événements se réalisent, il peut se produire simultanément :

- des crossing-over (égaux ou inégaux) ;
- des mutations ponctuelles (transversion-transition), insertionnelles, ou de délétions ;
- des duplications de quelques bases à un gène, voire d'un chromosome entier (trisomie) et même dans certains cas d'un génome entier (polyploïdisation) ;
- des délétions de toutes tailles ;
- des insertions de toutes tailles. Ce cas correspond à la transgénése ;
- des translocations (pouvant comprendre les deux cas précédents) ;
- des transpositions (par les transposons et/ou les rétro-transposons) ;
- des différences dans l'ordonnement des gènes (synténie).

Ces différents événements ont diverses conséquences :

- la teneur en ADN au sein de variétés de la même espèce a été mesurée chez de nombreuses espèces, révélant de larges variations de cette teneur. Ainsi, par exemple, la teneur en ADN de deux variétés de maïs peut varier jusqu'à 42 %, des fluctuations de 12 % ont été observées chez le soja, ce qui représente de l'ordre de 100 millions de bases ;
- le polymorphisme allélique, ainsi qu'une variation du nombre d'allèles mais aussi une variation dans la disposition des gènes, se rencontrent. Si, par exemple, chez les céréales, la macrosynténie est globalement respectée, on peut trouver des différences importantes au niveau de la microsyténie (Gale & Devos, 1998) ;
- on peut noter des variations du nombre de chromosomes au sein d'une même plante (canne à sucre) ;
- ou des variations du niveau de ploïdie entre les différents organes d'une même plante.

Il n'est pas possible de hiérarchiser ou de donner un ordre d'importance à chacun de ces phénomènes ni

de penser qu'a priori, ceux-ci entraîneraient des dommages systématiques pour la cellule ou la « normalité » de l'organisme.

Il faut, en effet, avoir présent à l'esprit que toute modification (de la plus petite – mutation ponctuelle – à la plus importante – duplication des chromosomes, voire de génome) dans le génome peut soit être sans conséquence, soit provoquer des désordres plus ou moins importants mais aussi, pourquoi pas, conférer de nouvelles caractéristiques bénéfiques ou l'apparition d'une nouvelle propriété (elle aussi négative, neutre ou positive).

Un exemple, particulièrement démonstratif, peut être pris chez l'Homme : la drépanocytose (ou anémie falciforme) est la première des maladies génétiques chez l'Homme en fréquence. On sait qu'elle est due à une mutation ponctuelle qui modifie une base du codon de l'acide glutamique, y substituant le codon de la valine en position 6, dans l'un des gènes codant pour l'hémoglobine. La conséquence en est que la structure tertiaire de l'hémoglobine est modifiée. Cette protéine anormale d'hémoglobine (hémoglobine S, Hb S) détruit alors les globules rouges. Elle entraîne des crises douloureuses et des troubles vaso-occlusifs, signes de graves hémolyses.

Ce cas est bien documenté, mais on sait aussi qu'une mutation ponctuelle peut, en modifiant la structure primaire d'une protéine donnée, conférer à cette protéine de nouvelles propriétés (là encore avec des conséquences négatives, neutres ou positives).

Ainsi donc, un simple croisement entre deux individus n'est pas sans risques et n'est aucunement une garantie d'obtenir une descendance sans problème.

Chez l'Homme, on dénombre actuellement de l'ordre de 8000 maladies génétiques et 2 millions de personnes en seraient porteuses. D'une manière générale, on constate des désordres de tous types chez les descendants issus d'un croisement « naturel » de deux individus normaux.

Chez les plantes, il est vraisemblable que les fréquences d'individus anormaux dans une descendance sont assez élevées, mais, il est alors très facile de les éliminer et de ne conserver que les plantes apparaissant comme normales. Mais ce n'est pas parce que celles-ci présentent un phénotype normal qu'elles le sont.

Il n'est donc pas étonnant que l'on ait constaté dans le passé plusieurs cas de croisements conventionnels ayant conduit à des problèmes :

- soit l'apparition de nouvelles toxines (cas d'une variété de pomme de terre) soit l'augmentation de la teneur de certaines des toxines naturellement déjà présentes (pomme de terre, courgette) ;
- des propriétés allergéniques nouvelles (céleri et crucifères) ;

- des sensibilités nouvelles à des maladies, notamment pour le maïs, le châtaignier.

Lorsqu'on fait une transgénèse, que se passe-t-il au niveau biologique ?

Il s'agit principalement de l'insertion (en général au hasard) d'une construction génique. Il peut y avoir plusieurs insertions, notamment avec la méthode de biolistique (l'une des deux principales techniques de transfert d'ADN chez les plantes) mais, en règle générale, seules les transformations n'ayant qu'une seule insertion sont conservées pour les OGM qui, *in fine*, seront évalués et, éventuellement, mis ensuite sur le marché.

Lors d'un croisement conventionnel, on ne sait pas ce qui s'est passé au niveau du génome. On ne sait rien de la nouvelle combinaison génétique (nouveau fonds génétique), combien de gènes ont été touchés, ajoutés, supprimés, voire modifiés. Et on a peu de moyens de le savoir.

En revanche, et parmi toutes les techniques utilisées d'amélioration des plantes, la transgénèse est, sans aucun doute, la plus sûre, la plus fiable, la plus efficace que l'Homme ait jamais utilisée.

Car, si on ne sait pas encore insérer un gène à un endroit précis dans le génome (opération que l'on sait mieux faire chez les animaux, que l'on commence seulement à maîtriser chez les plantes et qui ne concerne pas encore les PGM actuellement sur le marché), on sait exactement ce que l'on a fait *a posteriori*.

Dans tous les cas, et comme nous l'avons vu précédemment, une insertion n'est pas un événement inconnu au niveau de l'ADN et provoque, par exemple, moins de mutations qu'une mutagenèse aléatoire.

Cette dernière méthode vise essentiellement à créer une variation considérable dans le génome en provoquant des mutations (le type de mutations provoquées dépend de l'agent mutagène utilisé, les agents chimiques vont le plus souvent provoquer des mutations ponctuelles, les rayons X ou gamma vont plutôt provoquer des cassures et réarrangements de chromosomes) à partir desquelles sera retenu ensuite le génotype dans lequel un caractère donné sera amélioré mais dans lequel, sans crible spécifique, il sera impossible d'évaluer les autres mutations qui se seront produites.

Ainsi, parmi les OGM actuellement sur le marché :

- il n'a jamais été prouvé que l'addition de gènes soit dangereuse ;
- il n'a jamais été prouvé que la transgénèse induisait plus de changements ou provoquait une situation plus dangereuse que la réalisation d'un croisement conventionnel. C'est même plutôt l'inverse qui est démontré !
- il n'y a donc aucune raison particulière pour qu'un OGM soit dangereux « *a priori* ».

Il faudrait donc, en bonne logique, évaluer différentes natures de risques avec toute nouvelle variété créée et ce, quelle que soit la méthode d'obtention.

Mais actuellement, seules les PGM font l'objet d'évaluations de risques tant pour l'environnement que pour leur consommation. Nous ne parlerons pas ici du risque éventuel pour l'environnement mais uniquement du risque éventuel au niveau alimentaire.

Évaluation du risque alimentaire des OGM

Comment évalue-t-on les risques alimentaires des OGM ?

Il existe une réglementation européenne concernant tous les aspects des OGM, depuis leur conception jusqu'à leur mise sur le marché. Cette réglementation est certainement l'une des plus complètes et complexes au monde. Notons que les premières réglementations datent de 1990, donc bien avant l'arrivée des premiers OGM sur le marché. La mise en place progressive de toute cette législation a parallèlement entraîné un coût élevé, dû à la mise en œuvre de tous les contrôles requis aujourd'hui pour mettre sur le marché un OGM donné. La conséquence en est qu'une firme semencière de taille moyenne, si elle peut créer une nouvelle variété par transgénèse, n'aura pas les moyens financiers de satisfaire aux nombreuses évaluations exigées.

Liste de textes législatifs concernant les OGM

- 23/04/1990 : Directive 90/220/CE
- 18/06/1997 : Directive 35/97/CE
- 26/11/1997 : Modification de la 220/90/CE
- 15/05/1997 : Règlement 258/97/CE : nouveaux aliments
- 26/05/1998 : Règlement 1139/98/CE (Abrogation règlement 183/97/CE DU 01/11/1997)
- 10/01/2000 : Règlement 49/2000/CE : complète 1139/98 en définissant un niveau de tolérance (1 %)
- 10/01/2000 : Règlement 50/2000/CE : additifs et arômes alimentaires
- 18/2001 : Directive : utilisation d'OGM pour l'alimentation animale
- 15/07/2003 : Règlement 1946/2003 : commerce des OGM
- 22/09/2003 : Règlement 1829/2003 : denrées alimentaires (H & A)
- 22/09/2003 : Règlement 1830/2003 : traçabilité et étiquetage (modifié 18/2001), seuil abaissé à 0,9 %.

2003 : Règlement 1946/2003 : Mouvements transfrontaliers (Protocole de Carthagène)
 28/06/2007 : Règlement 834/2007 relatif à la production de l'agriculture biologique.

Il n'est pas question dans le cadre de cet exposé de passer en revue chacune de ces réglementations d'autant que nous nous appuyerons essentiellement sur deux d'entre elles par la suite.

On peut toutefois faire deux remarques :

- dès 1990, il existait déjà une directive (90/220) qui prévoyait la mise dans l'environnement d'OGM alors même que ceux-ci étaient toujours au stade du laboratoire (les premiers OGM commerciaux datent de 1994) ;
- il existe un grand nombre de textes réglementaires qui concernent directement les OGM. Nous avons certainement la législation la plus contraignante au monde les concernant.

Car, en dehors de tous ces textes qui leur sont spécifiques, les OGM doivent également satisfaire d'autres réglementations internationales plus générales telle que la 178/2002/CE mais aussi des textes reconnus et appliqués à l'échelle internationale comme ceux de l'OCDE et du *Codex alimentarius*.

Comment cela se traduit-il dans les faits ?

- **Directive 219/1990** : prévoyait déjà à l'époque le confinement (recherche et production en milieu confiné). Ce contrôle était dévolu à la **Commission du Génie Génétique (CGG)**¹.
- **Directive 18/2001** : Dissémination dans l'environnement (OGM non alimentaires, essais au champ). Ce rôle était rempli par la **Commission du Génie Biomoléculaire (CGB)**¹.
- **Règlement 1829/2003** : Mise sur le marché d'aliments issus d'OGM (importation, culture, transformation : alimentation humaine et/ou animale). Rôle rempli par l'**Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments AFSSA**.
- **Règlement 1830/2003** : Tracabilité et étiquetage.

Trois laboratoires officiels en France : GEVES, LNPV (Angers), DGCCRF (Strasbourg).

Principes généraux de la réglementation européenne

- Elle est basée sur deux textes fondateurs 2001/18 et 1829/2003 ;

¹ Les missions de la CGG et de la CGB sont reprises par le Haut Conseil des Biotechnologies créé par la Loi sur les OGM de 2008 et mis en place en 2009.

- toute utilisation expérimentale ou commerciale d'OGM est subordonnée à une autorisation préalable ;
- l'autorisation est fondée sur une évaluation, au cas par cas, des risques pour la santé et l'environnement ;
- le demandeur doit constituer un dossier pour démontrer la non-dangerosité des produits pour la santé publique et pour l'environnement.

Ces réglementations ont été traduites en lignes directrices afin de donner au semencier un guide des éléments que les instances d'évaluation souhaitent trouver dans le dossier de demande d'homologation.

Lignes directrices pour l'évaluation du risque des OGM et des produits en dérivant pour l'alimentation humaine et animale

- I. Introduction
- II. Stratégie de l'évaluation du risque
- III. Informations requises dans les dossiers
 - A. Information générale
 - B. Information relative à la plante receveuse et aux éventuels parents
 - C. Information relative à la modification génétique

Trois points : méthodes, vecteur, origines des gènes.
 - D. Information relative à la plante GM

Onze points : description, séquences, stabilité, comparaison GM/non-GM, toxicité, allergies, aspects nutritionnels, interactions éventuelles...

L'approche est intégrée et itérative au cours de l'évaluation.

Évaluation du risque sanitaire pour l'homme et l'animal

C'est l'AFSSA qui a en charge, notamment, de l'évaluation du risque sanitaire concernant les OGM. Cette évaluation suit une norme de qualité 'Norme AFNOR NF X 50-110' : « Prescriptions générales de compétence pour une expertise ». Principales caractéristiques : elle est faite par un collectif d'experts du domaine, choisis pour leurs compétences, et couvrent les différentes disciplines biologiques impliquées dans la création des OGM (agronomie, biologie, toxicologie, ...). L'évaluation est donc multidisciplinaire. Elle est réalisée par des experts indépendants qui font, chacun, une Déclaration Publique d'Intérêts (DPI). Elle suit une méthodologie de l'expertise.

Nous donnerons, dans ce qui suit, les différents points essentiels qui sont traités lors de l'évaluation d'un dossier. Nous ne développerons ici que le « Point 3 » des lignes directrices.

« Point 3 ». Évaluation des risques alimentaires pour l'Homme et l'animal de la plante génétiquement modifiée

Recommandation générale

L'évaluation du risque d'un nouvel OGM dans tous ses aspects se fera toujours par comparaison avec la plante ou ses produits issus d'un référentiel approprié (*conventional counterpart*, ou produit « isogénique »).

3.1 Description du produit et utilisation prévue.

3.2 Origine des produits de gènes utilisés pour faire l'évaluation du risque.

3.3 Évaluation des modifications potentielles dans le métabolisme de la plante GM.

3.4 Évaluation de la composition nutritionnelle et des modifications inattendues (concentration en nutriments, facteurs antinutritionnels et substances toxiques).

Équivalence en substance

Cette équivalence en substance est basée sur la composition biochimique de la plante GM à analyser et compare les résultats avec des témoins et avec les données connues de composition des variétés cultivées antérieurement.

Les différents éléments analysés sont les suivants :

- Matière sèche, teneur en cendres
- Parois cellulaires, fibres digestibles
- Protéines, acides aminés
- Lipides, acides gras
- Sucres : amidon (amylose, amylopectine), fructose, glucose, saccharose...
- Glycoalkaloïdes : chaconine, solanine, ...
- Micro-éléments : Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Cu, Mn, Cd...
- Nitrates,
- Vitamines,
- Métabolites secondaires : acides phytique, chlorogénique, férulique, inositol, raffinose, acide p-coumarique...

De manière systématique, ces analyses sont réalisées sur plusieurs échantillons, sites et années de culture.

3.5 Évaluation de la toxicité du produit de gène

- Test de toxicité aiguë (15 jours et/ou 28 jours) ;
- Test de toxicité sub-chronique (90 jours) ;
- Ces tests visent principalement à évaluer les effets intentionnels et non intentionnels.

Test de toxicité aiguë

Ce test, qui peut être de 15 jours ou de 28 jours, vise à évaluer la toxicité intrinsèque de la nouvelle protéine.

Principe. Une prise (forte) unique est suivie de l'observation de différents paramètres (physiologiques, sanguins, anatomiques...) au bout de 15 jours ou 28 jours.

Test de toxicité sub-chronique

Ligne directrice de l'OCDE n° 408, en date du 12 mai 1981, intitulée : « *Toxicité orale subchronique- rongeurs ; étude sur 90 jours* ».

Le test consiste à nourrir des rats avec une (ou des) ration(s) à tester pendant 13 semaines (91 jours) et à suivre un ensemble de paramètres tout au long de cette période ainsi qu'à la fin de l'expérimentation (après sacrifice des animaux).

3.6 Évaluation de la tolérance par l'animal de l'aliment produit à partir de la plante GM. Test d'alimentarité (sur plusieurs espèces cibles parfois).

Les principaux résultats portent notamment sur plusieurs paramètres de performances zootechniques :

- Données de composition chimique des muscles ;
- Poids/ gain de poids ;
- Indice de consommation ;
- Taux de survie ;
- Carcasse : rendement, poids des pièces de découpe ; poids des tissus adipeux ;
- Composition du lait : protéines, matière grasse, lactose, cellules totales...

Nous prendrons un exemple qui concerne le Maïs GM MON 810, le seul à avoir été autorisé à la culture en Europe et qui fait actuellement, au moins en France, l'objet d'un moratoire. Ainsi, les expérimentations de toxicologie et d'alimentarité ont mis en œuvre et nécessité le sacrifice de 200 rats, 3792 poulets, 144 porcs, 24 bouvillons, 21000 larves de saumon ; de plus 34 vaches porteuses de fistules permanentes du rumen et du duodénum ont été utilisées.

3.7 Dégradation dans le tube digestif

Devenir des molécules d'ADN recombinant et des protéines codées par le transgène :

- l'ADN et les protéines subissent le devenir digestif classique de ce type de molécules ingérées ;
- elles sont dégradées en leurs éléments constitutifs (réutilisés pour synthétiser notre ADN et nos protéines) ;
- si des fragments d'ADN échappaient à la dégradation enzymatique, ils ne deviennent pas des virus pour autant et n'ont que très peu de chance de pénétrer dans une cellule et aucune d'y faire exprimer le programme génétique dont ils pourraient être porteurs ($Pr = 10^{-27}$) ;
- la ration alimentaire quotidienne contient des millions de gènes d'origine animale, végétale ou bactérienne différents ; aucun d'eux ne semble s'exprimer dans les organismes qui les ont absorbés !

3.8 Évaluation du potentiel allergène

Rappel : toute protéine est un allergène potentiel, le risque d'allergénicité ne peut être évité totalement. La démarche actuelle d'évaluation de l'allergénicité est la suivante :

1. Comparaison de la structure primaire de la protéine avec celle d'allergènes connus et répertoriés dans des bases de données :
 - recherche d'épitopes potentiels (8 acides aminés consécutifs) ;
 - recherche d'épitopes conformationnels connus ;
2. Modifications post-traductionnelles de la protéine et en particulier état de glycosylation ;
3. Tests de résistance à la digestion enzymatique simulée *in vitro* ;
4. Tests immunologiques lorsqu'ils sont réalisables.

Dans le cadre de l'évolution permanente de l'évaluation, on pourrait, à l'avenir, regarder en plus de tous les critères mentionnés si les protéines nouvelles sont susceptibles de provoquer une réponse immunogène.

De nombreux chercheurs travaillent actuellement à la mise au point de nouvelles méthodes permettant de mieux prédire ce risque qui n'est donc nullement spécifique des OGM.

Cas d'allergies ou de réponses immunitaires

- À propos du soja enrichi en méthionine (1996) par l'insertion du gène codant pour l'albumine 2S de la noix du Brésil (connue pour être allergène). Le soja s'est effectivement révélé allergène mais cette PGM est restée au stade expérimental.

- À propos du maïs Starlink, autorisé en alimentation animale (2000), qui s'est retrouvé dans l'alimentation humaine. Des cas d'allergies ont été rapportés mais l'implication du maïs n'a pas été prouvée.
- À propos de la papaye résistante au virus « *ring-spot* » (2002) chez laquelle on a mis en évidence une homologie de séquence avec un allergène connu. Cependant, aucun cas d'allergie n'a été déclaré par la suite.
- Le petit pois GM créé pour résister à la bruche (2005) et codant pour un inhibiteur d'alpha-amylase. Son développement a été bloqué, à la suite de l'observation d'effets immunogènes (de nature non allergénique) chez la souris.

De futures PGM sont en préparation (riz, arachide, soja, pommier) en vue de les rendre hypoallergéniques.

Autres risques

Dans le cas des plantes GM résistantes à un insecte, s'est développée l'idée qu'elles étaient des « plantes insecticides ». C'est faire une particularité et une spécificité à partir d'une généralité. En effet, toutes les plantes comportent déjà naturellement des pesticides et en particulier des insecticides (Ames *et al.*, 1990).

Toutes les plantes contiennent des substances qui vont leur permettre de se défendre, du caractère répulsif jusqu'à l'activité pesticide. Nombre d'entre elles sont identifiées depuis longtemps : gommes, résines, essences, pigments, mucilages, alcaloïdes, protéines.

Parmi les protéines, de nombreuses sont pesticides et/ou impliquées dans des mécanismes plus ou moins sophistiqués de défense : ce sont les protéines PR (*Pathogenesis Related proteins*). Un grand nombre de ces protéines sont communes à toutes les plantes et impliquées dans la réponse à de nombreux stress (biotiques et/ou abiotiques).

D'autres familles de protéines sont largement connues pour être elles aussi impliquées dans des mécanismes de défense ou agir même directement : les protéases et inhibiteurs de protéases, les peroxydases, les protéines de transfert, les chitinases, les thionines... Faire une PGM qui synthétise une toxine contre un insecte donné consiste donc à lui apporter une nouvelle protéine pesticide que la plante n'avait pas dans sa panoplie.

Gènes codant pour une résistance à certains antibiotiques

La réalisation d'une PGM nécessite l'utilisation d'un gène marqueur. Assez souvent des gènes codant pour des protéines qui confèrent une résistance à un antibiotique donné ont été utilisés. Leur utilisation est cependant réglementée et leur présence éventuelle, pour

certaines d'entre eux, est même interdite dans la PGM une fois réalisée.

L'impact sur la flore bactérienne de l'utilisation des gènes marqueurs *Bla* (produisant une résistance aux antibiotiques de la famille des ampicillines), insérés dans un maïs GM cultivé depuis 10 ans, a été étudié.

Les principales conclusions sont les suivantes :

- il s'avère que la prévalence et la diversité naturelle du gène *Bla* sont considérables chez les bactéries du sol ;
- la résistance aux antibiotiques est globalement très importante et répandue chez les bactéries ;
- le gène *Bla* inséré dans le maïs OGM étudié fait partie des plus répandus, et n'implique donc pas de résistance « spécifique » ou « nouvelle ».

Les chercheurs n'ont pas observé de différence significative de niveaux de résistance aux antibiotiques chez des bactéries de champs cultivés avec des OGM ou sans OGM.

Mycotoxines

Le maïs Bt a été créé pour résister à des insectes foreurs.

Un des effets secondaires bénéfiques constaté en champ a été la diminution de la concentration en mycotoxines, et notamment en fumonisines. Les mycotoxines sont des toxines naturelles produites par des champignons microscopiques qui se développent sur les végétaux cultivés et les grains stockés. Certaines d'entre elles étant dangereuses pour la santé animale et humaine (comme les fumonisines), la réglementation européenne impose depuis 2007 des seuils maximaux de présence de mycotoxines dans les récoltes et les denrées alimentaires.

Une étude de l'ISB (système d'information pour les biotechnologies) (USDA) fait la synthèse des données scientifiques disponibles.

Perspectives et conclusions

Approches métabolomique, protéomique, transcriptomique ?

- Ces techniques sont difficilement applicables actuellement au cas des OGM car elles requièrent l'établissement de référentiels qui devront ensuite être validés. Toutes les études qui les ont utilisées montrent d'ailleurs que l'on observe une plus grande variabilité sur les génotypes issus d'un croisement conventionnel que sur le génotype GM par rapport au génotype ayant servi à le créer.
- Il existe un souci permanent d'évolution des réglementations et des lignes directrices.

- une réévaluation des lignes directrices de l'EFSA vient de faire l'objet d'une consultation publique européenne ;
- la mise en place de lignes directrices pour les auxiliaires technologiques est en cours à l'EFSA. Des documents sont mis à jour régulièrement (classification des gènes de résistance aux antibiotiques par exemple).
- La démarche scientifique et intellectuelle devrait conduire à une évaluation similaire de toutes les plantes mises sur le marché et destinées à l'alimentation humaine et animale.
- Or, ce n'est pas le cas pour les nouvelles variétés obtenues par les méthodes de sélection autres que la transgénèse.
- Au final, rien n'est plus contrôlé qu'un OGM mis sur le marché ce qui, paradoxalement, en fait un produit sûr sur le plan sanitaire.

Références

- Demanèche S., Sanguin H., Poté J., Navarro E., Bernillon D., Mavingui P., Wild W., Vogel T.M., Simoner P., Antibiotic-resistant soil bacteria in transgenic plant fields. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2008, 105, 3957–3962.
- Gale M.D., Devos K.M., Colloquium papers : Comparative genetics in grasses. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1998, 95, 1971–1974.

Mutations/pesticides :

- Ames B.N., Profet N., Swirsky Gold L., Dietary pesticides (99,99 % all natural). *Proc Natl Acad Sci USA*, 1990, 87, 7777–7781.

Évaluation :

- Safety and nutritional assessment of GM plants and derived food and feed : The role of animal feeding trials. Report of the EFSA GMO Panel Working Group on Animal Feeding Trials *, 1. Adopted by the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms (2) on 12 September 2007.

Évaluation alimentaire :

- Bakan B., Melcion D., Richard-Mollard D., Cahagnier B., Fungal growth and *Fusarium* mycotoxin content in isogenic traditional maize and genetically modified grown in France and Spain. *J Agric Food Chem*, 2002, 50, 7–28
- Clark J.H., Ipharraguerre I.R., Livestock performance : feeding biotech crops. *J Dairy Sci*, 2001, 84 (E; Suppl) E9–E18.
- Deaville E.R., Maddison B.C., Detection of transgenic and endogenous plant DNA fragments in the blood, tissue and digesta of broilers. *J Agric Food Chem*, 2005, 53, 10268–10275.

Donkin S.S., Velez J.C., Trotten A.K., Stanisiewski E.P., Hartnell G.F., Effect of feeding silage and grain from glyphosate-tolerant or insect-protected corn hybrid on feed intake, ruminal digestion and milk production in cattle. *J Dairy Sci*, 2003, 86, 1780–1788.

Allergies :

Kuiper H.A., Kleter G.A., Noteborn H.P.J.M., Kok E.J., Assessment of the food safety issues related to genetically modified foods. *Plant J*, 2001, 27, 503–528.

Kleter G.A., Peijnenburg A.A., Presence of potential allergy-related linear epitopes in novel proteins from conventional crops and the implication for the safety assessment of these crops with respect to the current testing of genetically modified crops. *Plant Biotechnol J*, 2003, 5, 371–380.

Site officiel européen :

http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753816_home.htm