

*Séance du 11 avril 2011*

**OGM : Pas de quoi avoir peur !**

**par Philippe JOUDRIER,  
conférencier invité**

---

**MOTS-CLÉS**

OGM - Evaluation - Risques environnementaux - Risques sanitaires.

**RÉSUMÉ**

Depuis l'origine de l'agriculture, l'homme a constamment amélioré les espèces végétales qu'il utilisait. Avec les progrès des connaissances, il a utilisé des techniques de plus en plus performantes ; la transgénèse, aboutissant aux OGM, est actuellement la plus aboutie. Ces plantes génétiquement modifiées font l'objet d'une évaluation draconienne permettant de mettre sur le marché des produits sûrs tant sur les plans sanitaires qu'environnementaux et d'écarter tous les pseudo-risques qui leurs sont attribués.

---

Parler des OGM en bien n'est pas politiquement correct, au moins en France.

Pourtant, il est facile de montrer que le débat vif mais stérile qui s'est installé depuis la fin de l'année 1996 en France repose sur des arguments non scientifiques faisant appel au mode de raisonnement de la pensée magique et qu'il est devenu maintenant difficile d'arriver à convaincre nos concitoyens avec quelque argument que ce soit tant ils en ont "a priori" peur.

Compte tenu de la durée qui m'est impartie, cet exposé résume les différents points que j'ai traité dans mon ouvrage récent "OGM : pas de quoi avoir peur !" auquel le lecteur pourra se référer pour y trouver les nombreux compléments des différents points présentés ici.

## **1 – Historique**

On parle beaucoup des OGM qui sont, en général, perçus comme n'étant que les seules plantes génétiquement modifiées (PGM) à usage agroalimentaire. Mais il n'existe pas que les PGM. Il y a, en effet, au moins autant d'animaux que de plantes qui sont génétiquement modifiés et encore plus de microorganismes tels les bactéries, les champignons et les levures et bien sûr les virus.

Les premiers animaux transgéniques ont été obtenus en 1980 et les premières plantes en 1983. Alors que des PGM sont commercialisées depuis maintenant 1994, les animaux ne le sont pas (encore). Cette présentation se focalisera sur les PGM essentiellement.

### **Comment faisait-on avant l'obtention de plantes génétiquement modifiées (PGM) ?**

Nous y reviendrons au moment de la définition des OGM, mais disons d'emblée que l'appellation "Génétiquement Modifié" ne précise en rien le mode d'obtention d'un organisme. En effet, tout organisme résultant d'une reproduction sexuée est obligatoirement génétiquement modifié par rapport à chacun de ses deux parents.

Précisons également que, tout au long de l'histoire de l'humanité, les plantes ont été modifiées d'une manière ou d'une autre.

Ainsi, les plantes que nous consommons sont très éloignées des plantes sauvages à partir desquelles elles dérivent par sélections successives. Elles seraient, de plus, incapables de survivre sans l'intervention de l'homme (il en est de même pour les animaux d'élevage).

Ce qui a changé au cours des siècles, ce sont les techniques utilisées pour améliorer génétiquement les plantes.

### **Pourquoi améliorer ?**

L'Homme doit, en permanence, adapter les plantes qu'il cultive parce que celles-ci font face à un environnement continuellement changeant.

Elles doivent pouvoir résister à des ravageurs multiples (agressions biotiques) tels les virus, bactéries, champignons, vers, insectes, ..., mais aussi être aptes à tolérer des conditions agroclimatiques variables (agressions abiotiques) telles des températures excessives (froid, chaud), une ressource en eau variable (excès, manque), les caractéristiques des sols (présences de sels, métaux lourds, sols pauvres).

Au fil du temps et avec la modification des conditions de cultures (mécanisation, intrants), il a fallu adapter également faire coïncider la physiologie des plantes avec les nouveaux itinéraires techniques mis progressivement en place.

Avec la transformation de la matière première qui devient importante au début du siècle dernier, le sélectionneur s'est aussi préoccupé de répondre aux exigences d'utilisation et à l'évolution des techniques de fabrication.

Ainsi par exemple, il existe deux espèces différentes de blé cultivées. Le blé dur (*Triticum durum*) est principalement utilisé pour la fabrication des pâtes alimentaires (mais aussi couscous, semoules, boulgour) et le blé tendre (*Triticum aestivum*) utilisé pour de nombreux produits (pain, biscuits, pâtisseries, biscottes...) et il existe des variétés adaptées à chaque utilisation (de blés impanifiables à blés de "force").

On peut citer aussi de nombreuses réalisations :

Au niveau agronomique : la modification de la précocité, de la taille et/ou de la maturité de beaucoup de plantes, la tolérance à un herbicide, des résistances aux stress biotiques (champignons, bactéries, virus, insectes) et aux stress abiotiques (températures, sels, eau).

Le rendement moyen du blé a augmenté de 1q/ha/an depuis 1950.

Au niveau de la qualité d'utilisation, on a réussi (par croisements) à supprimer l'acide érucique chez le colza, l'amertume chez l'endive, les pépins chez le concombre, à adapter des plantes d'autres origines à nos conditions climatiques, à augmenter la teneur en sucre de divers fruits ...

Tout cela n'a pu se faire qu'en introduisant et sélectionnant de nouveaux caractères dans une variété donnée. Outre une bonne connaissance de l'existant (diversité génétique) plusieurs techniques ont été développées puis utilisées largement depuis le début du siècle dernier : les croisements intra- et interspécifiques, la culture *in vitro* (les protoplastes, le sauvetage d'embryons, la variation somaclonale, les techniques d'haplodiploïdisation), la mutagenèse aléatoire par des agents chimiques ou physiques (rayons X, gamma, UV) puis plus récemment, l'utilisation de la transgénèse.

Les objectifs constants de ces techniques étant d'une part d'utiliser (ou de créer) une source génétique plus étendue et d'introduire, à coup sûr, la combinaison génique qui permet la réalisation du caractère voulu. Simultanément, il y a eu un souci de gagner du temps pour réaliser une nouvelle variété. Alors que la sélection traditionnelle par croisement est souvent difficile pour des résultats aléatoires et nécessite de 10 à 12 années pour obtenir une lignée intéressante, on peut obtenir, avec la transgénèse, des résultats beaucoup plus fiables, plus précis et surtout beaucoup plus rapidement (2-4 années).

Une fois la variété obtenue, elle entre alors dans une procédure d'évaluation subissant des tests plus ou moins longs et complets et ce n'est que si elle subit avec succès toute cette procédure qu'elle peut être ensuite proposée à l'inscription au catalogue officiel des espèces cultivées. Le déroulement de la procédure de mise sur le marché d'une nouvelle variété est assuré par le Comité Technique Permanent de la Sélection (CTPS). Il propose à l'inscription les nouvelles variétés qui ont préalablement subies une évaluation réalisée par le GEVES (= Groupe d'étude des variétés et des semences). Les tests consistent à vérifier la "Distinction, l'Homogénéité et la Stabilité" (épreuves D.H.S.) de la nouvelle variété mais aussi à vérifier sa "Valeur Agronomique et Technologique" (épreuves V.A.T.).

Chaque année, le GEVES évalue de très nombreuses "futures" variétés (en général plus d'un millier) : seules celles qui satisfont les épreuves DHS/VAT (de 300 à 400) sont alors proposées au Catalogue officiel des espèces cultivées. Les variétés GM ne sont pas dispensées de cette étape qui vient s'ajouter à toutes les autres que nous décrirons dans la partie évaluation (3).

## II – La transgénèse

Précisons d'emblée que la transgénèse n'est pas une "invention" de l'homme, elle se réalise dans la nature depuis toujours et constitue l'un des moteurs de l'Evolution.

Les virus en sont certainement les spécialistes. Les bactéries et notamment celles qui sont utilisées pour faire les plantes génétiquement modifiées, la font également depuis longtemps. Dans ces deux cas, la transgénèse permet le transfert de quelques gènes.

Les hybridations entre espèces en sont une autre forme. Dans ces cas, ce n'est plus quelques gènes qui sont transférés mais parfois un génome entier (polyploïdisation).

Il existe plusieurs définitions d'un organisme génétiquement modifié par transgénèse. Voici celle de l'Europe :

Un Organisme Génétiquement Modifié est “toute entité biologique capable de se reproduire ou de transférer du matériel génétique modifié d’une manière qui ne s’effectue pas naturellement par multiplication et/ou par recombinaison naturelle”.

Cette modification consiste le plus souvent en l’ajout d’un gène (ou de quelques gènes) ou l’ajout d’un fragment de gène pouvant conduire à la non expression d’un gène.

L’opération réalisant cette modification est appelée transgénèse. Elle peut s’effectuer sur des lignées germinales ou somatiques.

Les différentes étapes consistent à identifier un gène d’intérêt chez un organisme donneur (qui peut être identique au receveur). Il faut ensuite l’isoler, le caractériser, l’intégrer dans une construction génétique, multiplier cette dernière (en général par l’intermédiaire d’un plasmide). Cette construction génétique qui comprend en général le gène d’intérêt ainsi qu’un gène marqueur (permettant de savoir si la transformation s’est bien réalisée), est transférée à l’organisme receveur. Deux techniques principales sont utilisées bien que la première le soit de moins en moins. D’une part par transfert direct (projection de particules enrobées de la construction génétique d’intérêt) ou par transformation biologique. On met à profit les capacités qu’ont certaines bactéries du sol (agro-bactéries) à transférer un fragment de leur ADN aux cellules de plantes pour leur conférer une maladie. Les gènes impliqués dans ces maladies sont éliminés et remplacés par la construction génétique d’intérêt.

Mais, par exemple, un maïs génétiquement modifié reste et est toujours un maïs. En aucun cas, on ne crée une nouvelle espèce.

En conclusion de ces deux premiers points :

On a toujours créé de nouvelles variétés ! On aura toujours besoin de nouvelles variétés...!

Alors, comment les fait-on ? Continue t-on avec les méthodes conventionnelles ?

Redisons le, celles ci sont longues, peu précises, souvent aléatoires, de plus les “produits” obtenus ne sont pas évalués ! Ou utilise t-on la transgénèse ?, méthode qui, dans l’histoire de l’humanité, est la méthode d’amélioration la plus précise, la plus fiable, la plus efficace et dont les “produits” sont contrôlés avant leur mise sur le marché comme nous allons le voir.

### III – L’évaluation des OGM

La liste des textes législatifs européens concernant les OGM est considérable. En Europe, le premier date de 1990 (alors qu’il n’y avait aucune PGM autorisée à la culture dans le monde).

Actuellement, elle est basée principalement sur deux textes (2001/18 et 1829/2003).

Ainsi, 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.

La France, bien que suivant ces réglementations européennes a mis en place son propre dispositif d'évaluation. Initialement, trois commissions étaient en charge du suivi et de l'évaluation des OGM. Avant leur mise sur le marché, il s'agissait de la Commission du Génie Génétique (CGG) et de la Commission du Génie Biomoléculaire (CGB). Ces deux instances ont été reprises par le Haut Conseil des Biotechnologies (HCB). Pour ce qui concerne les risques sanitaires liés à leur consommation, c'est maintenant l'ANSES (ex-AFSSA) qui en est chargé. Après mise sur le marché, c'était le comité de biovigilance qui assurait leur suivi. Il a été remplacé par le Comité de Surveillance Biologique du Territoire (CSBT) par la même loi de 2008 qui mettait en place le HCB.

Le semencier voulant mettre sur le marché doit renseigner de très nombreux points précisés dans des lignes directrices.

Ces lignes directrices ont été faites pour guider le pétitionnaire et l'inciter à répondre à différents points qui peuvent permettre d'évaluer le risque des OGM et des produits en dérivant pour l'alimentation humaine et animale.

On y trouve les différents chapitres suivants :

I. Introduction

II. Stratégie de l'évaluation du risque

III. Informations requises dans les dossiers

A. Informations générales

B. Information relative à la plante receveuse et aux éventuels parents

C. Information relative à la modification génétique (méthodes utilisées, construction génique, origine des gènes).

D. Information relative à la plante GM (description, séquence, stabilité, comparaison GM/non-GM, toxicité, allergies, aspects nutritionnels, interactions éventuelles, effets attendus et inattendus).

Le comité d'experts spécialisé Biotechnologie (collectif d'experts multidisciplinaire du domaine) de l'ANSES est en charge de l'évaluation du risque sanitaire concernant les OGM pour l'alimentation humaine et animale. Les experts sont indépendants et font, chacun, une Déclaration Publique d'Intérêts (actualisable en permanence). L'évaluation suit une norme de qualité (AFNOR NF X 50-110) "Prescriptions générales de compétence pour une expertise".

Nous n'allons pas passer en revue l'ensemble des points se trouvant dans le dossier du pétitionnaire mais insister sur 3 aspects qui sont perpétuellement remis en cause par les opposants aux OGM.

Il importe de préciser tout d'abord que l'évaluation des risques alimentaires pour l'homme et l'animal de la plante génétiquement modifiée dans tous ses aspects se fera toujours par comparaison avec la plante non modifiée ou de ses produits issus d'un référentiel approprié (conventional counterpart, ou produit "isogénique").

**Premièrement**, est mis en œuvre le concept d'équivalence en substance.

Il consiste à faire l'évaluation de la composition nutritionnelle et des modifications inattendues (concentration en nutriments, facteurs antinutritionnels et substances toxiques).

Ainsi, la composition biochimique (comparative) de tous les éléments constitutifs est réalisée. Cela comprend la matière sèche, la teneur en cendres, les parois cellulaires, les fibres digestibles (et non digestibles), les protéines, les acides aminés, les lipides, les acides gras, les sucres (amidon -amylose, amylopectine-, fructose, glucose, saccharose...), les glycoalkaloïdes (chaconine, solanine, ...), les micro-éléments : Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Cu, Mn, Cd..., les nitrates, les vitamines, des métabolites secondaires (acide phytique, chlorogénique, férulique, inositol, raffinose, acide p-coumarique...), voire d'autres éléments spécifiques lorsqu'ils sont identifiés sur ces plantes (tables de l'ILSI).

L'ensemble des analyses sur ces composés sont réalisées de manière systématique sur plusieurs échantillons, sites et années de culture.

**Deuxièmement**, une évaluation de la toxicité du produit du gène est réalisée par un test de toxicité aiguë (de 15 jours ou 28 jours). Si ce test révélait des problèmes, il peut être demandé alors un test de toxicité sub-chronique (90 jours) sur la plante entière (ou les parties destinées à la consommation). Ce dernier test visant à évaluer les effets intentionnels et non intentionnels. De plus, des essais d'alimentarité sont réalisés sur espèces animales cibles. Ils permettent d'évaluer les performances zootechniques des animaux sur des critères établis de longue date par les zootechniciens.

**Troisièmement**, une évaluation du potentiel allergénique de la nouvelle protéine est effectuée. Il faut préalablement rappeler que toute protéine est un allergène potentiel, le risque d'allergénicité ne peut donc être évité totalement. Mais cela s'applique à n'importe quel produit consommé qu'il provienne d'un OGM ou pas. Il a même été démontré qu'un simple croisement peut générer des allergènes (Kleter et al, 2003).

La démarche actuelle pour évaluer le risque allergénique consiste à comparer la structure primaire de la protéine avec celles des allergènes connus et répertoriés dans les bases de données (recherches d'épitopes potentiels -8 aa consécutifs-, recherches d'épitopes conformationnels connus). De s'intéresser aux modifications post-traductionnelles de la protéine et en particulier l'état de glycosylation. De faire des tests de résistance à la digestion enzymatique simulée *in vitro* et enfin de faire des tests immunologiques lorsque c'est possible.

En conclusion, la seule évaluation des PGM sur les trois points cités est considérable, coûte cher et est, sans aucun doute, plus longue que l'obtention de la PGM elle-même. Les variétés obtenues par des techniques conventionnelles n'ont pas à subir cet ensemble de tests alors que les risques potentiels que l'on impute aux OGM sont exactement les mêmes pour les variétés conventionnelles.

#### **IV – Les applications actuelles et à venir**

À l'heure actuelle, il n'existe que deux applications principales. D'une part la tolérance à un herbicide donné (glyphosate et glufosinate) et la résistance à certains insectes (lépidoptères ou coléoptères). Pour cette dernière application, ce sont des

gènes codant pour des toxines de la famille *cry* de *Bacillus thuringiensis* qui sont utilisés. Certaines PGM combinent les deux propriétés. Les principales plantes GM concernées sont le Soja, le Maïs, le Colza et le Cotonnier.

Mais il existe beaucoup d'exemples d'applications déjà réalisées mais non encore autorisées. Elles visent principalement à :

- conférer des résistances à des ravageurs tels que les insectes, les champignons, les bactéries ou les virus (pomme de terre, aubergine, papaye, trèfle, sorgho, vigne, ...);
- à améliorer la tolérance à certains stress abiotiques comme la tolérance à la sécheresse (maïs, blé, piment), aux sols salés (maïs, riz, cotonnier, piment) ou valorisant mieux les intrants comme l'azote (maïs, sorgho);
- à améliorer la valeur nutritionnelle par augmentation de la teneur en certaines vitamines, acides aminés, acides gras ou minéraux (manioc, riz doré, maïs, sorgho);
- d'autres concernent l'amélioration de la qualité et quantité des protéines par exemples par augmentation de la teneur en lysine chez le maïs, en faisant des "High quality protein rice" ou en accroissant la teneur en protéine de la pomme de terre.

Mais les applications ne concernent pas uniquement les plantes alimentaires. Il existe d'autres visant le secteur de la pharmacie.

Ainsi est-il possible de produire (soit chez des microorganismes le plus souvent mais aussi chez les plantes) des protéines d'intérêt thérapeutique intervenant dans des vaccins contre *E. coli*, le choléra, l'hépatite B et d'autres virus. Le concept de plantes vaccins (certaines sous forme de ce que l'on appelle 'alicament') est en cours de développement (banane notamment).

Les microorganismes servent à produire des hormones (hormone de croissance, insuline humaines), des protéines du sang : fibrinogène, IgG, hémoglobine, albumine (également dans le tabac), la production d'élastine, de collagène, de kératine, de lysozyme, d'interleukines ou de lipase (mucoviscidose). Le concept de "Plantibodies" est en développement également : des anticorps sont fabriqués par les plantes par exemple contre la carie dentaire et le virus de l'herpès.

Il existe aussi des applications industrielles : ainsi des plantes dont la teneur en acides gras et huiles sont modifiés et/ou dont la teneur est augmentée pour faire des agrocarburants. Le seul essai de PGM qui reste en France concerne un peuplier GM pour la production d'éthanol. Un autre peuplier GM existe avec une teneur en lignine réduite (ce qui conduit à une moindre utilisation de produits chimiques pour la fabrication du papier). Il est possible également de produire des acides aminés qui sont utilisés ensuite pour faire des plastiques biodégradables, de produire des amidons avec des propriétés différentes utilisés pour les colles, des gels, le couchage du papier (comme la pomme de terre Amflora autorisée en Europe).

Les surfaces cultivées en PGM augmentent régulièrement depuis 1996. En 2010, ces surfaces ont représenté 148 millions d'ha. En surfaces cumulées depuis l'origine, le milliard d'ha est largement dépassé. Ce qui correspond à l'équivalent de 36 années de culture en France.

Cela traduit leur succès grandissant à travers le monde. 29 pays en cultivent. De plus en plus de pays africain adoptent ces cultures de PGM. Par ailleurs, elles sont cultivées par 15,4 millions d'agriculteurs dont 90% dans les Pays en développement.

## V – Pseudo-risques imputés aux OGM

Avant d'aborder cette dernière partie, quelques remarques préliminaires :  
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.

### Risques liés à la technique

Parmi toutes les techniques utilisées, la transgénèse est, sans aucun doute, la plus sûre, la plus fiable, la plus efficace que l'homme ait utilisée. En effet, a posteriori, une fois l'OGM créé, on sait exactement ce que l'on a fait au niveau du génome.

Avec toutes les autres techniques conventionnelles, si on est sûr qu'il s'est passé des modifications au niveau génomique, on ne sait pas lesquelles. En fait, on ne connaît quasiment rien de la nouvelle combinaison génétique (nouveau fonds génétique), combien de gènes ont été modifiés, ajoutés, voire supprimés.

A ce jour, il n'a jamais été prouvé que l'addition de gène (ceux actuellement transférés dans les OGM cultivés) était dangereuse.

Il n'a pas plus été prouvé que la transgénèse induit plus de changements ou provoque une situation plus dangereuse que la réalisation d'un croisement conventionnel.

C'est même plutôt l'inverse qui est actuellement démontré grâce aux techniques récentes en -omiques (transcriptomique, protéomique, métabolomique) !

Il n'y a donc aucune raison particulière de considérer un OGM dangereux "*a priori*" surtout lorsqu'il a réussi à franchir toutes les étapes de son évaluation.

De nombreux événements se passent en permanence dans la nature.

Il existe, en effet, un brassage constant de l'ADN à l'intérieur d'une espèce donnée, mais aussi entre les espèces. Ainsi, les bactéries échangent, entre elles, les gènes de résistance à un antibiotique donné, les virus à ARN introduisent leur génome dans celui des cellules qu'ils infectent, animales ou végétales.

Il y a longtemps que l'homme a compris, que par croisements, il pouvait modifier le génome des espèces animales ou végétales qu'il veut domestiquer.

On reproche à la transgénèse de permettre un franchissement de la barrière des espèces. Mais cette notion ne correspond pas à la réalité.

Car, d'une part, la structure chimique de la molécule d'ADN, support des gènes, est rigoureusement identique dans toutes les espèces, du virus à l'homme.

Mais surtout, un gène n'appartient ni à un organisme donné, ni ne "fait" l'organisme et on n'en connaît pas encore qui soit unique chez un organisme donné et pouvant le caractériser.

En revanche, on sait que beaucoup de gènes sont identiques même parfois entre des espèces très différentes. Par exemple, l'homme a 33% de gènes identiques avec la levure de boulangerie, 40% avec la banane, 50% avec le cafard, 99% avec le chimpanzé, etc.

Il est impossible de reconnaître un OGM d'un non-OGM si on ignore à l'avance le ou les gènes qui ont été transférés.

Au final, une PGM n'est qu'une nouvelle variété végétale parmi toutes les autres et son statut de PGM ne lui confère pas de risques spécifiques par rapport à une variété conventionnelle qui présenterait le même caractère.

### **Risques sanitaire**

Au cours du chapitre évaluation, nous avons évoqué la prise en compte du risque sanitaire.

Le principal risque pourrait provenir du fait que l'OGM a une information génétique supplémentaire et va synthétiser une nouvelle protéine que l'organisme ne contenait pas auparavant. C'est pourquoi il y a lieu de s'intéresser aux conséquences directes et indirectes de ce nouveau gène et de son produit. Est-ce que la nouvelle protéine est intrinsèquement toxique ?, est-ce un nouvel allergène ? Peut-on s'attendre à des risques inattendus ? (interactions, modifications de régulations...). Les tests d'équivalence en substance, de toxicologie, d'alimentarité et d'allergénicité permettent de répondre à ces différentes interrogations.

Mais un autre risque est souvent évoqué, c'est celui des effets à long terme.

Il est très difficile d'apporter une réponse à une telle question. Cependant, il faut tenir compte d'un ensemble d'éléments et de données qui montrent que ce risque, s'il existe, est très faible et très vraisemblablement du même ordre qu'avec n'importe quelle variété qui ne serait pas transgénique.

Disons tout d'abord qu'après 15 années de cultures de PGM à travers le monde, les produits consommés à partir de ces PGM n'ont posé aucun problème sanitaire tant chez les humains que les animaux les ayant consommé.

Mieux, on a même démontré depuis 1999, que les maïs GM Bt (résistants à certains insectes) ont une moindre teneur en mycotoxines que les maïs conventionnels. Ce qui est un élément de sécurité sanitaire très important. Ainsi, empêcher la consommation de maïs Bt revient à encourager le consommateur (où les animaux) à continuer à manger du maïs plus dangereux sur le plan sanitaire.

Rappelons que les variétés conventionnelles ne subissent pas de contrôles équivalents (même pas *a posteriori* après mise sur le marché), que les tests de toxicologie réalisés sur une durée de trois mois sur les rats correspondent à un équivalent de 18 années d'une vie humaine. Contrairement à ce qui est dit ici où là, des études ont été faites sur des durées supérieures à trois mois et même sur plusieurs générations pour évaluer d'éventuels effets transgénérationnels (voir la liste de références bibliographiques concernant cet aspect).

### **L'étiquetage**

Ce point ne devrait pas figurer parmi les pseudos-risques mais compte tenu du contexte actuel sur les OGM, l'étiquetage est, malheureusement, perçu comme un risque !

Car en effet, le fondement de tout étiquetage n'a pas pour objet de dire si quelque chose est dangereux ou pas.

Il doit répondre à trois points essentiels : assurer la transparence de l'origine des produits, permettre la loyauté des transactions commerciales et donner des informations sur la qualité du produit pour le consommateur.

Or aucun produit qui consiste d'OGM, en contient ou en est dérivé ne peut être autorisé à la commercialisation sans avoir subi au préalable une évaluation concernant sa sûreté. Sûreté et étiquetage sont donc deux aspects qu'il est nécessaire de distinguer.

Il existe différents principes de détection : faire une traçabilité fondée sur l'origine du produit, détection basée sur la protéine codée par le transgène, détection de la construction génétique ajoutée.

Dans tous les cas, il ne faut pas que les informations soient ambiguës ou trompeuses.

Par exemples, lorsqu'un grand distributeur de l'alimentaire précise que 'ses' poulets sont "nourri sans OGM", cela devrait être une évidence pour tout le monde car aucun animal n'est nourri d'OGM mais avec des aliments (transformés). Et alors, le O de OGM n'existe plus ! De plus, cela induit le consommateur à penser qu'un animal ayant mangé un "OGM" devient lui-même "OGM". Non seulement, cette idée est totalement fautive car on a compris depuis longtemps que l'on ne devient pas ce que l'on mange et il n'est pas possible de retrouver chez l'animal l'ADN ou la protéine signant un OGM donné qu'il aurait consommé.

Il ne vient à personne l'idée de mettre en cause la nature de l'électricité selon sa source. Qu'elle provienne de centrales au fuel, au charbon, hydroélectrique ou nucléaire, cela ne change rien à sa nature et ce n'est pas non plus parce que l'électricité est produite dans une centrale nucléaire qu'elle est radioactive pour autant.

De la même manière et suite à une dérive sémantique du langage (voulue), l'amidon obtenu à partir d'un maïs GM n'est pas de l'amidon "OGM" comme on le voit écrit trop souvent !

Un maïs GM ne produit pas de l'amidon "OGM" ou même "GM" ! Ses protéines, l'huile que l'on peut en extraire (comme dans les cas du soja, colza, cotonnier pour les principales PGM cultivées) ne sont nullement transgénique ou "OGM", ... de l'huile, de l'amidon, des sucres issus d'une PGM ne sont nullement "OGM", le coton n'est pas transgénique, le cotonnier peut l'être effectivement.

### **Les risques environnementaux**

Les principaux risques sont ceux de la dissémination et de la perte de biodiversité.

Disons d'emblée que ces risques sont systématiquement évoqués pour les PGM alors qu'ils ne le sont pas pour les variétés obtenues par tout autre méthode d'obtention. Et pourtant, comme nous l'avons vu, les risques sont identiques.

#### POUR LA DISSÉMINATION

La pollinisation croisée avec une espèce identique ou très apparentée (y compris sauvage) est effectivement possible mais il faut tenir compte d'au moins deux facteurs :

La possibilité des deux plantes apparentées à se croiser. En effet, il existe des systèmes génétiques d'incompatibilité éventuels (cas du trèfle), mais la précocité (dates de floraison) doit être quasi identique. Il faut aussi tenir compte de la faculté germinative du grain de pollen et son pouvoir fécondant.

Au final, si la pollinisation croisée se réalise, le taux est variable selon les espèces mais dans tous les cas il est faible si quelques règles simples de cultures sont prises.

De nombreuses études ont été réalisées qui le démontre (FSE/UK, Allemagne, Portugal, Danemark, France ainsi qu'une grande étude Européenne appelée SIGMEA). Ainsi, en général, une distance de 50 m entre deux cultures de maïs suffit pour limiter la dissémination à un taux inférieur à 0,9% (seuil légal de présence fortuite).

Le cas de risque de dissémination est souvent mis en avant pour le maïs mais il convient de rappeler que le maïs ne peut se croiser qu'avec du maïs et qu'il n'existe pas d'espèces apparentées au maïs en Europe.

S'il y a dissémination (et ce n'est pas une spécificité du maïs GM), elle est toujours très faible (environ 0,1%) car le grain de pollen de maïs est une petite particule dense et que 95% du pollen tombe dans un rayon de 5m autour de la fleur mâle. La probabilité qu'il soit re-soulevé et aille un peu plus loin est très faible. De plus sa durée de vie biologique (pouvoir fécondant) est de 2 heures et il doit alors tomber sur une fleur femelle au bon stade de précocité et de réceptivité.

Si quelques grains de pollen fécondent des fleurs femelles du champ de maïs voisin (voire même un peu plus loin), il y aura sur l'épi un grain qui ne sera pas l'hybride attendu.

Dans le cas du maïs, et plus généralement pour toutes les plantes cultivées sous forme d'hybrides F1, la récolte n'est jamais ressemée. Donc si dissémination (très faible) il y a eu, celle-ci s'arrête avec la récolte.

Si les conditions sont favorables, les quelques grains qui seront tombés sur le sol, le long des routes, ..., vont pouvoir faire des repousses, mais qui seront alors détruites par le froid de l'hiver. Et c'est la fin de l'histoire, la fin de la dissémination tant redoutée !

#### SUR LA BIODIVERSITÉ

D'une manière générale, le seul fait de cultiver dans un environnement une plante se fait nécessairement en privilégiant cette plante au détriment de tous les autres organismes vivant initialement présents dans ce même environnement.

Il convient cependant de vérifier que l'atteinte éventuelle à la biodiversité ne constitue qu'une modification locale de l'équilibre existant et cette surveillance est prévue, pour les PGM, par le Comité de Surveillance Biologique du Territoire (CSBT).

Pour les plantes GM résistantes à un insecte, s'est développé l'idée qu'elles étaient des : "plantes insecticides".

Là encore, c'est faire une particularité et une spécificité à partir d'une généralité.

En effet, toutes les plantes (et de manière plus générale, tous les organismes) sont déjà naturellement "à pesticides" et en particulier "insecticides".

Dès 1990, Ames, inventeur d'un test de mutagenèse écrivait un article intitulé :

Dietary pesticides (99,99% all natural). Le titre est non seulement concis mais très explicite.

Par exemple chez le maïs GM résistant à la pyrale, la protéine insecticide du maïs Bt provient d'un gène d'une bactérie du sol, *Bacillus thuringiensis*. Des suspensions de spores de cette bactérie sont utilisées comme insecticide depuis plus de 40 ans et notamment en agriculture AB. Cette protéine agit en modifiant la digestion de la chenille de la pyrale. Elle n'est toxique que chez les insectes cibles. Elle est sans effet sur les mammifères, les oiseaux, les poissons et même certains autres insectes (papillon Monarque). Par ailleurs, le risque de détruire d'autres espèces que la pyrale est moindre avec ce maïs Bt qu'avec l'épandage des spores de la bactérie car, on a alors, non pas une seule toxine, mais plusieurs.

Au sein de l'entomofaune et de l'entomoflore (celles environnantes et celles du sol), il existe de nombreuses études n'ayant pu mettre en évidence un transfert horizontal quelconque.

Il peut y avoir modifications des rapports entre populations bactériennes, par exemple, dans le sol. Mais ces variations ne sont pas différentes de celles que l'on observe avec n'importe quelle culture ! Références : Farm Scale Evaluation (UK), 3 années, 3 PGM (maïs, colza, betterave).

### **Les aspects économiques**

L'argument économique souvent évoqué contre les PGM ne manque pas de surprendre : on reproche aux firmes qui les fabriquent et les commercialisent d'être des multinationales à la recherche de profits et de situations de monopole. Mais on peut en dire autant de l'informatique, du secteur bancaire, de la pharmacie et de toute activité industrielle mais aussi de la grande distribution alimentaire.

Il est probable que les OGM ne sont pour rien dans l'accroissement de situations monopolistiques car dès la fin des années 70, deux livres ("Les géants du grain" et "La guerre des semences") dénonçaient le fait que le marché mondial des grains, graines et semences étaient dans les mains d'une dizaine de familles dans le monde.

Les mœurs industrielles et commerciales mondiales demandent sans doute à être régulées mais leurs déontologies ont peu à voir avec la nature de leur production.

Il faut aussi tenir compte de toute la filière semencière pour protéger le savoir-faire des firmes et rémunérer leur recherche.

Si les agriculteurs s'engagent à racheter les semences chaque année, c'est, de fait, une situation qui existe déjà depuis longtemps avec les semences hybrides, cas de nombreuses plantes dans les pays développés.

Il suffit, pour l'agriculteur, que le surcoût de l'achat des semences des PGM soit compensé par la plus-value qu'elles lui permettront d'obtenir.

Ces surcoûts sont loin de rebuter les utilisateurs des pays pauvres puisque 90% des agriculteurs qui utilisent des PGM sont dans des PeD.

Au final, les cultures de PGM, depuis plus de 12 années, ont apporté des améliorations sensibles sur la quantité et de la qualité de l’approvisionnement en vivres, tout en réduisant le coût économique, l’utilisation de pesticides et de combustibles, en limitant l’érosion des sols et les émissions de carbone.

Il a été calculé que l’Environmental Impact Quotient (EIQ), indice prenant en compte 3 facteurs l’environnement (la faune auxiliaire bénéfique, les données sur la toxicité des pesticides utilisés, leur devenir dans l’environnement dans les plantes, les sols, cours d’eau...), l’agriculteur et le consommateur est meilleur pour les PGM que les plantes conventionnelles !

Par ailleurs, on a encore aucune preuve scientifique de préjudice pour la santé humaine.

Les avantages attendus maintenant concernent l’obtention de résistances à d’autres ravageurs et chez d’autres plantes, des avantages nutritionnels (par exemple : un maïs plus riche en lysine en cours d’homologation), une utilisation plus efficace des engrais (valorisation de l’azote), la faculté de pousser dans des conditions de sécheresse et d’autres conditions climatiques adverses (céréales notamment) voire même la possibilité de cultiver sur des terres autrefois inhospitalières (sols à salinité élevée ou riches en métaux lourds).

## **Conclusions**

Compte tenu du débat stérile existant sur les PGM depuis maintenant près de 15 années en Europe et en France en particulier, on peut regretter de constater que la science, confrontée aux objections métaphysiques d’une mouvance politique bien organisée dans les pays prospères, renonce à une méthodologie riche en potentiels face à l’enjeu de devoir nourrir 9 milliards d’humains d’ici quelques décennies.

Les connaissances scientifiques qui s’accumulent très rapidement montrent que la modification maîtrisée du génome ne constitue nullement une atteinte à “l’intimité sacrée de la nature”, l’homme, en définitive, ne faisant que copier ce qui existe déjà.

La démarche scientifique et intellectuelle devrait conduire à une évaluation similaire de toutes les nouvelles variétés mises sur le marché et destinées à l’alimentation humaine et animale et ce, indépendamment de leur mode d’obtention. Or ce n’est pas le cas des nouvelles variétés obtenues par toute autre méthode que la transgénèse. Il est donc souhaitable que l’Europe réfléchisse rapidement à une réglementation qui harmonise l’évaluation de toute nouvelle création variétale qui soit fondée sur les données scientifiques acquises à ce jour et non plus basée sur un principe de précaution mal compris et conduisant, au final, à interdire cette nouvelle technologie.

## RÉFÉRENCES

### Documents :

- \* Organismes Génétiquement Modifiés à l'INRA. Environnement, Agriculture et Alimentation. 1998. Ed. INRA. 150 p.
- \* OGM et alimentation : peut-on évaluer les bénéfices pour la santé ? Actes du colloque international AFSSA, décembre 2001.
- \* Peut-on améliorer l'évaluation des risques pour la santé ? Janvier 2002. Avis de l'AFSSA.
- \* Les plantes génétiquement modifiées. Académie des Sciences, rapport sur la science et la technologie n°13 Lavoisier - 2002 – 166 p.
- \* Impact sur l'environnement des cultures de colza génétiquement modifié tolérant à un herbicide. Novembre 2003. Séminaire international de la CGB.
- \* OGM et alimentation : peut-on identifier et évaluer des bénéfices pour la santé ? étude au travers de 4 exemples : les plantes résistantes à des insectes ; la betterave tolérante au glyphosate ; l'enrichissement en vitamine A : cas du riz doré ; des microorganismes génétiquement modifiés. 2004. Document AFSSA. 67p.
- \* Quelle place pour les OGM en production végétale ? Séance solennelle de l'Académie d'agriculture, octobre 2006
- \* Allergies alimentaires : les plantes génétiquement modifiées ont-elles un impact ? Juin 2006. Document AFSSA, 91p.
- \* OGM, Organismes génétiquement modifiés. AAER - Cahier thématique n°11, 2009.
- \* Pesticides et santé. C. Gatignol, J-C Etienne. Les rapports de l'OPECST. Avril 2010.

### Ouvrages :

- \* **Philippe Joudrier : *OGM : pas de quoi avoir peur !* . Ed. Le Publieur, 2010.**
- \* Jean-Claude Jaillette : *Sauvez les OGM*, Ed. Hachette Littérature, 2009.
- \* Gérard Kafadaroff : *Agriculture durable & nouvelle révolution verte*, Le Publieur. 2008.
- \* André Gallais & Agnès Ricoch : *Plantes transgéniques : faits et enjeux*, QUAE, 2006.
- \* Marcel Kuntz : *Les OGM, l'environnement et la santé*, Ellipses, 2006.
- \* Jean-Paul Oury : *La Querelle des OGM*, PUF, 2006.
- \* Gérard Kafadaroff : *OGM, le gâchis*, Le Publieur, 2005.

### Sites français :

Site du ministère de l'Agriculture et de la Pêche :

<http://www.agriculture.gouv.fr/alim/ogm/welcome.html>

Site du ministère de la Recherche : <http://www.recherche.gouv.fr>

Site de l'AFSSA : <http://www.afssa.fr>

Le site d'information sur les plantes biotechnologiques au service de l'agriculture : <http://www.actu-ogm.fr>

Site du GNIS : <http://www.gnis.pedagogie.org>

<http://agribiotech.free.fr/> : colloque du 17/02/2008 au Sénat.

<http://www.pseudo-sciences.org/> AFIS : Assoc. Fr. pour l'Information Scientifique

<http://www.inra.fr/internet/projets/génomique>

<http://tamise.ujf-grenoble.fr/wws/info/lettreinfopgm>

<http://www.upov.int/fr/publications/conventions/index.html> convention UPOV

**Sites européens :**

Accès à la réglementation européenne en matière de biotechnologies végétales

[http://europa.eu.int/comm/food/fs/gmo/gmo\\_index\\_fr.html](http://europa.eu.int/comm/food/fs/gmo/gmo_index_fr.html)

<http://ec.europa.eu/dgs/jrc>

Essais européens : [http://gmoinfo.jrc.it/gmp\\_browse.aspx](http://gmoinfo.jrc.it/gmp_browse.aspx)

European Food Safety Authority : <http://www.efsa.europa.eu/>

European Forum of Biotechnology:

<http://www.efb-central.org/index.php/forums/viewforum/26/>

<http://www.efb-central.org/index.php/forums/viewforum/26/>

<http://www.botanischergarten.ch/ASK-FORCE-Summary/ASK-FORCE-Summary.pdf>

**Sites internationaux :**

<ftp://ftp.fao.org/ag/cgrfa/it/ITPGRf.pdf> traité de la FAO sur les ressources génétiques

<http://www.unep.org/documents.multilingual> Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement.

<http://www.isaaa.org>

International Service for the Acquisition of Agro-biotech Applications

Statistiques annuelles sur la situation des PGM dans le monde.

<http://ncfap.org>

<http://www.scidev.net> site s'occupant des agricultures de l'hémisphère sud.

National Center for Food and Agriculture Policy (ONG) : information pédagogique et objective sur les biotechnologies.

<http://www.isb.vt.edu/news/>

Agbios: <http://www.agbios.com/main.php>

<http://www.agbioworld.org>

Allergenonline: <http://www.allergenonline.org/>

Crop Life International:

<http://www.croplife.org/librarypublications.aspx>

International Life Science Institute IFBIC (Biotechnology):

<http://www.ilsa.org/FoodBioTech/Pages/HomePage.aspx> (Biotech)

International Life Science Institute Europe

<http://www.ilsa.org/Europe/Pages/HomePage.aspx>

Public Research and Regulatory Initiative:

[http://pubresreg.org/index.php?option=com\\_content&task=blogcategory&id=70&Itemid=71](http://pubresreg.org/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=70&Itemid=71)

The European Association for BioIndustries: <http://www.europabio.org/>

**Liste de textes législatifs européens 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 : REGLEMENT 258/97/CE (NOVEL FOODS)

26/05/1998 : REGLEMENT 1139/98/CE (Abrog. règlement 183/97/CE DU 01/11/1997)

10/01/2000 : REGLEMENT 49/2000/CE : complète 1139/98 en définissant un niveau de tolérance (1%).

10/01/2000 : REGLEMENT 50/2000/CE additifs et arômes alimentaires

18/2001 : DIRECTIVE : Utilisation d'OGM pour l'alimentation animale

15/07/2003 : REGLEMENT 1946/2003 commerce des OGM

22/09/2003 : REGLEMENT 1829/2003 : denrées alimentaires (H & A)

22/09/2003 : REGLEMENT 1830/2003 : traçabilité et étiquetage (modifiée 18/2001), Seuil baissé à 0.9%.

2003 : REGLEMENT 1946/2003 : Mouvements transfrontaliers (Protocole de Carthagène)

28/06/2007 : REGLEMENT 834/2007 : relatif à la production de l'agriculture biologique.

### Publications scientifiques :

(quelques publications parmi les plus de 50 000 qui concernent les OGM).

### Evaluation de la sécurité alimentaire sur des durées supérieures à trois mois :

Brake J, Faust MA, Stein J, 2003. Evaluation of transgenic event Bt11 hybrid corn in broiler chickens. *Poultry Science*, 82, 4: 551-559.

Brake DG, Evenson DP, 2004. A generational study of glyphosate-tolerant soybeans on mouse fetal, postnatal, pubertal and adult testicular development. *Food and Chemical Toxicology* 42 :29-36. (soybean HT + mice on 3 generations).

Brake DG, Thaler R, Evenson DP, 2004. Evaluation of Bt (*Bacillus thuringiensis*) corn on mouse testicular development by dual parameter flow cytometry. *Journal of Agriculture Food Chemistry* 52 : 2097-2102. (with quails. Archives of Animal Nutrition 59 :449-451. (Maize Bt + quails : 1 year).

Rhee GS, Cho DH, Won YH, Seok JH, Kim SS, Kwack SJ, Lee RD, Chae SY, Kim JW, Lee BM, Park KL, Choi KS, 2005. Multigeneration reproductive and developmental toxicity study of bar gene inserted into genetically modified potato on rats. *Journal of toxicology and environmental health*. Part A 68 : 2263-2276. (Potatoes HT on rats over 5 generations).

Wainwright PE, Huang YS, De Michel SJ, Xing HC, Liu JW, Chuang LT, Bierderman J, 2003. Effects of High gamma linolenic acid oil compared with borage oil on reproduction, growth and brain and behavioral development in mice. *Lipids* 38 : 171-178 Canola ((+ gamma linolenic acid) + mice : several generations).

On peut même ajouter à cette liste deux études ayant pourtant reçues des critiques sévères de la communauté scientifique internationale les invalidant :

Vecchio L, Cisterna B, Malatesta M, Martine TE, Biggiogera M. 2004. Ultrastructural analysis of testes from mice fed on genetically modified soybean. *European Journal of Histochemistry* 48 : 449-454. (Soybean HT + mice : 8 months).

Velimorov A., Binter C., Zentec J. 2008. Biological effects of transgenic maize NK603xMON810 fed in long term reproduction studies in mice", *Forschungsberichte der Sektion IV*, Band 3/ 2008. (Maize Bt, mice over 4 generations).

Car, si on corrige les erreurs de ces publications, alors, comme les autres, elles ne montrent pas de problèmes pour les animaux ayant été nourris avec une alimentation issue de PGM (même sur plusieurs générations).

Bruce N. Ames, Margie Profet and Lois Swirsky Gold. Dietary pesticides (99,99% all natural). *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, Vol.87, pp.7777-7781, october 90.

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 Organisms2 on 12 September 2007.

Bakan, B., Melcion, D., Richard-Mollard, D., Cahagnier, B. 2002.

Fungal growth and *Fusarium* mycotoxin content in isogenic traditional maize and genetically modified grown in France and Spain. *J. Agric. Food Chem.* 50:728

Clark, J.H., Ipharraguerre, I.R. 2001.

Livestock performance : feeding biotech crops. *J. Dairy Sci.* 84 (E; Suppl) E9-E18

Deaville, E.R., Maddison, B.C. 2005.

Detection of transgenic and endogenous plant DNA fragments in the blood, tissue and digesta of broilers. *J. Agric. Food Chem.* 53:10268

Donkin, S.S., Velez, J.C., Trotten, A.K., Stanisiewski, E.P. Hartnell, G.F. 2003.

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.* 86: 1780

### Allergies :

Kuiper HA, Kleter GA, Noteborn HPJM, Kok EJ, 2001. Assessment of the food safety issues related to genetically modified foods. *Plant J.* 27, 503-528.

Kleter GA, Peijnenburg AA (2003). 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, sept., 1(5) :371-380.

### Détection et Etiquetage des OGM.

Alary R, Serin A, Maury D, Ben Jouira H, Sirven J-P, Gautier M-F, Joudrier P. 2002. Comparison of simplex and duplex real-time PCR for the quantification of GMO in maize and soybean. *Food Control* 13, 235-244.

Alary R, Gautier M-F, Joudrier P. 2002. La PCR quantitative en temps réel : Application à la quantification des OGM. *OCL* 9, 468-473.

Alary R, Serin A, Duviiau M-P, Joudrier P, Gautier M-F. 2002. Quantification of common wheat adulteration of durum wheat pasta using real-time quantitative Polymerase Chain Reaction (PCR). *Cereal Chemistry* 79, 553-558.

Alary R, Serin A, Duviiau M-P, Joudrier P, Gautier M-F. 2002. La PCR quantitative en temps réel et l'adultération des produits céréaliers : Application aux pâtes alimentaires. *Industries des Céréales* n° 129.

FDA, 2001. Guidance for industry – *Voluntary labeling indicating whether foods have or have not been developed using bioengineering*. Center for Food Safety and Applied Nutrition.

Hammond BG, Vicini JL, Hartnell GF, Naylor MW, Knight CD, Robinson EH, Fuchs RL & Padgett SR, 1996. The feeding value of soybeans fed to rats, chickens, catfish and dairy cattle is not altered by genetic incorporation of glyphosate tolerance. *Journal of Nutrition* 126: 717-27.

Harrison LA, Bailey MR, Naylor MW, Ream JE, Hammond BG, Nida DL, Burnette BL, Nickson TE, Mitsky TA, Taylor ML, Fuchs RL & Padgett SR, 1996. The expressed protein in glyphosate-tolerant soybean, 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase from *Agrobacterium* sp. strain CP4, is rapidly digested in vitro and is not toxic to acutely gavaged mice. *Journal of Nutrition*, 126: 728-40.

Lipp M, Brodmann P, Pietsch K, Pauwels J, Anklam E, Borchers T, Braunschweiger G, Busch U, Eklund E, Eriksen FD, Fagan J, Fellingner A, Gaugitsch H, Hayes D, Hertel C, Hortner H, Joudrier P, Kruse L, Meyer R, Miraglia M, Muller W, Phillip P, Popping B, Rentsch R, Wurtz A, et al., 1999. IUPAC collaborative trial study of a method to detect genetically modified soybeans and maize in dried powder. Institute for Health and consumer protection, Food Products unit, Ispra(Va), Italy. *J AOAC Int* 82(4):923-8.