

## **Association COMPRENDRE**

15E Avenue Saint Jean de Beauregard 91400-ORSAY

<http://comprendre.orsay.free.fr>

Contact: J. Lallot, 01 60 10 45 92

### **Compte rendu de la rencontre-débat du mardi 16 décembre 2014 à Orsay**

## **Le bon grain et l'ivraie dans la controverse sur les OGM**

**animée par André Gallais**

**Professeur honoraire AgroParisTech, Membre de l'Académie d'Agriculture**

### **Les PGM\* dans le monde et les OGM dans notre vie**

Les plantes génétiquement modifiées (PGM\*) sont cultivées depuis 1996 sur des surfaces en augmentation régulière et ont atteint 173 millions d'hectares en 2013, ce qui représente environ 10 fois la surface cultivable de la France. Les pays concernés se situent principalement en Amérique du Nord et Sud, en Asie. La part des pays en développement sans cesse croissante est maintenant majoritaire. En Europe, seule l'Espagne, la Roumanie, la Pologne et les Républiques tchèque et slovaque en cultivent de petites surfaces.

Néanmoins les produits issus d'OGM sont déjà dans notre vie de tous les jours. Outre les produits (viande, laits, œufs) issus d'animaux alimentés par des plantes transgéniques comme le soja dont on importe 3 millions de tonnes, beaucoup de produits de transformation industrielle sont issus de PGM, par exemple, les dérivés du soja et du maïs. De plus, beaucoup de produits font appel à des enzymes issues de micro-organismes génétiquement modifiés (GM) : par exemple, des enzymes utilisées en boulangerie, en fromagerie (avec la chymosine qui permet de produire des fromages casher) et en malterie. Des médicaments essentiels sont produits en fermenteurs par des micro-organismes GM : l'insuline, l'hormone de croissance, des anticorps ; l'EPO est produite à partir de cellules de hamster modifiées avec un gène humain. Il y a aussi les thérapies géniques qui consistent à pallier le fonctionnement défectueux d'un gène défectueux par l'introduction d'un autre gène qui va produire la substance dont la cellule a besoin.

### **Qu'est-ce que la transgénèse**

La transgénèse est l'introduction d'un gène dans le patrimoine génétique d'un organisme hors de la reproduction sexuée.

Un gène est une séquence d'ADN qui porte une information déterminant directement ou indirectement un caractère physiologique ou morphologique d'un organisme vivant. Les gènes sont en très grand nombre (environ 30 000 chez le maïs et l'homme). Ils sont présents

dans le noyau de toute cellule et organisés en chromosomes. L'ADN est une molécule constituée de deux brins organisés en double hélice qui contient l'information codée par l'ordre des bases azotées A, T, G et C. Ces bases s'associent par paires, il y a 2,5 milliards de paires de base chez le maïs. La longueur de la molécule d'ADN est d'environ 0,75 m /cellule chez le maïs, 1 m chez l'homme. Comme il y a environ  $10^{14}$  cellules dans le corps humain, cela fait 100 milliards de km d'ADN pour un individu !

La fonction de la plupart des gènes est de synthétiser une protéine qui va induire l'expression d'un caractère. Il y a un système de décodage qui traduit le code à 4 lettres (A, C, G, T) de l'ADN en une séquence d'acides aminés qui vont constituer une protéine. Le code est universel chez les êtres vivants. C'est cette propriété du monde vivant qui est exploitée par la transgénèse. De plus, l'examen des génomes montre la proximité entre certaines espèces. Elle est très grande entre blé-maïs-sorgho-riz-canne à sucre, tomate-pomme de terre-poivron-aubergine ; elle est loin d'être négligeable entre des organismes aussi éloignés que l'homme et l'oursin (40 % de gènes communs avec l'homme) ou la levure (25 % de gènes communs avec l'homme), ce qui témoigne d'une importante conservation des gènes au cours de l'évolution.

Il y a aujourd'hui deux grandes méthodes de transfert de gènes selon le contrôle ou non du site d'insertion du transgène. La transgénèse non dirigée, la première qui ait été développée, est basée sur un phénomène naturel, la possibilité qu'a une bactérie parasite des plantes, *Agrobacterium* qui induit la galle du collet, d'insérer un segment de son propre ADN dans le génome de la plante pour l'obliger à produire les substances nutritives dont elle a besoin pour vivre. En 1983, deux chercheurs belges (Van Montagu et J Schell) ont montré que l'on pouvait remplacer le segment d'ADN introduit par la bactérie par n'importe quel gène et faire exprimer dans la plante le nouveau gène choisi. Une méthode alternative consiste à introduire le gène, par projection à très grande vitesse de micro-billes enrobées de la séquence du transgène, sur des cellules en culture, issues de la plante à transformer. Dans ces deux méthodes qui ont été utilisées pour les PGM actuellement commercialisées, l'insertion se fait au hasard dans le génome. Mais très récemment, l'insertion dirigée d'un gène à un emplacement choisi a été mise au point. Cette nouvelle technique permet donc de remplacer un allèle (variante d'un gène) par un autre, par exemple le remplacement d'un allèle de sensibilité à la tavelure chez le pommier par un allèle de résistance. Dans ce cas, la question se pose de savoir si l'on est encore en présence d'un PGM, car cela n'est pas différent de ce qui est fait en génétique classique par des croisements.

L'utilisation des techniques de transgénèse a soulevé deux types de problèmes mis en avant par les opposants : la présence des marqueurs de sélection et les risques de perturber le fonctionnement du génome. En effet, la régénération des plantes transformées, à partir des cellules ou des tissus traités, utilisait des marqueurs de sélection, c'est-à-dire des gènes procurant la résistance à certains herbicides ou à des antibiotiques et introduits en même temps que le transgène. Dans le cas des marqueurs « résistance à un antibiotique », on pouvait craindre la transmission de cette résistance aux bactéries dangereuses pour l'homme. Cette transmission est toutefois extrêmement improbable et, de toute façon, le débat sur ce risque n'a plus lieu d'être puisque les techniques de transgénèse permettent d'éliminer les marqueurs de sélection. Les risques soulevés concernant d'éventuels effets de l'insertion sur la fluidité du génome et sur sa stabilité ne sont pas apparus supérieurs à ce qui se produit naturellement. De plus, il faut remarquer que, dans plusieurs opérations d'amélioration des plantes dite classique, on a modifié bien plus largement le génome, en

doublant le nombre de chromosomes ou en remplaçant des fragments chromosomiques par d'autres fragments issus d'espèces proches (chez le blé, par exemple) et cela sans modifications des effets des gènes. De toute façon, il y a une phase de sélection des produits obtenus, visant à ne garder que ceux qui expriment, de façon stable et transmissible, le caractère recherché et lui seul.

## Ce qu'apporte ou peut apporter la transgénèse

La résistance aux insectes et la tolérance aux herbicides sont les caractères que l'on retrouve dans la très grande majorité des PGM actuellement commercialisées dans le monde. Mais bien d'autres caractères sont en cours de développement.

### *Les plantes transgéniques résistantes aux insectes*

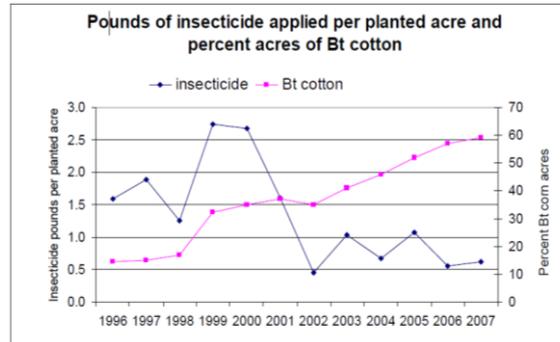
Pourquoi avoir recours à la transgénèse pour la résistance aux insectes ? Souvent, il n'y a pas de vraies résistances aux insectes chez les plantes ou bien elles sont difficiles à utiliser et les pertes dues aux insectes sont considérables (plus de 15 % en moyenne, mais dans certains cas, comme chez le cotonnier plus de 80 %). L'agriculteur a donc recours aux traitements avec des insecticides chimiques. Mais, ces insecticides sont des produits toxiques pour les insectes non-cibles et les oiseaux, et agissent donc défavorablement sur la biodiversité. Ils présentent aussi un danger pour l'homme si des précautions ne sont pas prises. L'efficacité des insecticides est par ailleurs limitée par le climat.

Les plantes transgéniques résistantes aux insectes, dites Bt sont résistantes grâce un gène issu d'une bactérie, le bacille de thuringe (d'où le sigle « Bt »), qui produit des toxines spécifiques à l'encontre de certains genres d'insectes (papillons et coléoptères). Cette bactérie est utilisée comme insecticide depuis de nombreuses années en agriculture biologique ; les toxines qu'elle produit ont la propriété de détruire les cellules de la paroi de l'intestin de ces insectes. La plante transgénique Bt produit cette toxine protéique facilement dégradable dès que la plante est morte. L'avantage de ces plantes transgéniques est qu'elles sont sans danger pour l'agriculteur et l'environnement, car il y a respect de la faune non-cible (abeilles, papillons, oiseaux, vers de terre...). Du point de vue économique, il y a économie d'insecticides.



**L'introduction du gène Bt chez le maïs permet de lutter contre la chenille d'un papillon**, la pyrale (voir photos ci-dessus). En France 400 000 ha sont traités chimiquement contre la pyrale et 60 millions dans le monde. Les avantages du maïs transgénique Bt sont :

- un bilan économique positif pour l'agriculteur et pour sa santé ;
- une moindre incidence environnementale et une protection de la biodiversité ;
- une amélioration de la qualité sanitaire pour les consommateurs, homme ou



animal, du fait d'une teneur en mycotoxines beaucoup plus faible que chez le maïs non transgénique ; ces toxines sont très dangereuses pour la santé de l'homme (cancérogènes et s'attaquant au système immunitaire et au système nerveux).

- la résistance est stable : elle n'a pas été contournée jusqu'à présent.

**La résistance Bt est aussi très utilisée chez le cotonnier.** Cette plante reçoit 25-30 % des insecticides utilisés dans le monde (USA, Chine, Inde, Burkina-Faso) avec jusqu'à 20 traitements insecticides au cours de la culture. Avec le cotonnier Bt, il peut y avoir une réduction de 20 à 80 % de la quantité d'insecticides utilisée (voir graphique ci-dessous). Le bilan est très positif pour l'environnement et l'agriculteur. Mais il y a des cas de contournement de la résistance.

### **Les risques de la résistance transgénique aux insectes (RI) :**

Le *risque agronomique* est celui d'apparition d'insectes résistants ; cependant, ce risque de perte d'efficacité des plantes Bt n'est pas différent de celui d'un insecticide chimique. Il est même plus faible pour la pyrale du maïs où il n'y a toujours pas d'apparition de résistance (Essais INRA sur 40 générations). Par précaution, il faut des zones refuges (non transgéniques) sur 20 % pour le maïs. D'une façon plus générale, il ne faut pas généraliser l'utilisation des PGM RI (rotations).

L'effet des PGM RI sur la biodiversité est positif, en raison d'un respect de la faune non cible (par rapport aux traitements chimiques insecticides), et, pour le maïs GM le « risque » de croisement avec la flore sauvage n'existe pas en dehors du Mexique, seul pays où l'espèce ancestrale à l'origine du maïs est présente.

Aucun effet négatif pour la santé n'est avéré sur un très grand nombre d'études ; au contraire un effet positif a été prouvé chez le maïs car les teneurs en mycotoxines sont très basses chez les maïs Bt.

**Donc le Bilan bénéfices/risques est largement positif** pour l'environnement (biodiversité) et la santé (de l'agriculteur et du consommateur).

### **Les plantes transgéniques tolérantes aux herbicides (TH)**



Pourquoi concevoir des plantes tolérantes aux herbicides ? Le désherbage est nécessaire car les mauvaises herbes, qui consomment de l'azote et de l'eau, contribuent à diminuer le rendement. Cependant, le désherbage manuel est coûteux et pénible tandis que le désherbage chimique « conventionnel » pose des problèmes : difficulté à trouver des herbicides spécifiques de chaque plante cultivée, à déterminer le bon moment pour

l'intervention, et, pour les agriculteurs, à gérer l'utilisation complexe des nombreux produits différents.

Le principe pour les plantes transgéniques est d'introduire un gène de tolérance à un herbicide total. Après traitement toutes les plantes sont détruites sauf les plantes porteuses du transgène entraînant la tolérance à cet herbicide total. La résistance la plus utilisée est la résistance au glyphosate (Roundup) ; chez les plantes non résistantes, l'herbicide bloque la synthèse de certains acides aminés essentiels pour la croissance des plantes ; il en résulte la mort de ces plantes (cf. bande jaunes ci-contre). Chez les plantes résistantes (bandes vertes, ci -contre), le transgène permet à la synthèse de tous les acides aminés de se faire normalement. Le gène utilisé vient d'une souche particulière d'*Agrobacterium*.

Cette résistance transgénique est très utilisée chez le maïs, le soja, le colza et maintenant la betterave sucrière.

Le soja transgénique tolérant aux herbicides (TH) représente 90 % des cultures aux USA et 95% en Argentine. Ses avantages pour l'agriculteur et l'environnement sont :

- une meilleure efficacité du désherbage,
- une augmentation de la production,
- une simplification des pratiques agricoles : sans labour, économie de carburant, temps libéré,
- pas de flux de transgène, car il n'y a pas d'espèces proches et il s'agit d'une plante qui ne disperse pas son pollen (plante dite autogame).

Le colza transgénique TH est essentiellement cultivé au Canada.

La betterave transgénique TH se développe très vite aux USA et elle demandée par les betteraviers français. Il n'y aucune trace ADN dans le sucre.

### **Quels sont les risques possibles de la tolérance transgénique aux herbicides ?**

Les risques agronomiques sont essentiellement la germination des grains qui sont restés dans le champ au moment de la récolte. Ces ressemis involontaires et aléatoires de l'espèce sont résistants à l'herbicide et entrent en compétition avec les semis de l'année. L'apparition de mauvaises herbes résistantes aux molécules utilisées est l'autre risque. Ces deux risques sont contrôlables par le recours aux rotations.

Les risques environnementaux sont :

- l'échange de gènes avec la flore sauvage proche : cette probabilité est nulle pour le maïs en Europe, mais il peut y avoir un risque pour colza ;
- la pollution de l'environnement par les herbicides : le problème se pose dans les mêmes termes que pour tout herbicide classique ; cependant le glyphosate a l'avantage de posséder un meilleur profil écotoxicologique et il se dégrade dans le

sol. La précaution à prendre est bien gérer l'utilisation des variétés RH, en particulier avec les rotations.

Quant aux risques pour la santé, les très nombreux travaux basés sur des tests dans tous types de conditions sur différentes espèces d'animaux n'ont montré aucun risque depuis 19 ans d'utilisation de ces plantes.

**Le bilan bénéfiques / risques des variétés TH** est toutefois moins évident que pour les variétés transgéniques résistantes aux insectes. D'une façon générale, cela illustre bien le fait que pour les PGM, il faut **raisonner au cas par cas**.

### ***Les PGM actuelles sont des outils pour une agriculture durable***

Les PGM actuelles peuvent contribuer à la durabilité de l'agriculture car elles apportent

- une diminution des coûts, et une stabilité de la production,
- une diminution des intrants (pesticides, azote), d'où il résulte un meilleur respect de l'environnement, mais aussi moins de CO<sub>2</sub> émis, ce qui correspond à environ 13 millions de voitures en moins grâce à la diminution des interventions mécanisées sur les cultures.

Les PGM sont plus intéressantes pour les pays en développement – en particulier les



plantes résistantes aux insectes, compte tenu des dégâts importants dus aux insectes, dans les pays tropicaux.

En revanche, il y a actuellement une mauvaise utilisation des PGM, aux USA, en Argentine et au Brésil, avec le développement de la monoculture (soja après soja, maïs après maïs... ou au mieux alternance maïs-soja, mais avec un caractère transgénique commun, la résistance au glyphosate). L'absence de réelles rotations (avec au moins trois espèces différentes) génère l'apparition de nombreuses espèces résistantes au glyphosate.

Un bel exemple de contribution des PGM à la durabilité de l'agriculture est donné par **le Papayer résistant au "ringspot virus"** (travaux de l'Université de Hawaï 1995-2000). Les plantes transgéniques ont sauvé la culture du papayer à Hawaï, principale ressource agricole pour l'exportation.

**La résistance du prunier au virus d'une maladie très grave (maladie de la Sharka)** est aussi un succès de la recherche publique, auquel la recherche française a beaucoup contribué ; mais ces pruniers résistants réclamés par les producteurs de prune d'Agen sont interdits en France... et pourtant leur production est menacée !

### ***Autres plantes transgéniques développées ou en développement***

Nous ne mentionnons que quelques exemples parmi toutes les recherches en cours.

**Pour l'adaptation au milieu :**

- **résistances aux virus** : outre la Papaye à Hawaii et le prunier aux USA et au Canada il faut citer la résistance aux **pucerons** chez le blé ( GB en cours).
- **tolérance à la sécheresse** (maïs USA, commercialisé en 2013, canne à sucre, Indonésie, blé en Australie),
- **valorisation de la fumure azotée** (maïs USA/France)

**Pour la qualité nutritionnelle**

- teneur en vitamines : cas du **riz doré** (Philippines, 2013) sorti en 2015 qui permettra de lutter efficacement, et économiquement contre la carence en vitamine A qui entraîne la cécité de 500 000 enfants par an. Expérience intéressante issue de la recherche publique mais en butte aux campagnes de désinformation de Greenpeace.
- qualité protéique (richesse en acides aminés essentiels), qualité des huiles, qualité de l'amidon, des sucres.

**Pour l'industrie : pour une chimie verte**

- peuplier transgénique pour l'industrie du papier (INRA), (essai arrêté en 2014 faute de soutien du ministère de l'agriculture)

**Pour la production de médicaments**

- production de l'hormone de croissance (au lieu de la prendre sur des cadavres avec le risque de présence de prions),
- production de la lipase gastrique (pour lutter contre les conséquences la mucoviscidose) avec un prix de revient plus faible que les productions actuelles. Meristem Therapeutics (Clermont-Ferrand), avait un tel programme, très avancé, mais ce programme a dû être arrêté en 2008 à cause des activistes anti-PGM.

## **Les risques potentiels communs**

- **Les risques environnementaux** dus au flux de pollen fécondant d'autres plantes : à discuter au cas par cas

- **Les risques pour la biodiversité** ? Il a peu de risque pour la flore sauvage puisque les gènes éventuellement introduits ne procurent aucun avantage sélectif. Les plantes transgéniques ne deviennent pas invasives. L'apport de caractères nouveaux a un effet plutôt positif sur la biodiversité (par exemple avec les PGM RI qui, contrairement aux traitements insecticides, préservent la faune des cultures). A noter que la diversité des variétés à la disposition de l'agriculteur est préservée, voire même augmentée puisque les transgènes apportent des caractères nouveaux.

- **Pureté des productions non transgéniques** (préoccupation de l'Agriculture Biologique qui refuse cette technique). La coexistence est possible comme le montrent les producteurs de semences aussi bien pour les espèces autogames qu'allogames. Ce problème ne se pose pas pour la pomme de terre qui a une reproduction végétative. Si une volonté de coexistence existe les solutions techniques sont disponibles et efficaces (exemple de l'Espagne pour le maïs).

## **Les risques pour la santé : allergénicité et toxicité**

Le risque allergénique n'est ni plus ni moins grand que pour tout nouvel aliment : il n'est pas lié au caractère transgénique.

Le risque de toxicité a été évalué depuis 19 ans avec plusieurs centaines d'études sur toutes sortes d'animaux domestiques (rats, poulets, poissons, porcs, ovins, bovins). **Aucun risque n'est avéré, malgré des « alertes » de mauvaise foi, la dernière en date étant celle de Seralini et al.** qui dans un article très médiatisé (Cf. couverture du Nouvel Observateur, livre, émission de télévision) avait prétendu démontrer que le maïs tolérantes au Round-up provoquait des cancers chez le rat. Cet article a dû être retiré par la revue internationale car les conclusions ont universellement été déclarées inexactes.

### **Les risques socio-économiques**

L'obligation de renouvellement des semences ne conduit-il pas à une dépendance accrue de l'agriculteur vis-à-vis des semenciers ? Non, en Europe, le problème du renouvellement des semences est le même pour les variétés classiques et pour les PGM. Dans les deux cas, l'agriculteur contribue au paiement du progrès génétique (s'il veut en bénéficier) en payant par le renouvellement de ses semences. Dans le cas des PGM une redevance supplémentaire est demandée.

Il y a aussi la crainte du brevetage du vivant. Cependant, les variétés de PGM ne sont pas brevetées en Europe. Comme pour toute autre variété, l'agriculteur peut ressemer les graines qu'il récolte chez lui mais en s'acquittant d'une taxe. Par contre le transgène est protégé par rapport à son utilisation par les autres obtenteurs.

La concentration des entreprises pose en revanche un problème. Elle est bien évidemment liée au contexte politique (mondialisation, libéralisme), qui favorise la concentration). Ce problème n'est pas spécifique aux PGM, mais le renforcement des réglementations sur les PGM, dû en particulier aux actions des anti-PGM, favorise les concentrations. En effet, le coût de mise sur le marché d'une PGM (dizaines de millions de dollars) n'est accessible qu'aux grandes sociétés et exclut pratiquement la recherche publique (sauf dans le cas du riz doré où les brevets sont libres de droit). Le risque essentiel de la concentration est la réduction de la diversité des sélectionneurs et donc des variétés commercialisées.

### **Les raisons du refus des plantes transgéniques**

Les raisons du refus des plantes transgéniques sont multiples. On peut citer par exemple :

- le caractère non évident du bénéfice pour le consommateur avec les PGM actuelles, qui sont associées à l'image d'une agriculture intensive, polluante ;
- le manque de confiance dans les autorités scientifiques et les chercheurs, après la crise de la vache folle et l'affaire du sang contaminé ;
- le refus de tout risque, alors que le risque zéro n'existe jamais, quelle que soit la situation ;
- la gestion sociale de l'innovation et les problèmes d'information et de communication entre tous les acteurs : en particulier, difficulté pour les chercheurs de communiquer avec le public par le truchement de médias en quête de sensation et peu critiques face aux propos d'associations anti-PGM qui déforment les faits (un chercheur, jamais sûr à 100%, est toujours en difficulté face à des adversaires qui assènent des idées simples sans preuve). Ainsi que le disait A. de Tocqueville « il est plus facile de faire croire un

mensonge simple qu'une vérité complexe ». De plus, les responsables politiques n'ont pas su gérer l'innovation et ont mélangé science et politique. Tout cela a généré un manque de confiance dans les entreprises, les chercheurs et les politiques.

- les raisons politiques : réaction contre la mondialisation, la concentration des entreprises, et le risque de brevetage du vivant ;

- les raisons éthiques : contre l'artificialisation de la nourriture, attrait pour le naturel.

En fait les plantes transgéniques cristallisent des réactions de crainte pour notre santé, notre environnement, un rejet de certains modes de vie et au delà un rejet du système économique et du type de société dans lequel nous vivons.

### **Nécessité de séparer les différentes raisons (le bon grain de l'ivraie)**

Il ne faut pas mélanger science et idéologie. Il est possible d'être contre les PGM pour les raisons politiques et éthiques précédentes, sans pour autant déformer les faits scientifiques. Rappelons-nous Blaise Pascal qui dans ses « Pensées » disait qu'il fallait distinguer **croire, savoir, agir**.

### **Pourquoi la grande différence France-États-Unis ?**

L'examen des raisons des différences entre la France (qui bloque complètement le développement des PGM) et les USA (qui ne font pas de différence entre PGM et autres plantes) est très instructive. De façon résumée, on peut faire ressortir les points suivants :

- aux USA, il n'y a pas le passé « vache folle » et « sang contaminé »,
- l'agriculture est vue comme une industrie aux USA,
- il y a encore une croyance dans le progrès aux USA, alors qu'en France s'est développée une peur du progrès,

- la conception de l'alimentation est différente : aux US c'est une nécessité, en France, un plaisir, une tradition, il y a un aspect « sacré »,

- aux USA, les PGM ne sont pas une catégorie à part des plantes sélectionnées : celles-ci sont étudiées pour leurs caractéristiques, quelle que soit la méthode d'obtention. En Europe, en faire une catégorie à part a renforcé les doutes sur l'innocuité de ce type de plantes.

- les responsabilités respectives des entreprises et de l'État diffèrent : aux USA ce sont les entreprises qui sont responsables du développement des innovations et de la gestion des risques associés ; en Europe, c'est l'État qui contrôle le développement des innovations.

- conception et mise en œuvre très différentes du principe de précaution. Aux USA, le principe de précaution n'a pas été inscrit dans la constitution. Ce sont les entreprises qui sont responsables. En France, le principe de précaution, conçu au départ pour encadrer le développement d'une innovation et stimuler la recherche en limitant les risques, tend à devenir un principe d'inaction.

### **Les conséquences du blocage des PGM en Europe**

Un constat s'impose : en ce qui concerne les PGM, tout est bloqué, l'expérimentation au champ, la recherche... Alors se posent deux questions :

- Comment informer objectivement sur les risques éventuels sans faire d'expérimentation pour étudier ces risques ?

- Comment avoir une compétence sans recherches : on est face à la négation du principe de précaution. L'instrumentalisation de la science par l'idéologie conduit à des risques d'obscurantisme.

Les conséquences de ce blocage se manifestent à différents niveaux :

- pour notre recherche en Biologie végétale : la situation est catastrophique. Il y a désinvestissement massif et les recherches innovatrices en laboratoire sont menacées physiquement, par exemple le Programme Genius ; les chercheurs qui veulent continuer à travailler sur le sujet de la transgénèse migrent aux USA ;

- pour nos entreprises de sélection : on assiste à un retard et à des pertes de marchés. Le blocage favorise les entreprises créatrices de PGM comme Monsanto ; si elles veulent rester compétitives au niveau mondial, nos entreprises sont obligées de s'installer aux USA ;

- pour notre agriculture : on va vers une perte de compétitivité et l'on voit une contradiction entre la demande d'une agriculture durable et le refus de ce qui peut y contribuer, comme la transgénèse (exemple Bt) ;

- pour notre industrie : conséquences négatives sur l'agroalimentaire, blocage de la « chimie verte » et de la chimie du médicament.

Le problème est que **la contestation s'étend** maintenant à la remise en cause des variétés obtenues par mutagenèse (OGM dits cachés) et à la contestation de toute la filière semences et amélioration des plantes. Il s'agit en fait d'un combat idéologique contre un système économique – mais qui ne s'avoue pas comme tel.

## Conclusions générales

Le sujet est complexe, il faut bien séparer les différentes facettes.

D'abord **des points de vue technique, scientifique, économique** on peut conclure que :

- les risques pour la santé ne sont pas avérés depuis 19 ans de culture des PGM ;
- « **pour ou contre** les plantes transgéniques, ce n'est pas la bonne question » ; il faut raisonner au **cas par cas** ;

- les PGM actuelles sont des outils pour une agriculture durable, pour aider à faire face aux défis de l'humanité qui vise à « produire plus, mieux avec moins » dans un contexte de changement climatique ;

- de nouvelles PGM peuvent apparaître présentant des intérêts pour le consommateur, l'industriel.

**Du point de vue sociétal,**

- l'innovation des PGM pose le problème des relations entre science, société et politique ;

- elle montre la nécessité de réconcilier l'agriculture et la société, la science et la société, la politique et la société ;

- elle souligne l'importance de la communication, du dialogue chercheur-citoyen-politique-agriculteur et montre ses limites ;

- elle pose la question de la responsabilité des politiques décideurs dans la gestion démocratique du développement d'une innovation. Ce problème de société dépasse largement le cadre des PGM.

# Question 1

Quelles sont les autres plantes transgéniques développées?

1

De nouvelles espèces et de nouveaux caractères...



Papayer Résistant virus,  
Hawaii, USA, Chine



Betterave sucrière TH  
USA, Canada



Courge  
USA



Peuplier Bt,  
Chine



Prunier Honey Sweet  
résistant au virus de la sharka  
autorisé USA



Haricot résistant au  
virus BGMV vient d'être  
autorisé au Brésil



Canne à sucre  
tolérante à la sécheresse  
vient d'être autorisée en  
Indonésie



Œillet bleu  
Australie, Europe



Poivron  
Résistant virus, Chine

2



Riz doré



Papayer résistant au ringspot virus



Melon de bonne conservation



Prunier résistant au  
virus de la Sharka



AAAF  
AGRICULTURE  
FRANCE

## Question 2

Qu'est que le riz doré ?

Un riz enrichi en pro-vitamine A, pour lutter contre la **cécité de 500 000 enfants et de mortalité de 2 millions personnes par an**  
**Mais soumis à un intense campagne de dénigrement par Greenpeace**

4



THIS RICE COULD SAVE A MILLION KIDS A YEAR

Le riz doré : une PGM pour la santé

Prof. Potrykus, inventeur du riz doré

Manifestation des frères Moore\* à Paris le 18 juin 2014 devant l'immeuble de GreenPeace

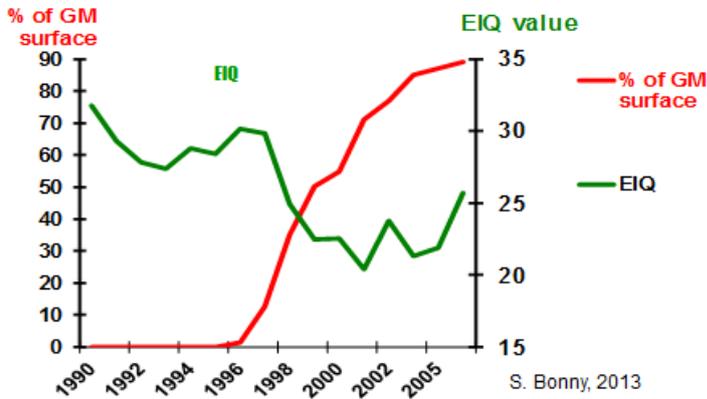
\*Patrick Moore, co-fondateur de Greenpeace, a démissionné de cette ONG et lutte contre elle, à cause de sa position sur le riz doré

## Question 3

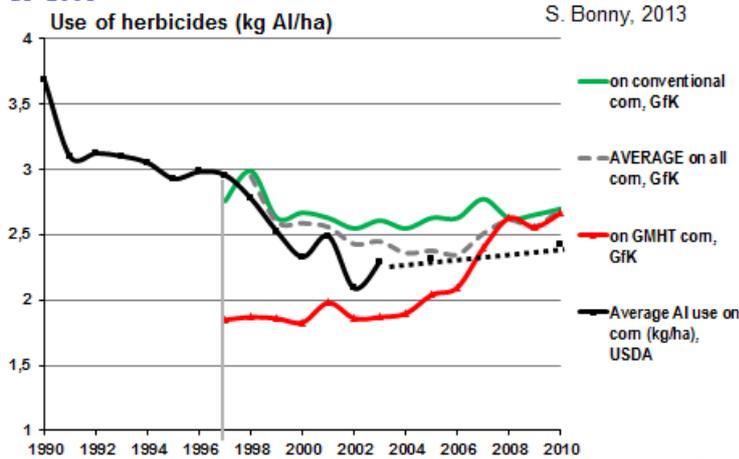
Les plantes transgéniques tolérantes aux herbicides apportent- elles un bénéfice écologiques et économique:  
Oui diminution de la consommation d'herbicides  
Oui les revenus des agriculteurs sont augmentés de 60%

6

Evolution de l'EIQ (Environmental Impact Quotient) de l'ensemble des traitements herbicides sur soja, calcul avec données USDA .  
 L'EIQ étant un indicateur du niveau de toxicité & écotoxicité, s'il ↓, l'impact environnemental s'améliore

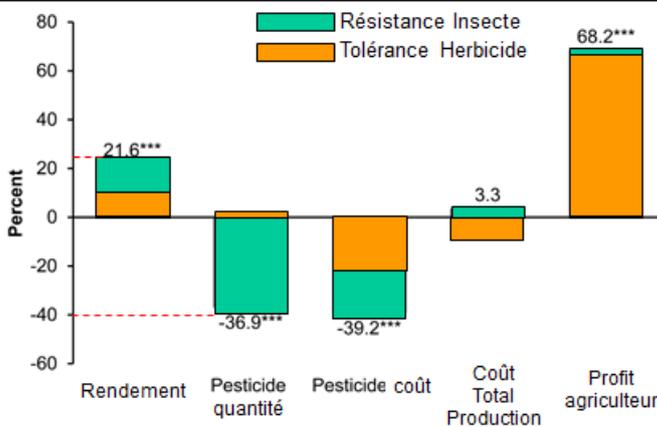


De 1997 à 2008, le maïs TH a utilisé moins d'herbicides que le conventionnel, mais l'écart diminue progressivement & s'annule à partir de 2008



**Bilan de l'impact agronomique et économique des PGM, sur 147 études internationales, toutes origines**

Klümper W., Qaim M., 2014. Maïs, Soja et Cotonnier



## Question 3

Quelle est la part de politique dans la position de la France vis-à-vis des PGM?

10

### **Incohérence des positions politiques**

1er exemple :

23 Janvier 1997 autorisation CE pour culture et importation du maïs Novartis RI

Février 1997 : Le gouvernement Juppé ne l'autorise qu'à l'importation

Risque avec la culture ! (Corinne Lepage)

Démission du Président de la CGB (Axel Khan)

Novembre 1997 : autorisation de culture donnée par le gouvernement Jospin

1998 : moratoire (pour la culture) sur le colza et la betterave étendu ensuite au maïs, consommation toujours possible

11

## Les PGM en France, une histoire politique ou politicienne

- 15 février 1995** Le ministre de l'agriculture Jean Pouch (UMP, cohabitation, gouvernement Édouard Balladur) transmet à la CEE, avec un **avis favorable**, une notification de Ciba-Geigy (Novartis) concernant la mise sur le marché de variétés de maïs transgénique (*Bt-176*, résistance à l'insecte la pyrale et tolérance aux herbicides de la famille du glufosinate-ammonium).
- 23 janvier 1997** La CEE prend une **décision favorable pour la culture et la commercialisation** (variétés de maïs de Ciba-Geigy).
- 12 février 1997** Le Premier ministre Alain Juppé **interdit la culture** du maïs de Novartis mais **autorise l'importation et la consommation** (ministre de l'Environnement Corinne Lepage).
- 13 février 1997** Axel Kahn, le Président de la CGB depuis 1987, démissionne.
- 27 novembre 1997** Le Premier ministre Lionel Jospin **autorise la culture** des variétés de maïs RI. Moratoire sur le colza et la betterave
- 5 février 1998** Le ministre de l'Agriculture et de la Pêche Louis Le Pensec **autorise par arrêté la culture de 3 variétés de maïs** développées par Novartis, et limite à trois ans la durée de l'inscription.
- 22 avril 1998** **Autorisation** de la CE de la variété de maïs développée par Monsanto MON 810 (résistant à des insectes, la pyrale et la sésamie).
- 2 août 1998** Arrêté du ministre d'Agriculture et de la Pêche Louis Le Pensec **autorisant la culture** de 2 nouvelles variétés de maïs.
- 25 septembre 1998** Le Conseil d'Etat, saisi à la suite d'une demande de Greenpeace France, Ecoropa France, les Amis de la terre, ainsi que la Confédération paysanne et des particuliers, prend la décision de **suspendre la commercialisation** des variétés de maïs de Novartis autorisés le 5 février 1998.
- 26 mai 1999** Le ministre de l'Agriculture et de la pêche Jean Glavany déclare au Parlement que le **moratoire** en place pour la betterave et le colza est étendu au maïs.

12

- 22 novembre 2000** Le Conseil d'Etat, après consultation de la Cour de justice des Communautés européennes, **revalide l'autorisation** du 5 février 1998 et porte à 10 ans l'autorisation de mise en culture
- 5 décembre 2007** Arrêté du ministre de l'Agriculture et de la Pêche Michel Barnier **suspendant la cession et l'utilisation des semences de maïs MON 810** (jusqu'au 9 février 2008, le temps qu'une mission d'évaluation des effets du MON 810 sur l'environnement et la santé publique soit réalisée par le comité de préfiguration de la haute autorité des OGM).
- 7 février 2008** Arrêté du 7 février 2008 **suspendant la mise en culture** des variétés de semences de maïs génétiquement modifié (Michel Barnier).
- 13 février 2008** Le gouvernement français envoie à la CE une mesure d'urgence (JF Le Grand).
- 29 octobre 2008** EFSA conclut que les arguments français ne justifient pas la suspension de culture des maïs MON 810.
- 15 juin 2009** EFSA réaffirme son avis favorable d'autorisation des maïs MON 810
- 20 juillet 2010** Arrêté inscrivant 38 variétés de maïs (dont MON 810) dans le catalogue officiel des espèces et variétés en France, pour la commercialisation.
- 8 septembre 2011** Arrêt de la Cour européenne de Justice qui estime illégal le moratoire français de la culture des maïs MON 810.
- 28 novembre 2011** Le Conseil d'Etat, suivant la décision de la Cour européenne de Justice, annule le moratoire français des maïs MON 810.
- 20 février 2012** Le gouvernement français de Nicolas Sarkozy (NKM) adresse un argumentaire afin d'activer une mesure d'urgence à la CE pour suspendre la culture des maïs MON 810 en France.
- 16 mars 2012** Arrêté de suspension de la culture des maïs MON 810 en France.
- 21 mai 2012** EFSA conclut pour la deuxième fois que les arguments français ne justifient pas la suspension de culture des maïs MON 810 et réaffirme son avis favorable.
- 1 août 2013** Le Conseil d'Etat annule l'arrêté d'interdiction de la culture des maïs MON 810.
- 6 février 2014** Le Gouvernement engage une procédure accélérée de loi relative à l'interdiction de la mise en culture du maïs génétiquement modifié MON 810
- 17 février 2014** Proposition de loi relative à l'interdiction de la mise en culture du maïs génétiquement modifié MON 810 rejetée par le Sénat qui vote une motion d'irrecevabilité, loi votée le 26/2/2014
- 14 mars 2014** **Arrêté interdisant la commercialisation, l'utilisation et la culture des variétés de semences de maïs MON 810.**
- 25 mars 2014** Le gouvernement français adresse à la CE un argumentaire afin d'activer une mesure d'urgence pour suspendre la culture des maïs MON 810 en France.
- 15 avril 2014** Proposition de **loi relative à l'interdiction de la mise en culture des variétés de maïs GM**, adoptée en 1<sup>re</sup> lecture, après engagement de la procédure accélérée
- 12 mai 2014** Le Conseil constitutionnel saisi par 81 sénateurs (UMP) et 66 députés (UMP) de recours dirigés contre la loi relative à l'interdiction de la mise en culture des variétés de maïs GM.
- 5 mai 2014** Texte définitif de la proposition de loi, le Sénat l'ayant adopté en 1<sup>re</sup> lecture.
- 28 mai 2014** Le Conseil constitutionnel rend une décision déclarant la loi conforme à la Constitution.
- 2 juin 2014** Loi relative à l'interdiction de la mise en culture des variétés de maïs génétiquement modifié promulguée.
- 12 juin 2014** Les ministres de l'Environnement au Conseil de l'UE adoptent le texte de l'accord politique concernant le projet de Directive qui fournit *une base juridique que les États membres peuvent invoquer pour restreindre ou interdire la culture d'OGM sur leur territoire pour des raisons autres que sanitaires ou environnementales.*
- 1er août 2014** EFSA conclut que les arguments français de la mesure d'urgence du 24 mars 2014 ne justifient pas la suspension de culture des maïs MON 810 et **réaffirme son avis favorable**.

14

## Question 4

Comment expliquer les réactions de rejet du public?

15

Les plantes transgéniques cristallisent des réactions de différentes natures :

- .  *crainte pour la santé et l'environnement* (après sang contaminé, vache folle; perte de confiance dans l'agriculture considérée « productiviste »),
- .  *peur que l'on touche au vivant et à notre alimentation,*
- .  *réaction contre un certain système économique, un type de société* (mondialisation, libéralisme, concentration industrielle...)

16

## Question 5

Comment fonctionnent les instances scientifiques chargées de donner des avis au gouvernement?

17

### **Exemple : le dysfonctionnement du Haut Conseil pour les Biotechnologies (HCB)**

La suspension de la culture du maïs Monsanto 810 en 2008, qui devait se faire sur des bases scientifiques montrant « *l'évidence d'un risque grave pour la santé et l'environnement* » (demande de la CE) a été transmise en se basant sur de soi-disant faits scientifiques montrant des « *doutes sérieux* » (pour la santé et l'environnement) alors que le comité scientifique du Comité provisoire de la Haute autorité sur les biotechnologies avait conclu à l'absence d'effet significatif (12 voix sur 15).

Il s'agit de déformation de faits scientifiques (par le sénateur JF Legrand, président du Comité de Préfiguration du HCB) pour justifier une position politique (énoncée par Sarkozy avant la réunion du CS du CPHA). Aujourd'hui même, le gouvernement ne tient pas compte de la décision de la Cour européenne de justice qui rejette (sur des bases scientifiques) les arguments avancés par le gouvernement français pour maintenir l'interdiction de la culture du maïs Monsanto 810.

Ces attitudes ont des conséquences désastreuses sur la crédibilité des chercheurs au niveau de la société. La déformation des faits scientifiques est utilisée par tout groupe qui pour des raisons variées, mais non scientifiques, ne veut pas du développement des OGM.

**L'OGM en France n'est plus un objet scientifique, il est devenu un sujet politique qui cristallise différentes réactions.**

Déformation par les médias, les associations anti, les politiques

18

## Exemple de Mélange Science et politique

### Arrêté du 14 mars 2014 interdisant la commercialisation, l'utilisation et la culture des variétés de semences de maïs génétiquement

7. Considérant, en second lieu, que des publications récentes apportent des **éléments scientifiques nouveaux** mettant en évidence des risques liés au maïs MON 810 : qu'ainsi la publication Campagne et al. (2 juillet 2013) met en évidence un **mécanisme de résistance dominante à la toxine Cry1Ab** chez l'insecte ravageur *Busseola fusca* qui a conduit à un développement rapide de cette résistance et a rendu inefficaces les stratégies de gestion appliquées ; que la publication Mezzomo et al. (16 mars 2013) démontre que **les toxines Cry1 ont un effet toxique sur les cellules**, nécessitant des clarifications afin d'évaluer le risque toxicologique pour les organismes non ciblés ; que la publication Zhou et al. (13 janvier 2014) montre que **la toxine Cry1Ab peut être transmise à des prédateurs auxiliaires tels que les araignées** et peut avoir des effets négatifs sur ces arthropodes ; que la publication Holst et al. (10 février 2013) établit que **le pollen de maïs MON 810 peut conduire à une mortalité accrue des larves d'une espèce de papillon, *Inachisio*, en France** ;

Article scientifique ou arrêté !

Arguments sans valeur scientifique voir diapos suivante. 19

### Réponse aux arguments « scientifiques » de l'arrêté du 14 mars 14

- **mécanisme de résistance dominante** : rien à voir avec le maïs et même si résistance ce serait la situation actuelle avec variétés non PGM
- **les toxines Cry1 qui aurait un effet toxique sur les cellules** : défaut de l'expérience : pas de témoin et sur-dose. De plus la toxine est utilisée depuis longtemps en AB ; il faudrait donc l'interdire aussi.
- **la toxine Cry1Ab peut être transmise aux araignées** : pb de témoins, et l'article ne montre pas d'effets négatifs (auteurs contactés)
- **le pollen de maïs Mon 810 augmenterait la mortalité des larves du papillon *Inachisio***. Article contesté par les spécialistes, repose sur de la modélisation (non une expérience) avec des paramètres irréalistes (quantité de pollen et % toxine)

Donc l'arrêté s'appuie soit sur des faits qui n'ont rien à voir avec le maïs, soit sur des articles qui ne démontrent rien... et ceci sans prendre l'avis des scientifiques (Académies des sciences, AAF, HCB..)

## Question 6

Y-a-t'il eut désinformation, quel a été le rôle des médias?

21

### Exemples « déformations » des faits (repris par les médias)

- les PGM n'ont d'intérêt que pour l'agriculture intensive : Faux
- les PGM sont brevetées : Faux
- les PGM sont stériles : Faux
- l'agriculteur ne peut pas ressemer ses graines récoltées : Faux
- les PGM font perdre en biodiversité : Faux
- déformations des articles scientifiques

papillon Monarque

le soja fou

l'affaire Pusztai (proche de l'affaire Séralini)

l'incident Starlink (maïs Bayer-CropScience)

téosinte au Mexique

« terminator »

texte de loi interdisant Mon810



22



# Question 7

Quels est l'apport des plantes transgéniques dans le pays en voie de développement?

C'est là que le bénéfice est le plus grand pour les agriculteurs

23

## Apport possible des variétés transgéniques pour les PVD

Comment nourrir 9 milliards d'hommes en 2050 ?

- augmenter la surface cultivée ?
- augmenter la production/ha en respectant l'environnement

Intérêt des variétés transgéniques (VT)

- résistance aux insectes ( Qaim et Zilberman, 2003)
- |                        |                   |            |
|------------------------|-------------------|------------|
| Sur 157 fermes en Inde | Variété locale    | 802 kg/ha  |
|                        | Variété améliorée | 833 kg/ha  |
|                        | Variété Bt        | 1501 kg/ha |
- adaptation à la sécheresse et au sel
  - valeur alimentaire : ex riz doré

**Le problème :** l'accès aux semences des VT (agriculteurs insolubles)

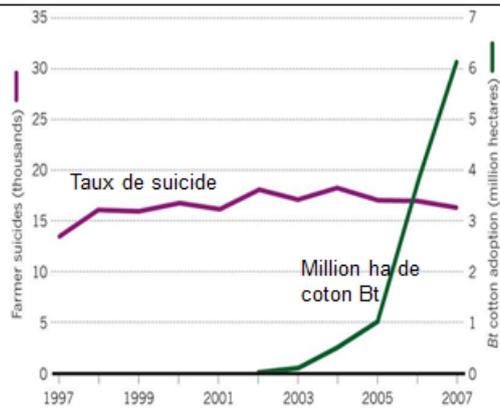
une solution doit être trouvée : coopération internationale, rôle des recherches publiques... / Politique de développement (éviter les erreurs en Inde, crédits modiques aux agriculteurs)

## Question 8

Les PGM ne mettent-elles en difficulté financière les agriculteurs, les poussant jusqu'au suicide?  
C'est un bel exemple de désinformation

25

Contrairement au mythe populaire, l'introduction en 2002 de coton génétiquement modifié *Bt* n'a eu aucun effet sur le taux de suicide des fermiers indiens



26

## Question 9

Quel risque est induit par la concentration des sociétés productrices pour la diversité des approvisionnements en semences ?

Oui c'est un risque réel. Il est provoqué par le coût énorme de la mise sur le marché des PGM en raison de la lourdeur des réglementations

27

Concentration croissante de l'industrie des semences, notamment des 5 firmes leaders du marché favorisée par le coût énorme des mises sur le marché des PGM

