

# **Les aspects écologiques et biologiques des répercussions du maïs transgénique, notamment sur l'agrobiodiversité**

Préparé par M<sup>me</sup> Elena R. Alvarez-Buylla, *Laboratorio de Genética Molecular, Desarrollo y Evolución de Plantas, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México*  
(UNAM, Université nationale autonome du Mexique)

Pour le Secrétariat de la  
Commission de coopération environnementale de l'Amérique du Nord

**Dans le cadre de l'étude menée en vertu de l'article 13 de l'ANACDE sur le maïs et la biodiversité : les effets du maïs transgénique au Mexique**

*Les opinions exprimées dans le présent document sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement les vues du Secrétariat de la Commission de coopération environnementale, des gouvernements du Canada, du Mexique et des États-Unis ou du Groupe consultatif de la CCE sur le maïs et la biodiversité : les effets du maïs transgénique au Mexique.*

## Résumé

### **L'état des connaissances : les questions qui font l'objet d'un consensus**

#### **Le Mexique comme centre d'origine de la diversité du maïs : l'état actuel de la biodiversité des races locales et des téosintes sauvages**

Le maïs est une graminée annuelle (*Zea mays* ssp. *mays* L.); c'est la céréale dont le niveau de production est le plus élevé du monde. Au Mexique, il s'agit du cultivar le plus important sous l'angle de la superficie cultivée (plus de 7 millions d'hectares en 2001, y compris un million d'hectares de maïs hybride) et le deuxième en importance sous l'angle de la production brute (18,6 millions de tonnes en 2001). Le Mexique est le centre d'origine et de diversité des races de maïs : 60 races, de même qu'un grand nombre de sous-races et de variétés locales, y ont été distinguées jusqu'à présent. On trouve également dans ce pays diverses espèces sauvages apparentées au maïs, les téosintes, au nombre desquels figurent l'ancêtre présumé du maïs ainsi que le téosinte vivace. Plusieurs de ces téosintes et races de maïs sont menacés par les récents changements apportés aux modes d'utilisation des terres et par la dégradation générale de l'environnement. Il est capital de préserver ces espèces, indépendamment des répercussions que pourraient avoir sur elles les variétés transgéniques.

#### **Les incidences environnementales imputables à la diffusion des variétés transgéniques de maïs**

Du point de vue écologique, les risques qui retiennent le plus l'attention au chapitre de la diffusion de variétés transgéniques dans l'environnement sont ceux qui découlent de l'introduction involontaire de transgènes dans les populations d'espèces sauvages et cultivées. Dans le présent exposé, nous faisons la synthèse des données disponibles sur deux grands aspects de cette question en ce qui concerne le maïs au Mexique : 1) la possibilité d'une introgression involontaire, c'est-à-dire l'introduction et la persistance non désirées de transgènes provenant de variétés modifiées dans des populations d'espèces sauvages ou cultivées de maïs au Mexique; 2) les conséquences biologiques de cette introgression.

#### **Le flux génétique**

Au Mexique, un flux génétique entre le maïs et le téosinte (*Z. m.* ssp. *mexicana*) s'effectue à un rythme lent au sein d'une même génération lorsque les plantes poussent à proximité les unes des autres, mais des allèles des variétés cultivées se sont introgressés dans les téosintes au fil des générations. Des caractères génétiques de variétés commerciales améliorées de maïs se sont également introduits dans les variétés locales même lorsque les champs cultivés étaient situés à plusieurs centaines de kilomètres de distance. Par conséquent, si des variétés transgéniques sont plantées à proximité d'espèces locales, sauvages ou cultivées, on peut s'attendre à ce qu'il y ait un flux génétique et une introgression de transgènes. De plus, les plantes de téosinte et de maïs qui portent des transgènes nouvellement introgressés peuvent faire office de relais naturels pour l'introgession dans d'autres variétés. Par ailleurs, en raison de l'échange de semences entre les paysans mexicains, la superficie touchée par le flux génétique et l'introgession pourrait être plus vaste que ce à quoi on s'attendrait si le pollen était la seule source de

transgènes atteignant les populations indigènes.

## Les conséquences du flux génétique

### *La persistance des transgènes après le flux génétique*

Lorsqu'un flux génétique s'est produit, la persistance du transgène dépend des effets de son expression sur la valeur adaptative des hybrides ainsi formés. Si ces effets sont neutres, le transgène se maintiendra dans la population à une fréquence qui correspondra à celle du flux génétique. Si le transgène accroît la valeur adaptative, il se propagera jusqu'à ce qu'il se fixe dans l'ensemble de la population, mais s'il réduit la valeur adaptative, sa fréquence diminuera jusqu'à ce qu'il disparaisse de la population. Nous faisons la synthèse de l'information sur les effets prévus de l'introggression, dans les variétés sauvages et/ou indigènes de maïs du Mexique, des transgènes reliés à cette céréale qui sont issus de développements biotechnologiques déréglementés aux États-Unis.

### *L'évolution des plantes nuisibles : la résistance aux herbicides et aux ravageurs*

En ce qui concerne le maïs, l'introduction d'une résistance aux herbicides ou aux ravageurs peut poser des problèmes si des variétés modifiées sont cultivées dans une zone où le téosinte est une plante nuisible, dans l'une ou l'autre des circonstances suivantes : si l'on se sert de l'herbicide auquel le transgène est résistant pour lutter contre le téosinte, ou si la propagation de celui-ci est naturellement limitée par les ravageurs sur lesquels l'expression du transgène a une incidence. Dans les deux cas, il deviendrait difficile de lutter contre les téosintes nuisibles. On ne s'attendrait dans aucun des deux cas à ce que des variétés nuisibles évoluent à partir des variétés de maïs introgressées.

### *La stérilité mâle*

On ne s'attend pas à ce que les gènes qui causent la stérilité pollinique (stérilité mâle) du maïs persistent dans les populations ou aient des effets néfastes sur les populations de maïs locales, sauvages ou cultivées, du Mexique.

### *L'érosion génétique*

Dans les espèces à pollinisation libre telles que le maïs, la recombinaison génétique garantirait que les effets néfastes sur la variation génétique occasionnés par l'introggression de transgènes se limiteraient à des portions très restreintes du génome.

### *L'évolution d'insectes résistants et de nouveaux ravageurs*

Il est clair que de nouveaux insectes ravageurs difficiles à maîtriser peuvent apparaître si un flux de gènes de B.t. (*Bacillus thuringiensis*), qui confèrent une résistance aux lépidoptères ravageurs, s'établit dans des populations ne faisant pas l'objet d'une réglementation.

### *Les effets imprévus*

Des effets imprévus pourraient être causés par les répercussions des transgènes sur des espèces non ciblées par les développements biotechnologiques, de même que par les effets pléiotropiques des transgènes dans les plantes transformées. On trouve un exemple du premier type d'effets imprévus dans les incidences possibles du B.t. sur les larves du monarque au Mexique. C'est le cas qui a fait l'objet des études les plus approfondies. Les données les plus récentes indiquent que les effets prévus dans des conditions réelles sont

très légers, en raison du faible niveau d'expression du B.t. dans le pollen dont se nourrissent les larves de monarque. Dans la deuxième catégorie, les effets pléiotropiques de l'expression du B.t. ont été documentés dans des conditions expérimentales. Dans un cas comme dans l'autre, il importe d'entreprendre des activités à long terme de surveillance de l'environnement afin de déceler les effets inattendus de tout transgène déréglementé.

### **L'état des connaissances : les questions qui font l'objet d'un débat**

#### **Le Mexique comme centre d'origine de la diversité du maïs : l'état actuel de la biodiversité des races locales et des téosintes sauvages**

On ne s'entend pas sur le nombre de races locales de maïs au Mexique ni sur les rapports généalogiques entre ces races. Il importe de résoudre cette question afin de pouvoir analyser les incidences possibles des variétés transgéniques.

#### **Les incidences environnementales imputables à la diffusion des variétés transgéniques de maïs**

##### **Le flux génétique**

On a mis l'accent jusqu'à présent sur le flux génétique entre les variétés transgéniques et les espèces sauvages apparentées. Or, le flux génétique entre un cultivar transgénique et un cultivar non modifié a tout autant d'importance. Depuis la publication de l'article de Quist et Chapela (2001) dans la revue *Nature*, la possibilité que des transgènes se soient d'ores et déjà introgressés dans les variétés locales de maïs de l'État d'Oaxaca donne lieu à un vigoureux débat. Des données récentes recueillies par deux laboratoires mexicains dont les services ont été retenus par la *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad* (Conabio, Commission nationale sur la connaissance et l'utilisation de la biodiversité) et l'*Instituto Nacional de Ecología* (INE, Institut national d'écologie) indiquent que des transgènes sont présents dans le génome de races locales de maïs échantillonnées dans les États d'Oaxaca et de Puebla. On procède actuellement à de nouvelles analyses afin de confirmer ces résultats préliminaires.

##### **Les conséquences du flux génétique**

Ces conséquences sont controversées; il faut recueillir davantage de données et mettre au point de nouveaux modèles en vue d'analyser les effets imprévus à long terme des transgènes, après leur introgression dans des populations sauvages ou cultivées qui n'étaient pas destinées à être génétiquement modifiées.

#### **Les domaines où des questions non résolues ou controversées subsistent : les thèmes à l'égard desquels on doit en priorité recueillir davantage d'information et approfondir les recherches afin de mieux comprendre les menaces à la biodiversité**

Il est hautement prioritaire que l'on règle définitivement la question de savoir s'il y a eu ou non un flux génétique et une introgression de transgènes dans les variétés locales du Mexique. Puisque ce flux et cette introgression dans des variétés locales destinées à l'alimentation animale ou humaine sont manifestement possibles, bien qu'ils ne soient peut-être pas encore devenus une réalité, il est particulièrement préoccupant que l'introgression puisse avoir pour origine des lignées transgéniques qui expriment des substances biochimiques industrielles ou pharmaceutiques. Ces lignées sont issues de

nouveaux développements biotechnologiques relatifs au maïs qui font actuellement l'objet d'essais en champ aux États-Unis. Le flux génétique en provenance de ces variétés transgéniques aurait assurément des conséquences sur la sécurité alimentaire; il est hautement prioritaire que l'on évalue cette possibilité et, si besoin est, que l'on prenne des mesures de confinement ou que l'on mette un frein aux développements de ce type. Parmi les autres domaines où il importe de stimuler la recherche, en raison de leurs répercussions possibles, on compte les suivants : le transfert génétique latéral, ainsi que ses incidences sur la résistance aux antibiotiques et sur l'évolution de nouveaux agents pathogènes; l'accumulation d'ADN indépendant dans l'environnement en tant qu'agent potentiellement biotoxique; enfin, l'instabilité génomique possible des transgènes.