

Objectif : l'action de l'Homme sur le génome des plantes cultivées et sur la biodiversité - les grands enjeux de la société

Observation : l'utilisation des plantes par l'Homme est une très longue histoire, qui va des pratiques empiriques les plus anciennes à la mise en oeuvre des technologies les plus modernes.

Ce que l'on recherche à comprendre : comment le génie génétique peut-il améliorer (?) modifier les plantes ?

Matériel : livre p. 254.

Capacités et attitudes	Activités	Compétences
Extraire des informations Réaliser un schéma	<p>1 - La transgénèse À partir du film (de 0 à 3 min), du document 1 p. 255 du livre, et des liens OGM fabrication et Technique, expliquer par un schéma les étapes de la transgénèse.</p>	<p>Comparer une plante cultivée et son ancêtre naturel supposé.</p> <p>Recenser, extraire et exploiter des informations afin de comprendre les caractéristiques de la modification génétique d'une plante.</p>
Extraire des informations Réaliser un tableau	<p>2 - Des exemples d'OGM Présenter un exemple d'OGM : recherchez l'espèce qui a donné le gène d'intérêt, l'espèce receveuse et le caractère nouvellement acquis à partir des liens OGM exemples ou exemples et les pages 2 et 3 de ce dossier documentaire. Mise en commun orale en utilisant le vocabulaire de la première activité. Réaliser un tableau récapitulatif.</p>	
Extraire des informations	<p>3 - Les OGM dans le monde About GM crops, what are the different positions of the countries ? Répondre à partir des liens OGM en chiffres et OGM autorisés.</p>	
Manifester de l'intérêt pour la vie publique et les grands enjeux de la société.	<p>Bilan Le maïs transgénique avantages - risques. Identifier les avantages et les risques de la culture de maïs transgénique Voir compléments page 4 de ce dossier documentaire et la fin du film.</p>	

2 - Des exemples d'OGM

Les techniques du génie génétique sont actuellement utilisées dans le but de produire de nouvelles variétés de plantes cultivées.

Diverses variétés de riz transgénique sont en cours d'essais :

- riz résistant à la larve de *Scirpophaga incertulas*, qui détruit par an une quantité de riz correspondant à l'alimentation de 100 à 125 millions de personnes ;
- riz résistant aux champignons parasites, qui éliminent aussi l'équivalent de la nourriture de 100 à 200 millions de personnes ;
- riz enrichi en bêta-carotène précurseur de la vitamine E en carence pour certaines populations.

Les tomates

Le légume en première position pour sa production mondiale est la tomate. Sa maturation dépend de la production, dans le fruit, d'éthylène qui déclenche diverses réactions biochimiques, aboutissant notamment au ramollissement du fruit (intervention d'une enzyme, la polygalacturonase). Aussi, pour supporter le transport, les tomates doivent être récoltées vertes, ce qui empêche le développement des arômes qui contribuent au goût.

Une tomate transgénique est apparue sur le marché en 1994 aux États-Unis. Elle ne produit plus l'enzyme responsable du ramollissement, et peut ainsi être cueillie mûre. Elle peut être récoltée à un stade de maturation plus avancé et donc offrir plus de goût au consommateur.

La pomme de terre

Elle occupe la quatrième place des cultures dans le monde, après le blé, le riz et le maïs. Sa production de protéines, par unité de temps et de surface, est supérieure aux autres plantes cultivées.

La recherche continue pour la mise au point d'une variété transgénique résistante au mildiou, maladie due à un champignon, *Phytophthora infestans*.

Deux variétés de pommes de terre transgéniques sont commercialisées, l'une résistante à la larve de doryphore, l'autre à un virus.

Les agrumes

Ils sont très sensibles au gel. L'objectif est donc de mettre au point des variétés d'agrumes transgéniques résistantes au gel. Les premiers essais d'expérimentation du processus ont été réalisés sur le tabac, plante modèle. On a obtenu des plants de tabac transgéniques dont les cellules sont protégées contre la formation de cristaux de glace. Pour cela le gène transféré a été isolé chez une variété de poisson (flet) qui produit une protéine permettant d'abaisser le seuil de température à partir duquel se forment des cristaux de glace.

3 - Les OGM dans le monde

Quels sont les OGM autorisés dans l'Union européenne ? Par [Inf'OGM](#)

Les autorisations européennes sont délivrées pour un usage précis. Il peut s'agir d'autorisation relative à la mise en culture, à l'alimentation humaine, à l'alimentation animale, à l'importation ou à la transformation. Certaines autorisations concernent les cinq usages.

Au 19 janvier 2012, sont donc autorisées :

3.1. À la culture :

Maïs Mon810

Maïs T25

Pomme de terre Amflora

3.2. À l'importation, la transformation, l'alimentation humaine et/ou l'alimentation animale :

Maïs Bt11

Maïs Bt11*Ga21

Maïs Bt11*Mir604

Maïs Bt11*Mir604*Ga21

Maïs 59122

Maïs 89034*88017

Maïs Ga21

Maïs Mir604

Maïs NK603

Maïs NK603 * 59122

Maïs TC1507

Maïs 89034

Maïs 1507 * 59122

Maïs 1507 * NK603

Maïs 59122*NK603*1507

Maïs 89034*NK603

Maïs NK603*MON810

Maïs Mir604*Ga2

Maïs Mon810

Maïs Mon863

Maïs Mon88017

Maïs Mon810 * Mon88017

Maïs Mon863 * Mon810

Maïs Mon863 * Mon810 * NK603

Maïs Mon863 * NK603

NK603 : Tolérance à un herbicide à base de glyphosate (comme le Roundup)

59122 : Résistance au ver des racines de maïs (Coleopteran, Diabrotica sp.) + tolérance aux herbicides à base de glufosinate d'ammonium.

88017 : Tolérance Herbicide Glyphosate + résistance au ver des racines de maïs (Coleoptera, Diabrotica sp.)

Mir604 : Résistance au ver occidental des racines du maïs (Diabrotica)

GA21 : Tolérance à un herbicide (glyphosate) TC1507 : Résistance aux insectes European corn borer (Ostrinia nubilalis) + Tolérance aux herbicides phosphinothricine (PPT) et particulièrement le glufosinate d'ammonium

Mon863 : Résistance insectes (corn root worm, Coleopteran, Diabrotica sp.)

Pomme de terre EH92-527-1 (Amflora)

Colza Ms8*Rf3, Ms8, Rf3 Colza T45

Soja A2704-12 Soja TS 40-3-2 Soja Mon89788

Betterave H7-

Coton GHB614 Coton LL25 Coton 281-24-236*3006-210-23

Compléments

Le maïs transgénique résistant à la pyrale favorise-t-il l'apparition de résistances chez les insectes ?

(Guy Riba, Josette Chaufaux, INRA : <http://www7.inra.fr/internet/Directions/DIC/ACTUALITES/DOSSIERS/OGM/riba.htm>)

Des variétés de maïs ont été transformées par des firmes privées pour produire dans leurs tissus la toxine Cry1Ab de *Bacillus thuringiensis* (Bt), active contre la pyrale du maïs.

1) Cette stratégie de lutte offre plusieurs avantages :

- la toxine Cry1Ab n'est active que sur les insectes, aucune toxicité n'a été mise en évidence, ni pour les animaux domestiques ni pour l'homme.
- la toxine est produite principalement dans les parties vertes de la plante, qui ne sont jamais consommées par l'homme ;
- les premiers essais ont montré une remarquable efficacité de ces maïs (voir tableau ci-dessous) ;

Date d'infestation par la Pyrale	Maïs Bt Pourcentage de mortalité larvaire	Insecticide chimique : Chlorpyriphos-éthyl
24 juin	100 %	72 %
8 juillet	100 %	98 %
22 juillet		73 %
6 août	100 %	
20 août	93 %	

Comparaison de l'efficacité de différents traitements contre la pyrale de maïs : d'après Labare et al 1992

- les larves vivent à l'intérieur de la plante, dès leur éclosion, elles sont éliminées avant d'avoir pu provoquer des dégâts,
- la toxine insecticide produite dans la plante est protégée des conditions climatiques, pluie ou rayonnements ultraviolets.

En 1995 la culture du maïs transgénique a été autorisée aux États-Unis, en 1996 au Canada et en novembre 1997 en France. En 1997 elle a représenté 10 % des surfaces cultivées en maïs aux États-Unis.

2) Certaines questions se sont posées avant la mise sur le marché :

- quelles sont les conditions de limites d'efficacité de ces variétés ?
- existe-t-il des risques de contournement par la sélection d'insectes résistants ?
- y a-t-il des effets non intentionnels ?

* Les limites d'efficacité

La toxine insecticide produite par la plante bloque l'appareil digestif des larves de pyrale ou de sésamie (présente dans le Sud de la France). Dans les zones méridionales, une deuxième génération de chenille de pyrale et de sésamie apparaît la même année. Il faut donc estimer l'efficacité de l'insecticide produit par la plante lors des infestations tardives (voir tableau).

* Les risques de contournement

L'apparition de pyrales résistantes à la toxine de Bt, dans ce cas les chenilles ne seraient plus détruites, les agriculteurs devraient revenir à l'utilisation d'insecticides chimiques.

Pas de risque majeur pour les autres cultures, l'infestation des haricots ou des framboisiers par la pyrale est moins massive, elle est contrôlable par plusieurs molécules chimiques.

Les risques de sélection de populations de pyrale résistantes à Bt sont en principe plus élevés que dans le cas des insecticides chimiques, car tous les insectes qui ont consommé du maïs transgénique ont été en contact avec la toxine.

La probabilité et la vitesse de sélection d'insectes résistants dépendent :

- du nombre de générations ;
- de la concentration de la toxine dans la plante ;
- de la fréquence initiale et de la "force" des éventuels gènes de résistance dans les différentes populations de pyrale ;
- de la fréquence des accouplements des survivants d'un champ transgénique avec les papillons issus des champs voisins non transgéniques ;
- du coût biologique d'acquisition de la résistance (femelles moins fécondes, développement plus lent...).

* Les effets non intentionnels

On ne connaît pas d'effets non intentionnels néfastes prévisibles sur les prédateurs naturels de la pyrale. Au contraire, on peut penser que l'utilisation de maïs Bt permettra le développement d'auxiliaires (= prédateurs) jusque-là tués par les traitements chimiques.

3) Recherche de résistance chez les insectes

L'objectif général des travaux effectués à l'INRA :

- est d'identifier s'il existe dans les populations naturelles de pyrale des gènes susceptibles d'induire une résistance à la toxine présente dans le maïs transgénique.

Il s'agit d'établir la courbe de toxicité de la toxine de *Bacillus thuringiensis* pour les différentes populations sauvages de pyrale, la perte de la toxicité est indicateur de l'évolution de la résistance à Bt. L'établissement d'une telle courbe dans une région donnée est indispensable avant l'installation de plantes transgéniques.

- de caractériser les éventuels gènes de résistances afin de mettre au point des méthodes de détection simples avant qu'ils atteignent des fréquences permettant leur détection par des tests toxicologiques classiques.

Une sélection, commencée en 1993 et poursuivie en conditions expérimentales pendant 26 générations, n'a pas permis l'obtention d'une lignée de pyrale résistante à la toxine de Bt. À chaque génération, mille chenilles ont été traitées dans le but de trouver une résistance.

- d'étudier leur hérédité et leur maintien dans les populations dans différentes conditions expérimentales et ainsi d'évaluer les risques de dispersion géographique de gènes de résistance, s'ils apparaissent.

Ces différents travaux donneront des éléments de biovigilance. Ils contribueront au suivi des conséquences sur l'environnement de la culture du maïs Bt. Les "marqueurs" génétiques révélés par ces études pourront de plus servir aux investigations visant à identifier les relations entre les gènes de résistance et ainsi aider à la caractérisation de marqueurs génétiques de la résistance.