

TP. 1 / F.2 - La plante domestiquée. Exemple du maïs

Enjeux planétaires contemporains - Chapitre 2 - La plante domestiquée – F.2

➤ Déclencheur

Un maïs OGM de Monsanto soupçonné de toxicité (le Monde 19 septembre 2012).

http://www.lemonde.fr/planete/article/2012/09/19/un-ogm-de-monsanto-soupconne-de-toxicite_1762236_3244.html

Suite à cette actualité nous rechercherons comment l'homme a domestiqué le maïs sauvage pour obtenir un maïs domestiqué plus productif, capable de lutter contre un insecte parasite mais incapable de se reproduire naturellement.

➤ Le maïs transgénique avantages et risques

Les maïs Bt sont des variétés de maïs qui ont été modifiées génétiquement par l'ajout du gène leur conférant une résistance aux principaux insectes nuisibles du maïs, entre autre une pyrale : la pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis*. Le terme Bt fait référence au *Bacillus thuringiensis* dont on a extrait le gène codant la toxine Cry1Ab. En 2003, la surface de maïs transgénique Bt plus tolérante à un herbicide, occupe 12,3 millions d'hectares, correspondant à 18 % de la surface d'OGM totale cultivés dans le monde (source ISAAA, données 2003).

Consignes

- À l'aide des documents 1 et 2, nommez sur le schéma (document 3) chaque étape de la construction du Maïs transgénique résistant à la pyrale.
- Identifiez les avantages et les risques de la culture de Maïs transgénique énoncés dans le film proposé (document 2) puis discutez-les à l'aide des informations fournies par le document 4.

Document 1

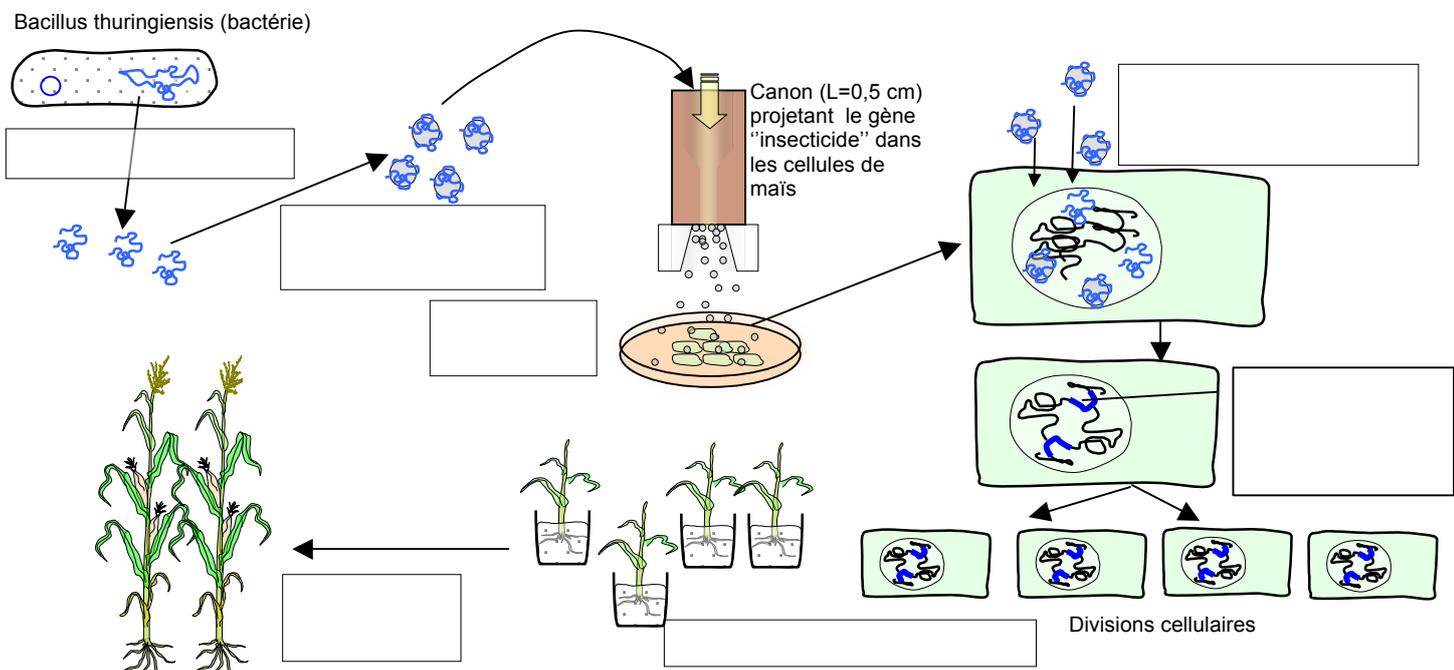
Les étapes de la transgénèse :

1. Repérer un caractère intéressant dans un organisme vivant et identifier la protéine.
2. Identifier et isoler le gène d'intérêt.
3. Réaliser et amplifier une construction génique
4. Transférer de l'ADN = Introduction d'un ADN étranger dans une cellule embryonnaire de Maïs.
5. Contrôler l'efficacité du transfert chez l'hôte.
6. Sélectionner des cellules exprimant le gène ajouté par tri.

Document 2

Vidéo Universcience - Maïs génétiquement modifié - <http://www.universcience.tv/media/805/mgm---mais-genetiquement-modifie.html>

Document 3 - Schéma des étapes de la construction d'un maïs transgénique résistant à la pyrale



Document 4 - Le maïs transgénique résistant à la pyrale favorise-t-il l'apparition de résistances chez les insectes ?

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 Chlorpyrifos-éthyl
24 juin	100%	98%
8 juillet	100%	72%
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 ?**

La toxine insecticide produite par la plante bloque l'appareil digestif des larves de pyrale ou de sésamie (autre papillon ravageur du maïs), cette dernière est présente essentiellement 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 le tableau).

- **Existe-t-il des risques de contournement par la sélection d'insectes résistants ?**

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...).

- **Y a-t-il des 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. Peu à peu ils contribueront mieux à la régulation des populations de ravageurs.

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.

Extrait d'un article de Guy Riba (INRA Paris) et Josette Chaufaux (INRA Versailles)