

Thème sélection génétique des plantes – hybridation et génie génétique

Exemple d'activité : recenser, extraire et exploiter des informations afin de comprendre les caractéristiques et les limites de la modification génétique permettant d'obtenir du maïs Bt.

La pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis*, est un papillon redouté des agriculteurs : ses larves se développent dans les plants de maïs, faisant chuter les rendements quand l'infestation est massive. Pour contrer ce ravageur, un maïs Bt résistant aux attaques de la pyrale a été mis sur le marché en 1996.

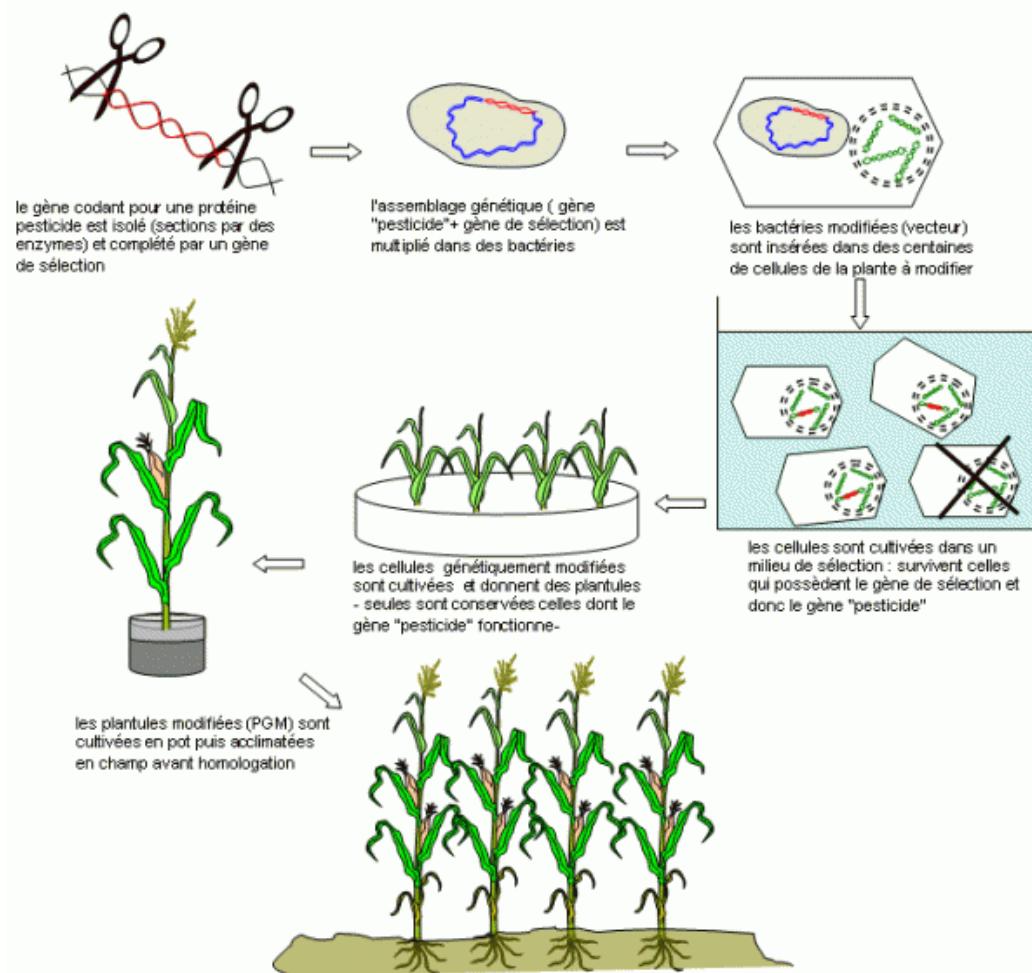
Un laboratoire désire produire du maïs Bt par génie génétique afin de le commercialiser auprès des semenciers.

Etant donné le coût de cet investissement, le directeur du laboratoire désire savoir si ce projet peut présenter un intérêt à long terme.

A l'aide des informations extraites des documents de ce dossier et de vos connaissances, expliquez la technique mise en œuvre afin d'obtenir ce Maïs et discutez de l'intérêt de ce projet à long terme.

Document 1 : Une technique d'obtention du maïs Bt

fabrique d'une plante transgénique (plante génétiquement modifiée -PGM-)



Remarque : le gène de sélection considéré est un gène codant pour une substance permettant la résistance à un herbicide

Document 2 : une bactérie produit une substance toxique pour les larves de pyrale Belin SVT spécialité 2002

« La bactérie parasite des insectes *Bacillus thuringiensis* a été le premier microorganisme homologué commercialement comme biopesticide, au début des années 1960 aux États-Unis. [...]. *B. thuringiensis* (Bt) [synthétise] des cristaux protéiques [...]. L'action de Bt est liée à la présence de toxines (dont la protéine CRY) dans ces cristaux. Celles-ci y demeurent sous forme inactive. Mais une fois ingérées par l'insecte, elles sont dégradées par les protéases digestives et transformées en toxines actives, qui se fixent sur des récepteurs spécifiques situés sur les cellules de l'épithélium intestinal. L'intoxication se manifeste très rapidement par d'importantes lésions au niveau de l'intestin et par une paralysie du tube digestif, entraînant un arrêt immédiat de l'alimentation. La mort de l'insecte intervient 24 à 48 heures après l'ingestion des cristaux. »

C. Silvy et G. Riba,
« Les biopesticides : une grande famille »,
Biofutur, janvier 2001, pp. 22-28.

Document 3 : action de la pyrale et efficacité du maïs Bt

Les plants ont montré une très bonne résistance des maïs "Bt" à la pyrale, ce qui, dans les cultures, évite le recours à la lutte chimique



Doc 3 a : A gauche maïs classique, à droite maïs Bt résistant à la pyrale après infection. (site gnis .fr)



Doc 3 b : les ravages de la larve de pyrale dans une tige de mais (belin svt spécialité 2002)

Doc 3 c: efficacité de l'utilisation du maïs Bt (*site gnis.fr*)

Les chenilles consomment les feuilles contenant la toxine dès leur éclosion, elles sont ainsi éliminées très rapidement, avant d'avoir causé des dégâts. La vitesse d'action est donc supérieure à celle de tous les autres procédés : la mortalité totale des larves intervient en 2 à 3 jours dans la plupart des cas. Il n'y a pas de phase larvaire invulnérable comme dans le cas des traitements chimiques.

Mortalité de la pyrale (en %), en fonction de la date d'infestation		
Date d'infestation	Maïs Bt	Maïs classique avec traitement insecticide
24 juin	100 %	72 %
8 juillet	100 %	98 %
22 juillet	100 %	73 %
6 août	100 %	-
20 août	93 %	-

L'efficacité varie en fonction soit de la date d'infestation des maïs, soit du lieu de l'expression du gène, dans toute la plante ou seulement dans les feuilles et les tiges.

Document 4 : surcoût du à l'achat de semence maïs Bt (*données site gnis.fr*)

Le surcoût sur les semences correspond à 18 à 22 euros (soit 10 à 13 % supplémentaires) par ha selon la densité des semis.

Document 5 les risques liés à l'utilisation du maïs Bt

Doc 5a : des propos rassurants (*site gnis.fr*)

En ce qui concerne le maïs transgénique, le risque de dissémination du gène Bt n'est pas à craindre en Europe, car le maïs ne possède pas d'espèces sauvages proches avec lesquelles il pourrait se croiser. De plus le maïs ne repousse pas naturellement car ses grains et les jeunes pousses sont détruits par le gel. Enfin la bactérie à l'origine du gène est présente dans le sol, donc le gène s'y trouve déjà.

Doc 5b : Un papillon en danger *Belin SVT spécialité*



2 Un papillon monarque, grand papillon migrateur d'Amérique du Nord.

► Quelques données. Une récente étude américaine, publiée dans un grand journal scientifique, montrait que le pollen des maïs transgéniques Bt était toxique pour le papillon monarque : la mortalité de papillons d'élevage nourris avec des végétaux aux feuilles saupoudrées de pollen de maïs Bt augmentait. La polémique engagée par ces travaux a rebondi lorsque d'autres chercheurs ont montré que les doses de pollen Bt administrées lors des expériences précédentes n'étaient jamais atteintes dans la nature, même au centre du champ de maïs OGM. En outre, le pollen utilisé était celui d'une variété d'OGM ancienne, qui produisait des taux de toxines élevés et dont la culture n'est plus autorisée. L'impact des pollens Bt serait donc négligeable dans la nature, tout au moins pour le papillon monarque. Le maïs Bt est-il un faux problème ? D'autres recherches tentent à prouver l'existence de «fuites» de transgéniques et de leurs produits dans l'environnement d'un champ d'OGM. Connaître leur impact réel reste une question d'actualité.

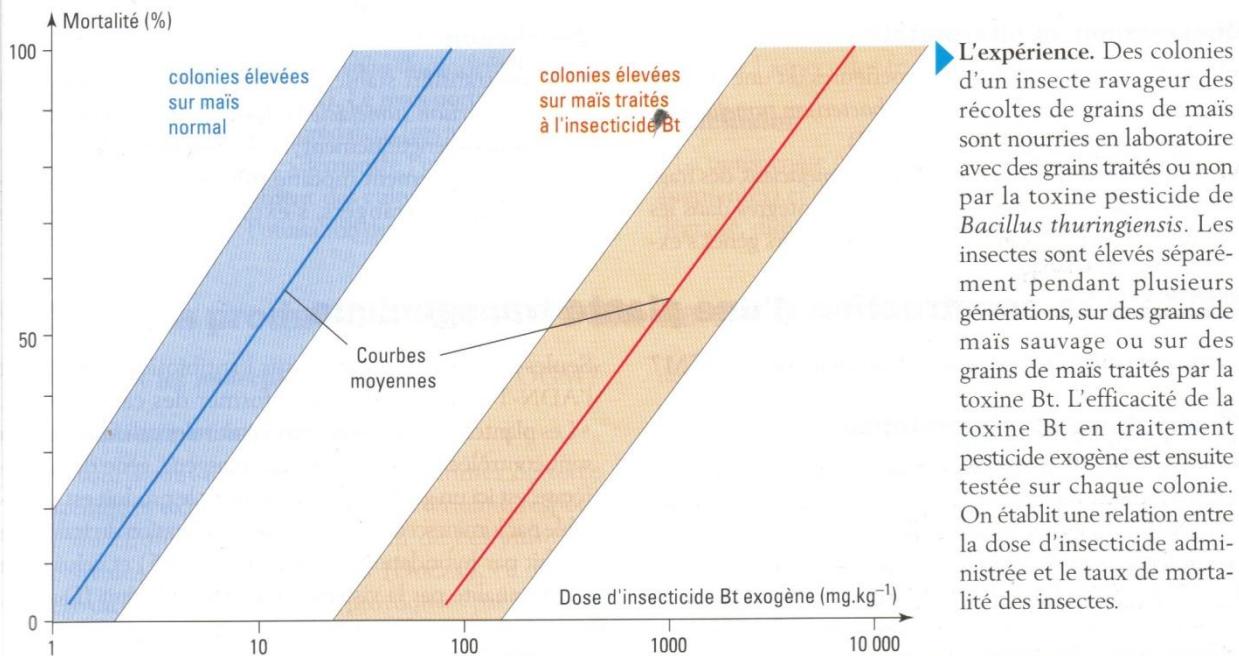
Doc 5c les risques de propagation

Risques d'hybridations sauvages/cultivés	exemple
nuls	Mais (Europe)
faibles	Tournesol (Europe) Laitue , carotte
importants	Tournesol (USA) Bettrave (Europe)

http://gepv.univ-lille1.fr/downloads/enseignements/L3-S6/L3-S6-Biodiv2-Amsellem-TD_OGM.pdf

Doc 5d Apparition de larves résistantes à la toxine *Bt* *SVT spécialité 2002*

- La résistance des insectes ravageurs aux pesticides chimiques est un phénomène connu depuis longtemps. Les mécanismes de cette résistance proviennent de **mutations** des gènes impliqués dans la sensibilité aux insecticides, tels que ceux codant des enzymes de détoxication. La forme mutée du gène est appelée allèle de résistance.



Critères d'évaluation de l'activité maïs Bt

Démarche adaptée (problématique respectée ; argumentaire correctement rédigé)		Démarche peu adaptée (problématique non prise en compte ou rédaction inadéquate)	Aucune démarche		
Les éléments scientifiques (issus des documents et/ou des connaissances) sont complets, pertinents, utilisés à bon escient Présence d'une conclusion	Des éléments scientifiques incomplets (documents incomplètement utilisés ou manque de connaissances) Ou Manque de conclusion	des éléments scientifiques (issus des documents et/ou des connaissances) complets et bien choisis	Des éléments scientifiques (issus des documents et/ou des connaissances) corrects MAIS incomplets ou mal choisis	Des éléments scientifiques incorrects (issus des documents et/ou des connaissances)	
5	4	3	2	1	0

Eléments d'évaluation :

Critères	Indicateurs (éléments de correction spécifiques à chaque sujet)
Une problématique clairement énoncée et respectée	<p>L'élève a compris que l'objectif était de :</p> <ul style="list-style-type: none"> Expliquer la technique d'obtention du maïs Bt Indiquer les avantages de son utilisation Les confronter aux inconvénients à plus ou moins long terme
Des éléments scientifiques complets, pertinents, utilisés à bon escient en accord avec le sujet...	<p>Informations pertinentes extraites des documents / déductions :</p> <p>DOC 1 Le maïs Bt est obtenu par génie génétique : transfert d'un gène codant pour une protéine pesticide appartenant à une bactérie dans le génome d'une autre bactérie avec association à un gène de sélection. Insertion de ce génome recombiné dans le génome des cellules de maïs. Sélection des cellules portant le gène de sélection et donc aussi le gène d'intérêt et mise en culture des cellules résistantes</p> <p>DOC 2 Le gène codant pour la protéine toxique (protéine CRY) tue les pyrales et est présent dans B Thuringiensis La toxine n'est active qu'une fois digérée par la larve La mort est rapide (48h)</p> <p>MISE EN RELATION : organisme donneur est B Thur</p> <p>DOC 3 La pyrale provoque de gros dégâts dans les tiges de maïs réduisant ainsi la production : coût financier La toxine produite par le maïs Bt détruit les larves avant qu'elles puissent se nourrir et de plus le maïs Bt détruit même les larves résistantes aux insecticides habituels et peu importe le moment de l'infestation (maïs Bt 100% de destruction alors que insecticides max 98% mais varie en fonction période) donc fort intérêt maïs Bt face aux insecticides chimiques</p>

DOC 4 L'utilisation du maïs Bt implique un surcoût de 10 à 13%

DOC 5 A ET C Selon le centre Gnis le gène BT ne peut être transmis à d'autres plantes sauvages ou cultivées (en Europe) car il n'y a pas d'espèce proche pouvant s'hybrider avec maïs.

DOC 5B Les grains de maïs Bt sont détruits par le gel et donc ne peuvent redonner des plantules sans contrôle de l'agriculteur

Le pollen du maïs Bt actuellement cultivé ne semblerait par être à l'origine de la surmortalité des papillons monarques mais ce sujet fait polémique

DOC 5D effet de la toxine Bt est efficace pour des valeurs très inférieures (100 mg/kg) lorsque les larves n'ont jamais rencontré de maïs Bt et moins efficaces sur les larves ayant rencontré maïs Bt (10000 mg/kg pour mortalité max) : les larves vivants sur le maïs Bt deviennent résistantes

Conclusion :

Technique : transfert d'un gène d'une toxine « anti-pyrale » d'une bactérie du sol sur une plante cultivée ravagée par la pyrale : création d'un maïs résistant à la pyrale.

Des avantages : efficacités importante et rapides en toutes saisons/ moins d'utilisation de pesticides.

Inconvénients : surcoût/ risque d'hybridation même si faible en Europe/ action sur la biodiversité fait débat/ perte d'efficacité à long terme car existence de larves résistantes

L'expression écrite :

- Qualité du texte (respect de l'émetteur et du récepteur ; respect de la forme d'expression attendue ...)
- Qualité de la rédaction (organisation sous la forme d'un argumentaire ou d'une justification ; présence de connecteurs logiques « donc » et/ou de « parce que », correction orthographique)