

Chapitre 5

La modification génétique des plantes

Introduction: Les plantes génétiquement modifiées sont des plantes dont le programme génétique a été modifié à la suite de l'introduction d'un gène étranger dans leur matériel génétique ; ce qui permet à ces plantes d'acquérir un caractère nouveau : c'est la transgénèse.

- Comment se fait la modification génétique des plantes?
- Quelles sont les avantages et les risques de la transgénèse?
- La dispersion des plantes génétiquement modifiées peut-elle avoir des effets sur la santé et sur l'environnement ?

I- La modification génétique naturelle des plantes:

① **La galle du collet; tumeur héréditaire naturelle** (Voir document 1)

Document 1: La modification génétique naturelle des plantes

★ La galle du collet; tumeur naturelle:

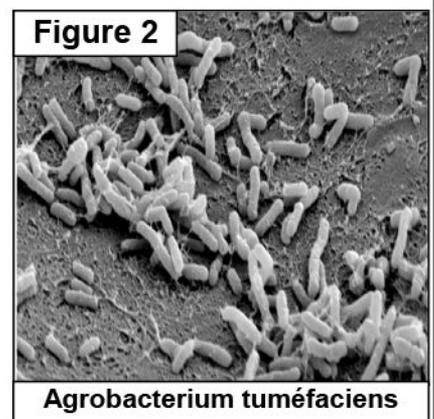
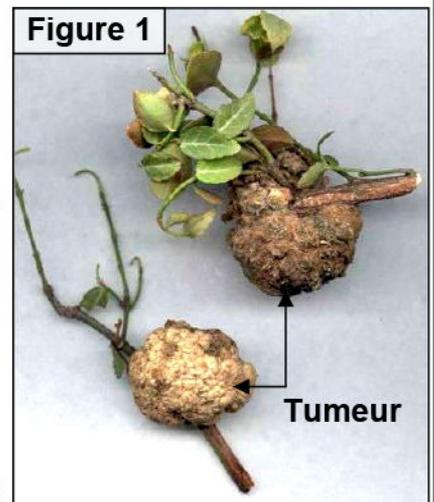
La chute de la température cause chez certaines plantes des lésions qui peuvent donner par la suite des tumeurs (Prolifération anarchique des cellules) localisées au niveau du collet (Entre la racine et la tige) Voir la figure 1.

★ La bactérie; un transporteur naturel :

Des études ont montré que la tumeur est due à une bactérie qui vit dans le sol, appelée *Agrobacterium tuméfaciens* (A.T) (Voir figure 2). Après la blessure de la plante, la bactérie A.T entre en contact avec une cellule végétale, et injecte une partie de son matériel génétique qui s'incorpore au matériel génétique du végétal. Ainsi les cellules infectées sont modifiées et développent des tumeurs.

★ La plante acquiert donc un nouveau caractère, c'est qu'elle libère des composés (Les opines) qui sont utilisés par la bactérie pour sa croissance et sa multiplication. La plante est modifiée génétiquement.

Déduire de l'analyse de ces données la notion de modification génétique naturelle.



La bactérie *Agrobacterium tuméfaciens* peut entrer en contact avec une cellule végétale, et lui injecter une partie de son matériel génétique, qui s'incorpore avec celui de ce végétal. Ainsi les cellules infectées sont modifiées génétiquement.

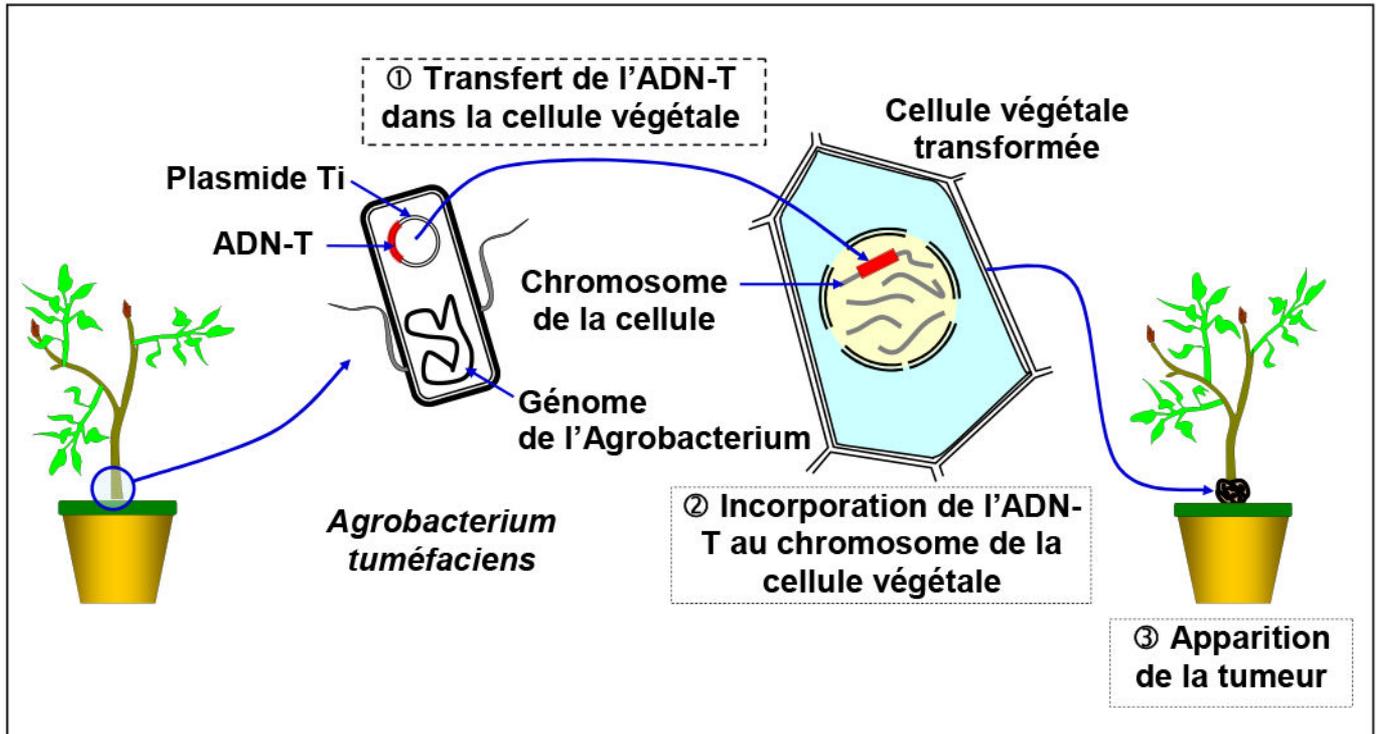
Le transfert du matériel génétique d'une espèce à une autre peut se faire naturellement, on parle de modification génétique naturelle ou transgénèse naturelle.

② Rôle du plasmide Ti dans cette transgénèse (Voir document 2)

Document 2: Rôle du plasmide Ti dans la transgénèse naturelle

La bactérie A.T possède un chromosome spécial et des plasmides Ti (Les plasmides sont des fragments d'ADN circulaires). Des expériences ont montrées que la destruction des plasmides chez la bactérie A.T, rend cette dernière incapable d'induire des tumeurs chez les plantes.

Pour comprendre comment se fait la modification génétique des cellules infectées de la plante, on propose la figure suivante:



A partir de l'analyse des données de ce document :

- 1) Montrer que le plasmide Ti de la bactérie A.T est responsable de la tuméfaction de la plante.
- 2) Préciser la relation entre la modification génétique naturelle de la plante et la bactérie A.T.
- 3) Définir l'organisme transgénique.

- 1) La bactérie A.T dépourvue de son plasmide Ti, ne provoque pas l'apparition de la galle du collet. On conclut alors que le responsable de la formation de tumeurs est le plasmide Ti (inducteur de tumeurs: Tumor-Inducing).
- 2) Au contact de la bactérie avec une cellule végétale, une partie du plasmide Ti (ADN-T) s'incorpore au matériel génétique de cette cellule. La cellule végétale acquiert ainsi un nouveau caractère, qui est la capacité de se multiplier de manière anarchique ; ce qui donne une tumeur. La cellule est modifiée génétiquement, et la plante issue de cette cellule est appelée organisme génétiquement modifié (OGM).
- 3) Un organisme transgénique est un organisme dont le génome a été modifié par l'introduction d'un gène provenant souvent d'une espèce différente, gène qui apporte un caractère héréditaire nouveau.

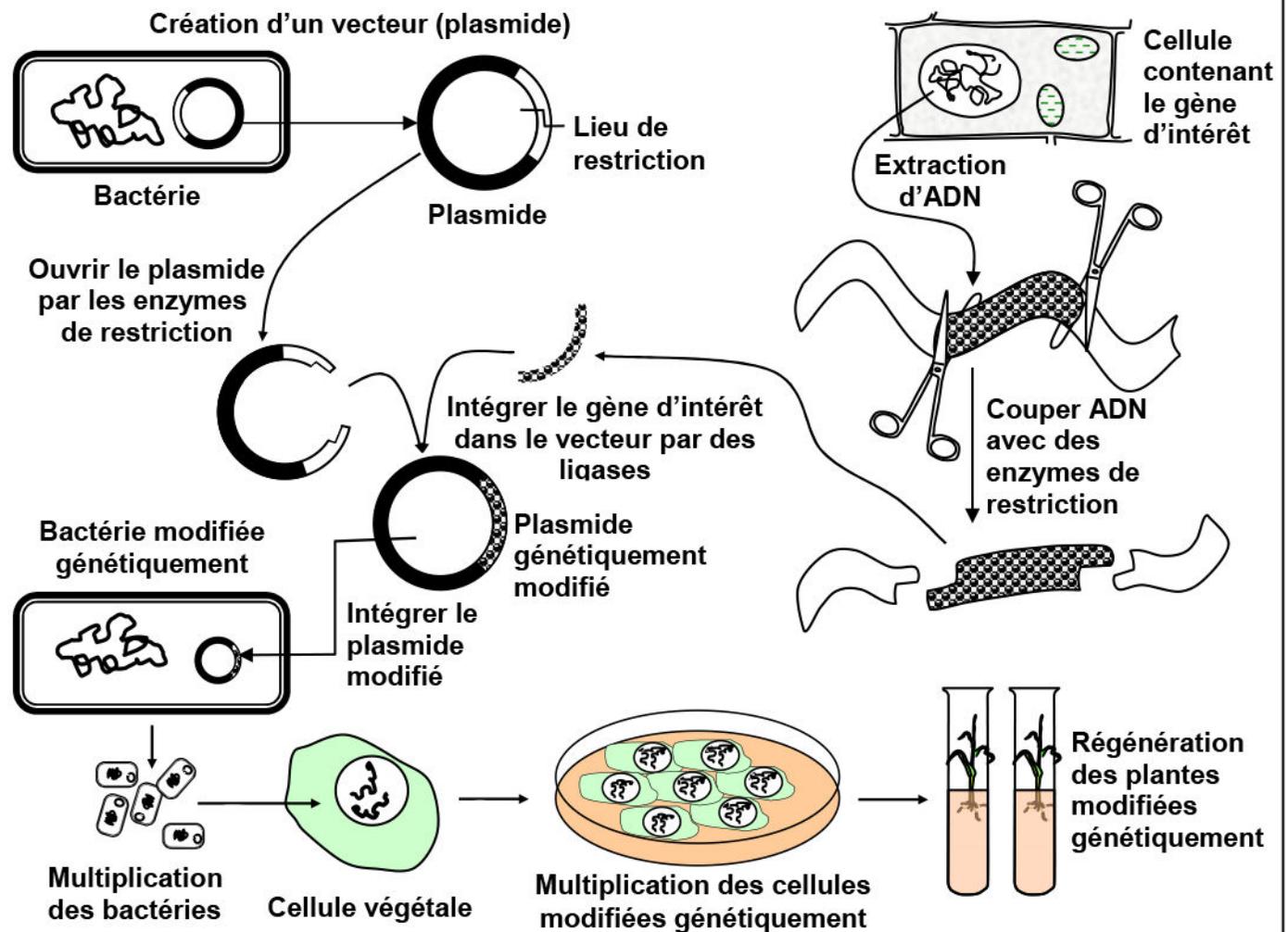
II – Les techniques de la transgénèse:

① La transgénèse par utilisation d'un vecteur biologique

(Voir document 3)

Document 3: La transgénèse par utilisation d'un vecteur biologique

La figure ci-dessous représente les étapes de l'obtention d'une plante transgénique par l'utilisation d'un vecteur biologique.



En s'appuyant sur les données de ce document :

- 1) Dégager les outils essentiels de la transgénèse et leurs rôles.
- 2) Déterminer les étapes de la transgénèse par utilisation d'un vecteur biologique.

1) Pour modifier génétiquement des plantes, les chercheurs utilisent divers outils, les plus importants sont:

- ✓ Un vecteur biologique comme la bactérie *Agrobacterium tumefaciens* qui a un grand pouvoir de multiplication, une simplicité de culture et qui possède des plasmides.
- ✓ Des enzymes spécifiques qui sont : les enzymes de coupure ou de restriction, qui coupent la molécule d'ADN à des endroits bien précis. Et les enzymes de soudure ou ligases, qui lient la molécule d'ADN à des endroits précis.

2) La transgénèse par utilisation d'un vecteur biologique nécessite plusieurs étapes qui sont :

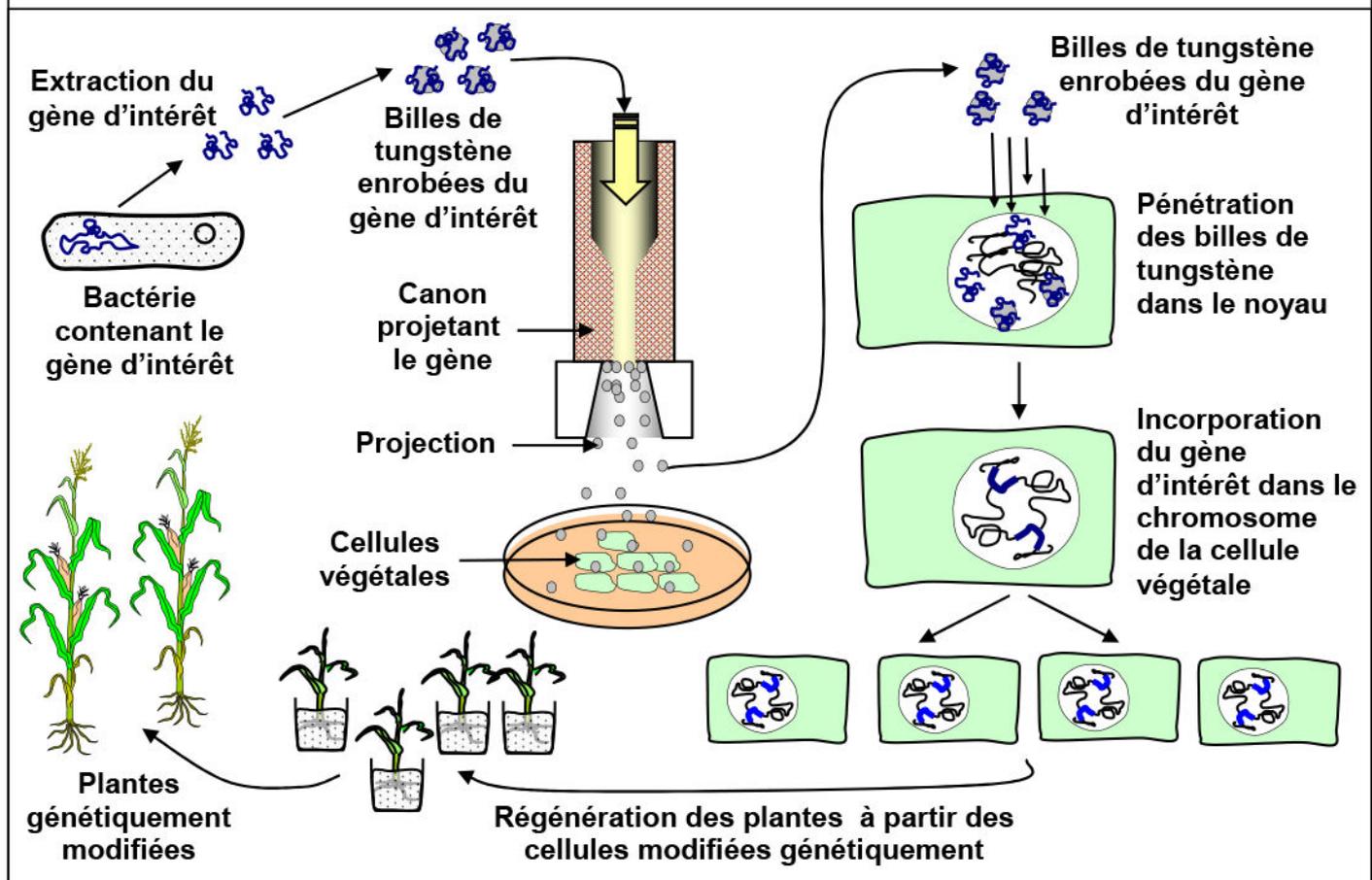
- ✓ Identifier le gène d'intérêt à partir du matériel génétique d'un autre organisme (plante ou bactérie) ;
- ✓ Isoler le gène d'intérêt (segment d'ADN) à partir de la cellule donneuse, à l'aide d'enzyme de restriction ;
- ✓ Préparer un vecteur, par exemple un plasmide extrait d'une bactérie : ouvrir le plasmide par les mêmes enzymes de restriction, puis intégrer le gène d'intérêt dans le vecteur avec des ligases ;
- ✓ Transfert du plasmide génétiquement modifié à une bactérie qui est capable d'injecter des gènes dans les cellules de la plante ;
- ✓ Sélectionner les cellules végétales qui ont intégrées le gène d'intérêt ;
- ✓ Multiplier les cellules végétales modifiées dans un milieu de culture ;
- ✓ Régénérer des plantules modifiées génétiquement à partir des cellules modifiées.

② La transgénèse par biolistique ou méthode du canon à ADN

(Voir document 4)

Document 4: La transgénèse par biolistique ou canon à ADN

La figure ci-dessous représente les étapes de l'obtention d'une plante transgénique par l'utilisation d'un canon à ADN.



En s'appuyant sur les données de ce document, décrire comment un canon projetant des particules permet la modification génétique d'une cellule cible.

On intègre la matière génétique par l'intermédiaire de particules très fines (0.5µm). Ces particules portant le gène, sont envoyées à partir d'un canon à particules, elles provoquent des perforations provisoires de la membrane cellulosique sans tuer les cellules végétales, ce qui permet la pénétration du gène et son intégration dans le matériel génétique de la cellule cible. Ainsi, chaque cellule génétiquement modifiée donne une plante entière génétiquement modifiée.

III – La transgénèse; avantages et inconvénients:

① Les avantages de la transgénèse

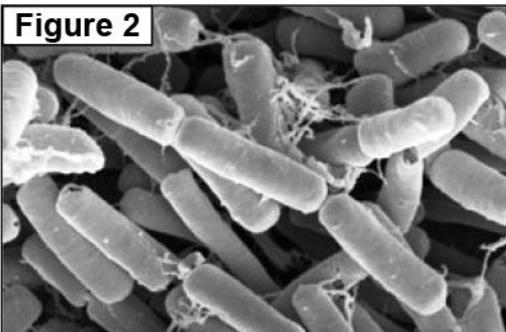
a) Des PGM synthétisent des protéines toxiques (Voir document 5)

Document 5: La transgénèse et la lutte contre les insectes nuisibles

La pyrale est un papillon dont les chenilles ravagent les plantes de maïs.

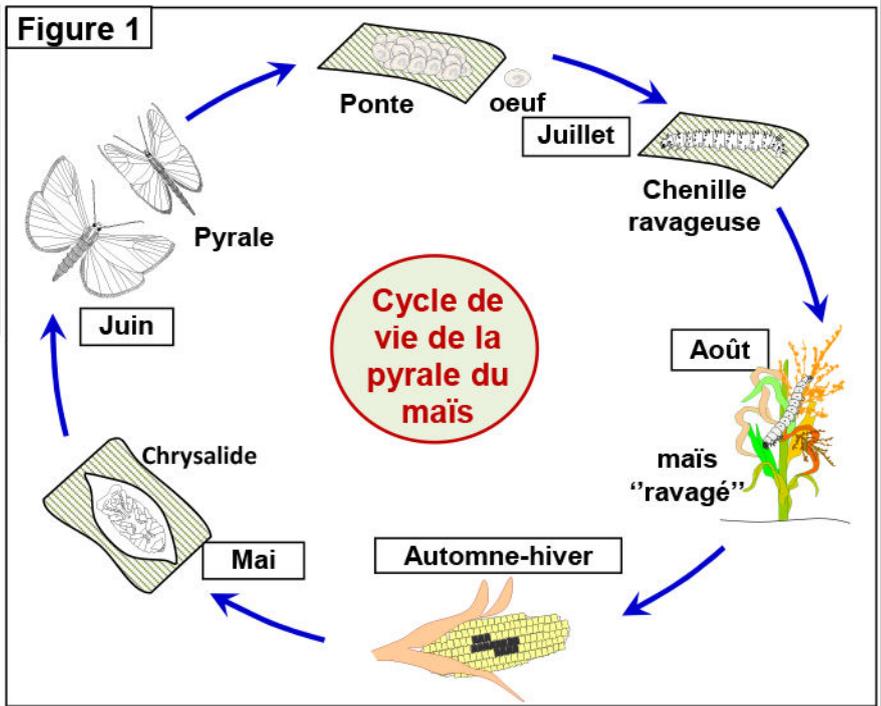
La figure 1, montre le **cycle** de vie de la pyrale de maïs.

La bactérie *Bacillus thuringiensis* (Figure 2), possède un gène d'intérêt commandant la synthèse d'une protéine toxique pour les chenilles de la pyrale.



On isole les gènes codant ces protéines toxiques pour les intégrer dans le patrimoine génétique du maïs, pour créer des variétés de maïs résistantes aux chenilles.

Décrire la transgénèse du maïs résistant aux chenilles.



Grace à la transgénèse on peu isoler un gène d'intérêt, comme le gène codant pour une toxine. Le gène est transféré chez une plante comme le maïs, par l'intermédiaire du plasmide Ti. Ce qui permet d'obtenir une plante génétiquement modifiée, résistante à la pyrale, d'où la protection de la plante et l'amélioration de la production du maïs.

b) Des PGM synthétisent la vitamine A (Voir document 6)

Document 6 : des PGM synthétisant la vitamine A

Le riz est un aliment de base dans de nombreux pays pauvres où beaucoup de personnes souffrent de l'avitaminose A, ce qui entraîne des problèmes visuels. Le riz se caractérise par son incapacité à synthétiser le β -carotène nécessaire à la production de la vitamine A.



Document 6 (Suite): des PGM synthétisent la vitamine A

En 2000 des chercheurs ont réussi à créer une variété de riz capable de donner des graines riches en β -carotène. La bêta-carotène donne au riz une couleur jaune foncé, ce qui lui a valu le nom de Golden rice ou riz doré.

Déterminer les propriétés acquises par cette plante génétiquement modifiée et les avantages de cette transgénèse.

Les plantes peuvent s'appropriier, suite à la transgénèse, de nouvelles propriétés, comme la synthèse d'une substance chimique utile pour le consommateur.

La transgénèse du riz rend cette plante capable de synthétiser la β -carotène, un précurseur de la vitamine A, éléments essentiels à la santé. Ce riz pourrait contribuer à enrayer les problèmes de santé résultant de la carence alimentaire en vitamine A.

c) Bilan :

La transgénèse végétale permet d'obtenir des plantes génétiquement modifiées ayant acquis des caractères voulus. Cette transgénèse présente plusieurs avantages tel que:

- ✓ Obtention de variétés de PGM résistantes aux ravageurs, aux insecticides, aux pesticides, à la sécheresse... etc.;
- ✓ Obtention de variétés de PGM qui synthétisent des substances chimiques utiles pour le consommateur;
- ✓ Obtention de variétés de PGM qui se conservent pendant une longue durée.

② Les inconvénients de la transgénèse (Voir document 7)

Document 7: Les effets néfastes éventuels plantes génétiquement modifiées

Parmi les problèmes posés par les plantes génétiquement modifiées on peut citer:

- ✓ L'utilisation, dans les processus transgéniques, de gènes marqueurs de résistance aux antibiotiques pose le problème des risques d'un transfert de gènes aux bactéries du système digestif, ou à des bactéries pathogènes, pour devenir résistantes à leur tour.
- ✓ Le risque allergique peut être due au fait que les gènes transférés peuvent coder pour des allergènes non présents dans la plante initiale;
- ✓ Les résistances aux herbicides peuvent être se manifester par:
 - Les PGM peuvent devenir des plantes invasives,
 - Les résistances des PGM aux herbicides peuvent se transmettre aux mauvaises herbes et donner des hybrides capables de résister à l'herbicide concerné.
- ✓ Les toxines produites par les plantes transgéniques pour lutter contre certains insectes, peuvent détruire les insectes utiles comme les abeilles et la coccinelle.

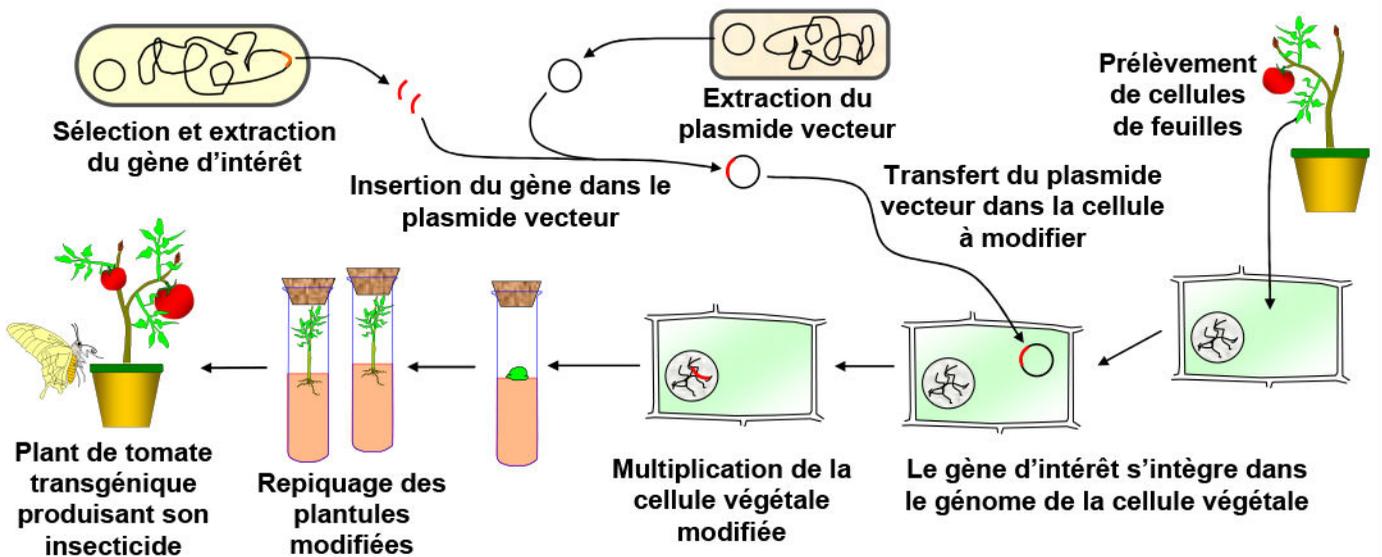
A partir de l'exploitation des données de ce document, préciser les effets néfastes possibles des plantes transgéniques.

Les OGM suscitent de nombreuses interrogations concernant les risques pour l'environnement et la santé humaine :

- ✓ Les gènes de résistance introduits dans certaines plantes risquent d'être transmis aux autres êtres vivants.
- ✓ Les produits consommés dérivés des PGM peuvent augmenter la fréquence des allergies alimentaires.
- ✓ Les plantes transgénique insecticides risquent de favoriser la résistance aux toxines d'insectes nuisibles et de détruire les insectes utiles.

EXEMPLES DE PGM

La tomate produit son propre insecticide :



Vaccin comestible :

