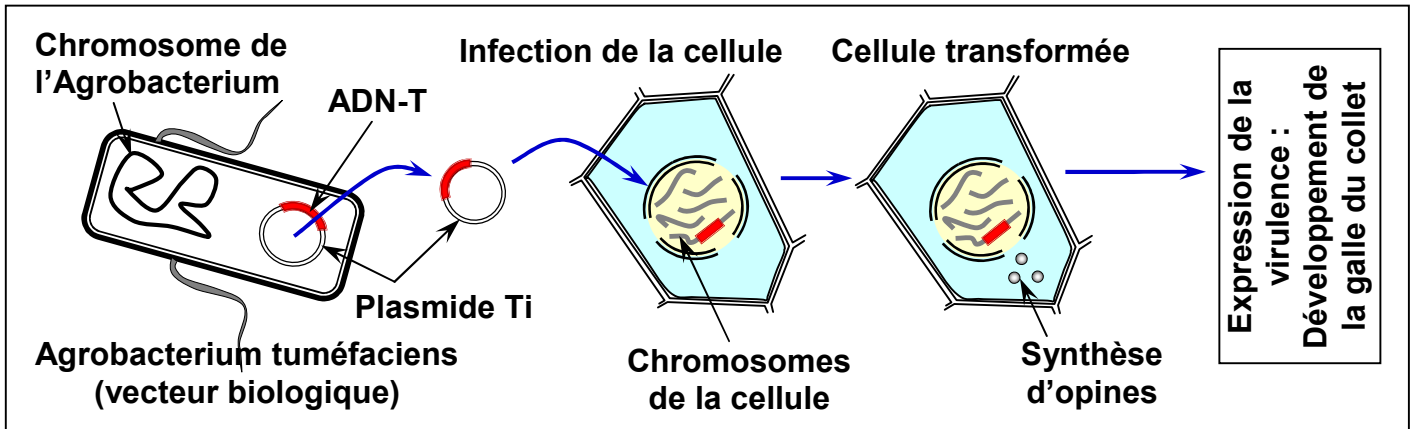


EXERCICES (La modification génétique des plantes)

Exercice 1:

La Galle du Collet est également appelée "crown-Gall" est une maladie bactérienne causée par la bactérie *Agrobacterium tuméfaciens*. Elle provoque des excroissances, des tumeurs au niveau du collet ou des racines des végétaux.

Le document ci-dessous présente les étapes de transfert de l'ADN-T par *Agrobacterium tuméfaciens*.



D'après les données de ce document et de vos connaissances, précisez la bonne réponse en cochant celle qui est juste :

1) La galle du collet chez les plantes:

<input type="checkbox"/>	A	Maladie résultant d'un transfert technique des gènes d' <i>Agrobacterium tuméfaciens</i> dans des cellules végétales:
<input type="checkbox"/>	B	Maladie résultant d'un transfert naturel des gènes de la bactérie <i>Agrobacterium tuméfaciens</i> dans des cellules végétales
<input type="checkbox"/>	C	Maladie résultant d'une mutation (Modification) au niveau du matériel génétique des cellules végétales.
<input type="checkbox"/>	D	Maladie résultant d'anomalies chromosomiques des cellules végétales

2) Le plasmide est:

<input type="checkbox"/>	A	Molécule d'acide désoxyribonucléique (ADN) circulaire et de petite taille chez les bactéries
<input type="checkbox"/>	B	Mitochondrie à l'intérieur de la cellule bactérienne
<input type="checkbox"/>	C	Un des chromosomes de la cellule végétale
<input type="checkbox"/>	D	Acide ribonucléique (ARN) des cellules bactériennes

3) La bactérie *Agrobacterium tuméfaciens* fait appel à la transformation génétique des cellules dans le but de:

<input type="checkbox"/>	A	Inhibition de la multiplication des cellules végétales infectée
<input type="checkbox"/>	B	Trouver les protéines nécessaires pour sa croissance dans le sol
<input type="checkbox"/>	C	Multiplication dans les cellules végétales infectées
<input type="checkbox"/>	D	Accélération de la mort des cellules végétales infectées

4) L'utilisation d'*Escherichia coli* dans la modification génétique est fondé sur:

A	Sa taille grande et sa facilité d'utilisation
B	Sa vitesse de multiplication et sa possession d'un petit plasmide et de tous les éléments nécessaires pour la synthèse des protéines
C	Sa capacité à survivre dans les cellules infectée
D	Sa vitesse de multiplication et l'absence de plasmide ainsi que la présence des éléments nécessaires pour la synthèse des protéines

5) Le transfert d'un gène dans une bactérie nécessite:

A	Extraction de l'acide désoxyribonucléique (ADN) de la cellule et séparation du gène objet de transfert
B	Insertion de la bactérie dans la cellule porteuse du gène à transférer
C	Nettoyage du gène avant son insertion dans le plasmide

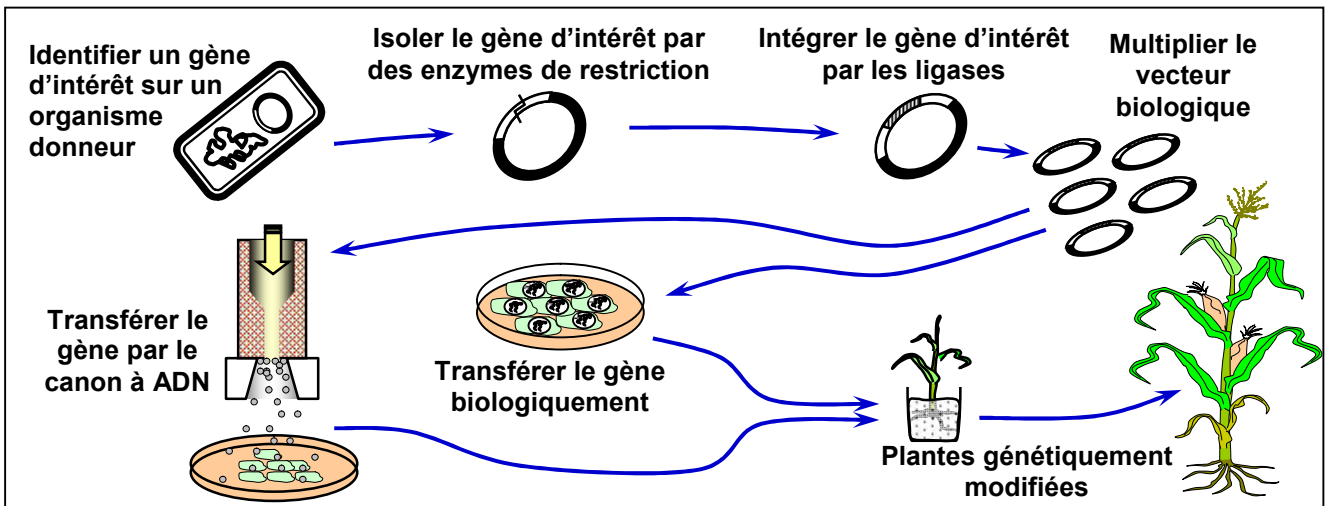
6) Ordre adéquat des étapes de transfert d'un gène dans une bactérie:

A	Extraction du gène désiré de la cellule et sa préparation - Extraction du plasmide de la bactérie et réaliser son ouverture - Insertion du gène préparé dans le plasmide - Insertion du plasmide modifié dans la bactérie
B	Extraction du plasmide de la bactérie et réaliser son ouverture - Extraction du gène - Insertion du gène dans le plasmide - Préparation du plasmide - Insertion du plasmide dans la bactérie.
C	Extraction du gène désiré - Extraction du plasmide de la bactérie et réaliser son ouverture - Réintroduction du plasmide dans la bactérie - Introduction du gène extrait dans la bactérie
D	Extraction du gène désiré à partir de la cellule - Extraction du plasmide de la bactérie suivie de son ouverture - Introduction du gène dans le plasmide sans préparation préalable - Introduction du plasmide modifié dans la bactérie

Exercice 2:

La transgénèse consiste en un transfert de gènes entre un organisme donneur et un organisme receveur. Elle est à l'origine des organismes génétiquement modifiés OGM.

Le document ci-dessous présente les étapes de la transgénèse.



D'après les données de ce document et de vos connaissances, précisez la bonne réponse en cochant celle qui est juste :

1) La création d'une variété nouvelle par transgénèse:

<input type="checkbox"/>	A	Implique nécessairement la reproduction sexuée.
<input type="checkbox"/>	B	Implique uniquement la reproduction asexuée des végétaux.
<input type="checkbox"/>	C	Permet d'aboutir à des individus possédant les mêmes caractères.
<input type="checkbox"/>	D	Nécessite l'intervention d'un OGM comme vecteur biologique

2) Une plante appartenant à une variété transgénique:

<input type="checkbox"/>	A	Ne peut pas s'hybrider avec une variété non transgénique
<input type="checkbox"/>	B	Ne peut pas être produite par culture in vitro
<input type="checkbox"/>	C	exprime un caractère provenant d'une espèce différente
<input type="checkbox"/>	D	ne peut pas transmettre sa modification aux descendants

3) Un OGM est un organisme:

<input type="checkbox"/>	A	dont la modification génétique est transmissible à sa descendance
<input type="checkbox"/>	B	dont on a modifié le nombre de chromosomes
<input type="checkbox"/>	C	obtenu par culture d'une cellule in vitro après suppression de sa paroi
<input type="checkbox"/>	D	obtenu par culture d'une cellule in vitro après suppression de son noyau

4) Les étapes de la transgénèse comportent:

<input type="checkbox"/>	A	croisements contrôlés pour s'assurer de l'élimination du transgène et l'obtention d'une variété non modifiée.
<input type="checkbox"/>	B	La sélection d'un gène codant pour une protéine intéressante chez un organisme donneur
<input type="checkbox"/>	C	la suppression du matériel génétique d'organisme receveur
<input type="checkbox"/>	D	la suppression du matériel génétique d'organisme donneur

5) Lors de la transgénèse les transferts de gènes:

<input type="checkbox"/>	A	se déroulent par voie sexuelle
<input type="checkbox"/>	B	se déroulent entre individus d'espèces différentes
<input type="checkbox"/>	C	se déroulent entre individus de la même génération
<input type="checkbox"/>	D	se déroulent entre individus de la même espèce

6) Il est possible de transformer une plante avec un gène en utilisant:

<input type="checkbox"/>	A	Une amorce du gène transférée sous pression dans les cellules
<input type="checkbox"/>	B	Un bourgeon qui transmet le gène en se développant sur la plante
<input type="checkbox"/>	C	Un pistolet envoyant des billes recouvertes par le gène sur des cellules végétales
<input type="checkbox"/>	D	Un greffon qui transmet des caractères recherchés.

7) Parmi les propositions suivantes relatives aux transferts de gènes d'une bactérie donatrice à une bactérie réceptrice, préciser celle qui n'est pas valable:

<input type="checkbox"/>	A	Quelle que soit la technique de transfert utilisée les gènes transférés ne peuvent s'exprimer que s'ils sont intégrés dans le chromosome bactérien
<input type="checkbox"/>	B	Certains plasmides peuvent être transférés par l'intermédiaire d'un bactériophage (Virus)
<input type="checkbox"/>	C	Une fois transféré un plasmide s'intègre dans le chromosome pour pouvoir être répliqué.
<input type="checkbox"/>	D	Les plasmides possèdent des gènes leur permettant de se transférer lors d'un contact interspécifique.

8) Parmi les éléments citées ci dessous, choisir celle qui ne rentre pas dans le transfert des transgènes par le plasmide Ti d'Agrobacterium tuméfaciens:

<input type="checkbox"/>	A	ADN-T.
<input type="checkbox"/>	B	Les enzymes de restriction.
<input type="checkbox"/>	C	Le chromosome de l'Agrobacterium tuméfaciens.
<input type="checkbox"/>	D	Les ligases.

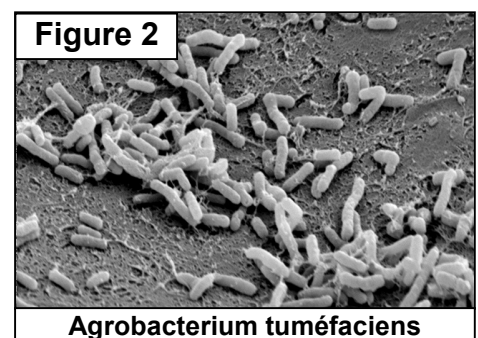
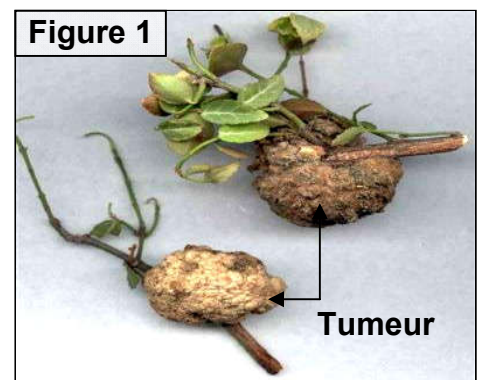
Exercice 3:

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) on parle de la galle du collet (la figure 1).

Des études ont montré que la tumeur est due à une bactérie qui vit dans le sol, appelée Agrobacterium tuméfaciens (A.T) (figure 2).

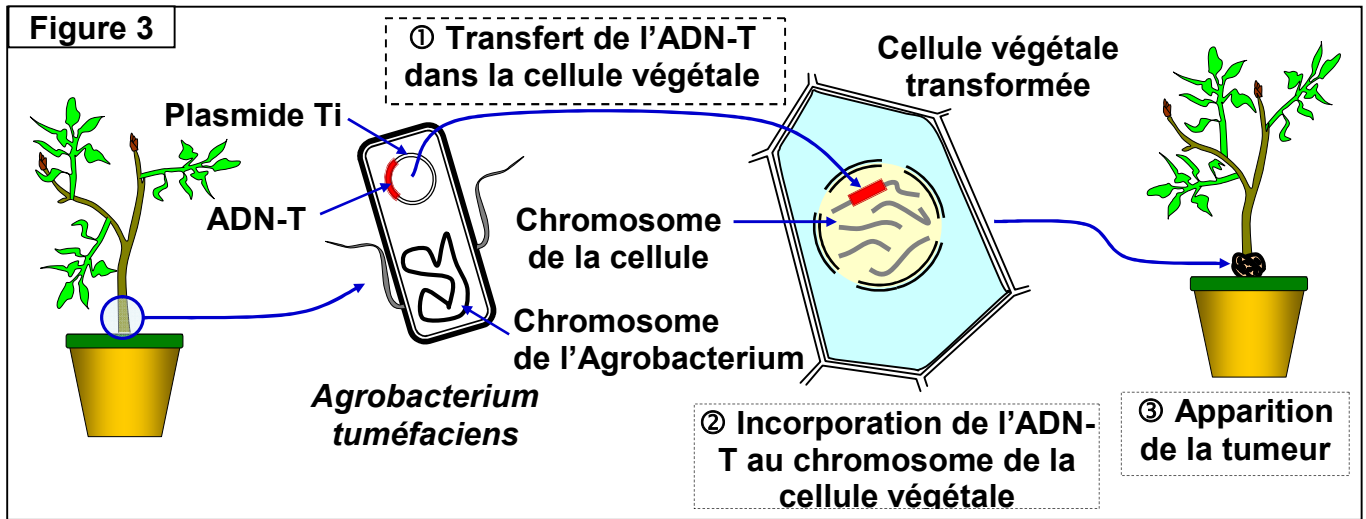
Après la blessure de la plante, la bactérie A.T entre en contact avec une cellule végétale, et injecte une partie de son matériel génétique qui s'incorpore au matériel génétique du végétal. Ainsi les cellules infectées sont modifiées et développent des tumeurs.

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.



1) Déduire de l'analyse de ces données la notion de modification génétique 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:

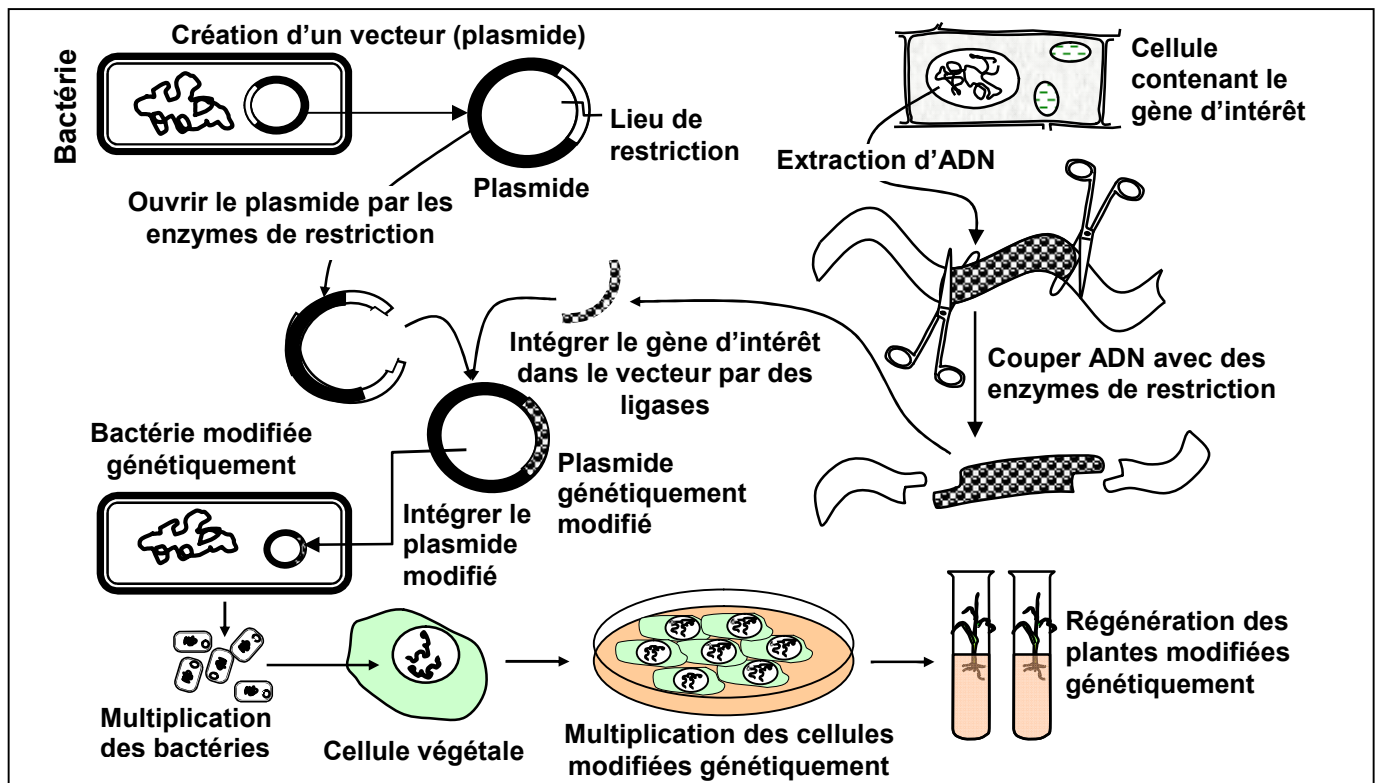


A partir de l'analyse des données de ce document :

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

Exercice 4:

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



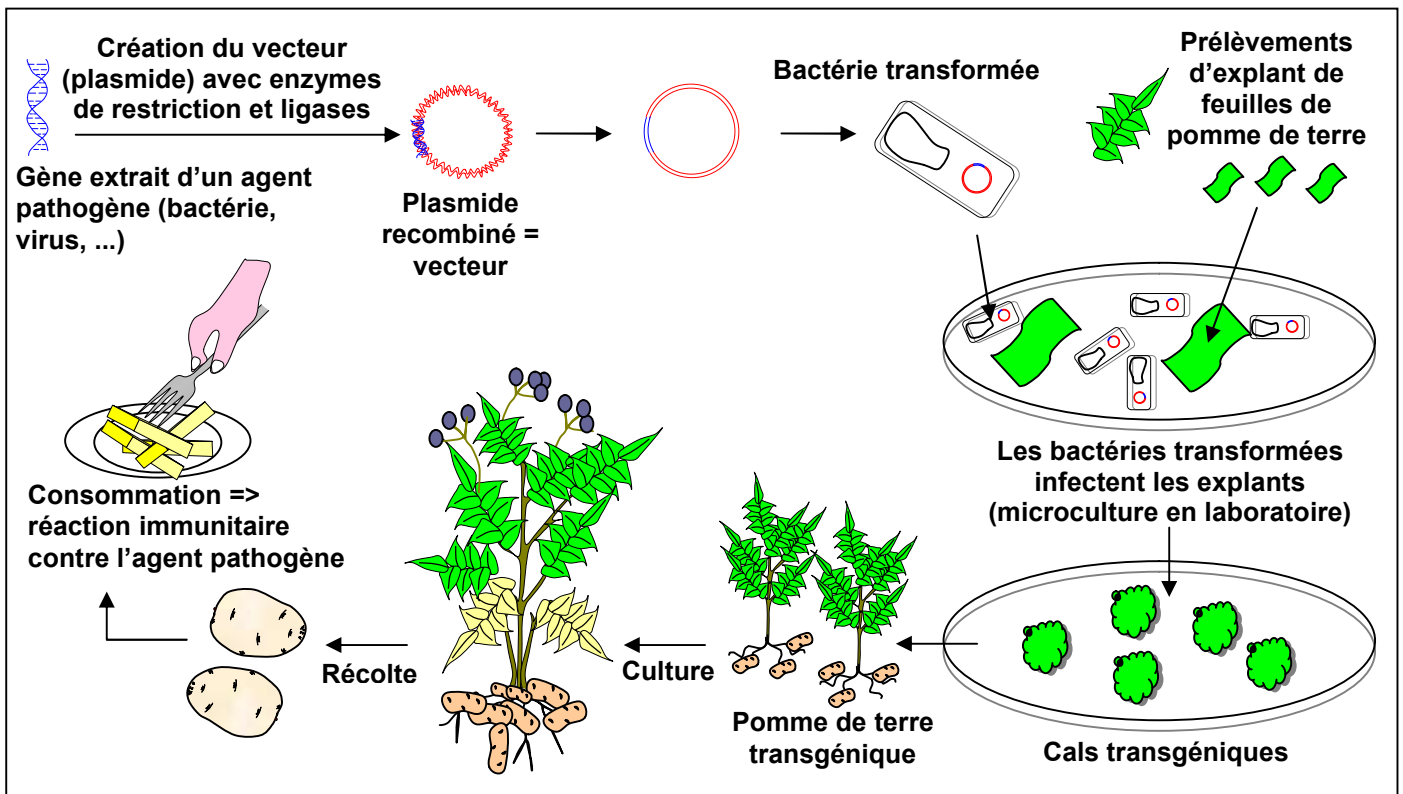
En s'appuyant sur les données de ce document :

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

Exercice 5:

Partout dans le monde, la mise au point de nouveaux vaccins plus efficaces est devenue une nécessité. La recherche s'est orientée vers le développement de "vaccins comestibles" c'est-à-dire de plantes comestibles modifiées par transgénèse afin de produire des protéines vaccins. Absorbées par voie orale, ces protéines devraient stimuler la réaction immunitaire requise pour protéger l'individu contre l'infection.

Le document suivant représente les étapes de l'obtention d'une plante transgénique capable de produire des protéines vaccins, par l'utilisation d'un vecteur biologique.



A partir de l'exploitation des 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.
- 3) Décrire la transgénèse de pomme de terre produisant des protéines vaccins.

CORRECTION (La modification génétique des plantes)

Exercice 1:

Cochant la bonne réponse :

1) La galle du collet chez les plantes:

<input type="checkbox"/>	A	Maladie résultant d'un transfert technique des gènes d' <i>Agrobacterium tumefaciens</i> dans des cellules végétales:
X	B	Maladie résultant d'un transfert naturel des gènes de la bactérie <i>Agrobacterium tumefaciens</i> dans des cellules végétales
<input type="checkbox"/>	C	Maladie résultant d'une mutation (Modification) au niveau du matériel génétique des cellules végétales.
<input type="checkbox"/>	D	Maladie résultant d'anomalies chromosomiques des cellules végétales

2) Le plasmide est:

X	A	Molécule d'acide désoxyribonucléique (ADN) circulaire et de petite taille chez les bactéries
<input type="checkbox"/>	B	Mitochondrie à l'intérieur de la cellule bactérienne
<input type="checkbox"/>	C	Un des chromosomes de la cellule végétale
<input type="checkbox"/>	D	Acide ribonucléique (ARN) des cellules bactériennes

3) La bactérie *Agrobacterium tumefaciens* fait appel à la transformation génétique des cellules dans le but de:

<input type="checkbox"/>	A	Inhibition de la multiplication des cellules végétales infectée
X	B	Trouver les protéines nécessaires pour sa croissance dans le sol
<input type="checkbox"/>	C	Multiplication dans les cellules végétales infectées
<input type="checkbox"/>	D	Accélération de la mort des cellules végétales infectées

4) L'utilisation d'*Escherichia coli* dans la modification génétique est fondé sur:

<input type="checkbox"/>	A	Sa taille grande et sa facilité d'utilisation
X	B	Sa vitesse de multiplication et sa possession d'un petit plasmide et de tous les éléments nécessaires pour la synthèse des protéines
<input type="checkbox"/>	C	Sa capacité à survivre dans les cellules infectée
<input type="checkbox"/>	D	Sa vitesse de multiplication et l'absence de plasmide ainsi que la présence des éléments nécessaires pour la synthèse des protéines

5) Le transfert d'un gène dans une bactérie nécessite:

X	A	Extraction de l'acide désoxyribonucléique (ADN) de la cellule et séparation du gène objet de transfert
<input type="checkbox"/>	B	Insertion de la bactérie dans la cellule porteuse du gène à transférer
<input type="checkbox"/>	C	Nettoyage du gène avant son insertion dans le plasmide

6) Ordre adéquat des étapes de transfert d'un gène dans une bactérie:

X	A	Extraction du gène désiré de la cellule et sa préparation - Extraction du plasmide de la bactérie et réaliser son ouverture - Insertion du gène préparé dans le plasmide - Insertion du plasmide modifié dans la bactérie
	B	Extraction du plasmide de la bactérie et réaliser son ouverture - Extraction du gène - Insertion du gène dans le plasmide - Préparation du plasmide - Insertion du plasmide dans la bactérie.
	C	Extraction du gène désiré - Extraction du plasmide de la bactérie et réaliser son ouverture - Réintroduction du plasmide dans la bactérie - Introduction du gène extrait dans la bactérie
	D	Extraction du gène désiré à partir de la cellule - Extraction du plasmide de la bactérie suivie de son ouverture - Introduction du gène dans le plasmide sans préparation préalable - Introduction du plasmide modifié dans la bactérie

Exercice 2:

cochant la bonne réponse:

1) La création d'une variété nouvelle par transgénèse:

	A	Implique nécessairement la reproduction sexuée.
	B	Implique uniquement la reproduction asexuée des végétaux.
X	C	Permet d'aboutir à des individus possédant les mêmes caractères.
	D	Nécessite l'intervention d'un OGM comme vecteur biologique

2) Une plante appartenant à une variété transgénique:

	A	Ne peut pas s'hybrider avec une variété non transgénique
	B	Ne peut pas être produite par culture in vitro
X	C	exprime un caractère provenant d'une espèce différente
	D	ne peut pas transmettre sa modification aux descendants

3) Un OGM est un organisme:

X	A	dont la modification génétique est transmissible à sa descendance
	B	dont on a modifié le nombre de chromosomes
	C	obtenu par culture d'une cellule in vitro après suppression de sa paroi
	D	obtenu par culture d'une cellule in vitro après suppression de son noyau

4) Les étapes de la transgénèse comportent:

<input type="checkbox"/>	A	croisements contrôlés pour s'assurer de l'élimination du transgène et l'obtention d'une variété non modifiée.
<input checked="" type="checkbox"/>	B	La sélection d'un gène codant pour une protéine intéressante chez un organisme donneur
<input type="checkbox"/>	C	la suppression du matériel génétique d'organisme receveur
<input type="checkbox"/>	D	la suppression du matériel génétique d'organisme donneur

5) Lors de la transgénèse les transferts de gènes:

<input type="checkbox"/>	A	se déroulent par voie sexuelle
<input checked="" type="checkbox"/>	B	se déroulent entre individus d'espèces différentes
<input type="checkbox"/>	C	se déroulent entre individus de la même génération
<input type="checkbox"/>	D	se déroulent entre individus de la même espèce

6) Il est possible de transformer une plante avec un gène en utilisant:

<input type="checkbox"/>	A	Une amorce du gène transférée sous pression dans les cellules
<input type="checkbox"/>	B	Un bourgeon qui transmet le gène en se développant sur la plante
<input checked="" type="checkbox"/>	C	Un pistolet envoyant des billes recouvertes par le gène sur des cellules végétales
<input type="checkbox"/>	D	Un greffon qui transmet des caractères recherchés.

7) Parmi les propositions suivantes relatives aux transferts de gènes d'une bactérie donatrice à une bactérie réceptrice, préciser celle qui n'est pas valable:

<input type="checkbox"/>	A	Quelle que soit la technique de transfert utilisée les gènes transférés ne peuvent s'exprimer que s'ils sont intégrés dans le chromosome bactérien
<input type="checkbox"/>	B	Certains plasmides peuvent être transférés par l'intermédiaire d'un bactériophage (Virus)
<input type="checkbox"/>	C	Une fois transféré un plasmide s'intègre dans le chromosome pour pouvoir être répliqué.
<input checked="" type="checkbox"/>	D	Les plasmides possèdent des gènes leur permettant de se transférer lors d'un contact interspécifique.

8) Parmi les éléments cités ci dessous, choisir celle qui ne rentre pas dans le transfert des transgènes par le plasmide Ti d'Agrobacterium tuméfaciens:

<input type="checkbox"/>	A	ADN-T.
<input type="checkbox"/>	B	Les enzymes de restriction.
<input checked="" type="checkbox"/>	C	Le chromosome de l'Agrobacterium tuméfaciens.
<input type="checkbox"/>	D	Les ligases.

Exercice 3:

1) D'après l'analyse des données :

La bactérie *Agrobacterium tumefaciens* 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) 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).**
- 3) 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).
- 4) 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.**

Exercice 4:

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.

Exercice 5:

- 1) La transgénèse des plantes, nécessite plusieurs outils, les plus importants sont:
 - ✓ une espèce donneuse d'un caractère d'intérêt que l'on souhaite introduire dans une plante (espèce receveuse).
 - ✓ Un vecteur biologique (Sorte de véhicule) conçu à partir du programme génétique d'une bactérie qui a un grand pouvoir de multiplication, une simplicité de culture et qui possède des plasmides.
 - ✓ Des enzymes spécifique 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 se fait selon les étapes suivantes:
 - ✓ 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.

- 3) Les étapes de la transgénèse de pomme de terre produisant des protéines vaccins:
 - ✓ **Etape 1: Identification d'un gène d'intérêt:**
Identification chez une espèce donneuse d'un caractère d'intérêt (Gène extrait d'un agent pathogène : bactérie, virus, ...) que l'on souhaite introduire dans les cellules de la pomme de terre (espèce receveuse).
 - ✓ **Etape 2: Isolement du gène d'intérêt:**
Le gène d'intérêt doit être isolé de l'organisme donneur, en utilisant les enzymes de restriction et ligases pour créer un organite vecteur (plasmide recombiné).
 - ✓ **Etape 3: Intégration du gène d'intérêt:**
Le plasmide recombiné est intégré dans un organisme vecteur (bactérie). La bactérie transformée est ensuite multipliée (clonage) afin d'en disposer d'une quantité suffisante d'ADN pour son introduction dans les cellules végétales que l'on veut transformer.
 - ✓ **Etape 4: Transfert indirect par transformation biologique:**
A l'aide de la bactérie transformée qui a la propriété de réaliser naturellement la transformation génétique d'une plante, afin de la parasiter, Le plasmide recombiné sera transférée dans la cellule de pomme de terre et intégrée à son génome.
 - ✓ **Etape 5: Régénération et évaluation des plantes transformées:**
Après sélection des cellules transformées, il faut régénérer les nouvelles plantes transgéniques.

Les cellules transformées se développent d'abord en cals, larges amas de cellules indifférenciées. Après quelques semaines, on observe le développement de pousses. Elles sont alors placées dans un nouveau milieu de culture permettant le développement des racines. Quand les racines sont suffisamment développées, les plantules sont repiquées en pot et acclimatées en serre.

✓ **Etape 6: Incorporation du transgène dans une variété commerciale:**

Les plantes transformées obtenues sont soumises à des croisements contrôlés pour étudier les modalités de transmission du nouveau caractère à la descendance.