

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
BIOTECHNOLOGIE**

**Durée : 4 H 00**

**Coef. : 6**

**Session 2000**

Calculatrices non autorisées.

**EPREUVE : SCIENCES BIOLOGIQUES FONDAMENTALES ET  
GÉNIE BIOLOGIQUE**

**BIOTECHNOLOGIES VÉGÉTALES**

L'homme utilise les végétaux depuis toujours, comme source de nourriture ou de médicaments, et cherche à améliorer les plantes qu'il cultive (augmentation des rendements de culture, amélioration de la qualité nutritionnelle...). Les techniques d'amélioration ont évolué grâce :

- à une meilleure connaissance de la biologie des plantes et de la microflore des sols,
- au développement des techniques *in vitro* et à l'apport de la biologie moléculaire.

De nouvelles perspectives se sont ainsi ouvertes.

**1. QUELQUES ASPECTS FONDAMENTAUX DE LA BIOLOGIE DES VÉGÉTAUX  
(46 points)**

**1.1. Etude structurale de la paroi**

La rigidité de la paroi des végétaux supérieurs est due à la présence de fibres longues et résistantes qui sont réunies par une matrice formée de protéines et polyosides.

Les fibres sont généralement constituées d'un polyoside, la cellulose, qui est la macromolécule organique la plus abondante sur terre.

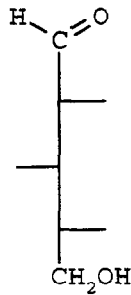
La matrice est surtout composée de deux autres sortes de polyosides, les hémicelluloses et les composés pectiniques.

1.1.1. La cellulose est un homopolymère. Donner le nom de l'ose qui la constitue et la nature de la liaison impliquée.

1.1.2. Les hémicelluloses sont des molécules complexes formées de courtes chaînes de polyosides constituées de mannose, galactose, xylose, arabinose et acides uroniques.

1.1.2.1. Ecrire sous forme pyranique les formules cycliques du D-galactose et du D-xylose

Données : D-xylose



1.1.2.2. Ecrire la formule chimique d'un fragment de l'homopolymère  $\beta$ -1,4 du D-xylose rencontré dans l'hémicellulose.

## 1.2. Etude de l'activité photosynthétique

Chez les végétaux, la photosynthèse se déroule dans les chloroplastes.

- 1.2.1. Donner les légendes du document en annexe, en reportant les numéros sur votre copie.
- 1.2.2. Définir et présenter sous forme d'équations simples les deux phases de la photosynthèse.  
Faire le bilan chimique de la photosynthèse.
- 1.2.3. Les unités fonctionnelles dans le chloroplaste sont les photosystèmes.
  - 1.2.3.1. Donner leur localisation dans le chloroplaste.
  - 1.2.3.2. Préciser leur(s) rôle(s).
  - 1.2.3.3. Détailler la composition de ce photosystème.
  - 1.2.3.4. Présenter le principe de fonctionnement d'un photosystème.

## 1.3. Etude de la nutrition des plantes et des activités des bactéries de la biosphère

L'azote est l'élément, dont la carence restreint le plus la croissance des végétaux et le rendement des cultures.

L'azote atmosphérique ne devient assimilable par les végétaux que lorsqu'il subit une transformation en ion ammonium ou en ion nitrate.

- 1.3.1. A l'aide d'un schéma, montrer comment des bactéries du sol participent au cycle de l'azote.
- 1.3.2. Parmi les bactéries vivant au voisinage des plantes, on trouve des bactéries du genre *Rhizobium*. Ces dernières peuvent vivre soit à l'état libre, soit en établissant une relation symbiotique avec des plantes de la famille des légumineuses.

- 1.3.2.1. Définir le terme de symbiose. Donner le rôle respectif des partenaires de cette association.
- 1.3.2.2. Donner les grandes étapes de la mise en place de la symbiose *Rhizobium* - légumineuses.
- 1.3.2.3. Quelle est l'enzyme, caractéristique de la symbiose, permettant l'assimilation de l'azote atmosphérique par la plante ?

## **2. LES MALADIES DES VÉGÉTAUX ET QUELQUES MOYENS DE LUTTE** (18 points)

### **2.1. Maladies dues à des virus et moyens de lutte**

- 2.1.1. La jaunisse nécrotique de la laitue est due à un Rhabdovirus (Lettuce Necrotic Yellow Virus). Il s'agit d'un virus enveloppé dont le génome est un ARN simple brin de polarité négative.  
Schématiser et légénder le cycle de réplication du génome d'un tel virus.
- 2.1.2. Pour soigner les plantes atteintes par des virus, la culture végétale *in vitro* fournit une solution possible : la culture de méristèmes permet de régénérer une plante saine à partir d'une plante virosée.
  - 2.1.2.1. Définir le terme de « méristème » et indiquer leur rôle dans les plantes.
  - 2.1.2.2. Expliquer pourquoi la culture de méristèmes permet de régénérer une plante saine à partir d'une plante virosée.

### **2.2. Les biopesticides**

Ils sont utilisés contre des maladies dues à des insectes. Définir le terme de biopesticide. Donner un exemple en explicitant son mode d'action.

## **3. TRANSFORMATION GÉNÉTIQUE DES VÉGÉTAUX (56 points)**

Avec le développement des techniques de biologie moléculaire chez les végétaux, des possibilités d'amélioration des plantes cultivées peuvent être envisagées. Grâce au clonage des gènes, à l'introduction de matériel génétique étranger dans une cellule végétale, il est possible d'étudier la structure et le mode de régulation des gènes. La transformation génétique ouvre des perspectives : plantes insecticides, plantes résistantes à des herbicides ou à des virus.

### 3.1. Structure d'un gène

Faire un schéma général de la structure d'un gène de cellule eucaryote en précisant les différentes régions de ce gène.

### 3.2. Expression d'un gène

A l'aide d'un schéma annoté, faire apparaître les différentes étapes de l'expression d'un gène codant pour une protéine sécrétée par une cellule eucaryote.

### 3.3. Transfert de gène

Le transfert de gène dans une cellule végétale peut être réalisé selon deux approches différentes :

3.3.1. Première approche : un processus de transformation naturelle mettant en jeu une bactérie (*Agrobacterium tumefaciens*)

3.3.1.1. Expliquer les principales étapes de l'infection naturelle d'une cellule végétale par cette bactérie. Quel est le nom de la maladie engendrée par *Agrobacterium tumefaciens* ?

3.3.1.2. Quel(s) bénéfice(s) la bactérie retire-t-elle de cette infection ?

3.3.1.3. Décrire une méthode de génie génétique permettant de transférer un gène d'intérêt dans une cellule végétale grâce à *Agrobacterium tumefaciens*

3.3.2. Deuxième approche : un transfert direct sans intervention de bactérie, réalisé généralement soit par électroporation soit par biolistique (canon à particules ou shot gun).  
Donner le principe de ces deux techniques.

### 3.4. Régénération de la plante transformée

Le transfert de gène étant réalisé sur des cellules végétales d'un fragment de plante, une étape de régénération *in vitro* est nécessaire pour obtenir la plante modifiée entière à partir de ce fragment. Cette phase de régénération constitue souvent un obstacle pour l'application des techniques de transformation à un certain nombre de plantes.

3.4.1. Citer les principales catégories de constituants d'un milieu de culture pour végétaux.

3.4.2. Les milieux de culture sont souvent additionnés de phytohormones.

3.4.2.1. Citer les deux familles de phytohormones les plus utilisées *in vitro*.

3.4.2.2. Pourquoi utilise-t-on des phytohormones dans les cultures *in vitro* ?

- 3.4.3. Préciser les conditions environnementales nécessaires à la culture des végétaux *in vitro*.

### 3.5. Production de protéines recombinées

Les végétaux transgéniques pourraient permettre la production de protéines recombinées. Il a été montré que des antigènes exprimés par des plantes transgéniques sont capables d'induire une réponse immunitaire chez l'animal.

Une réponse immunitaire spécifique commence par l'activation de lymphocytes par l'antigène vaccinant, selon le principe de la sélection clonale.

- 3.5.1. Dans le cadre d'une production de protéines vaccinales utilisables chez l'homme, quel est l'intérêt d'utiliser une cellule végétale par rapport à une bactérie ? Justifier votre réponse.
- 3.5.2. Expliquer le principe de la sélection clonale.
- 3.5.3. A l'aide d'un schéma légendé, représenter le déroulement de l'activation d'un lymphocyte T auxiliaire puis d'un lymphocyte B consécutives à l'entrée d'un antigène protéique thymodépendant dans l'organisme.

ANNEXE

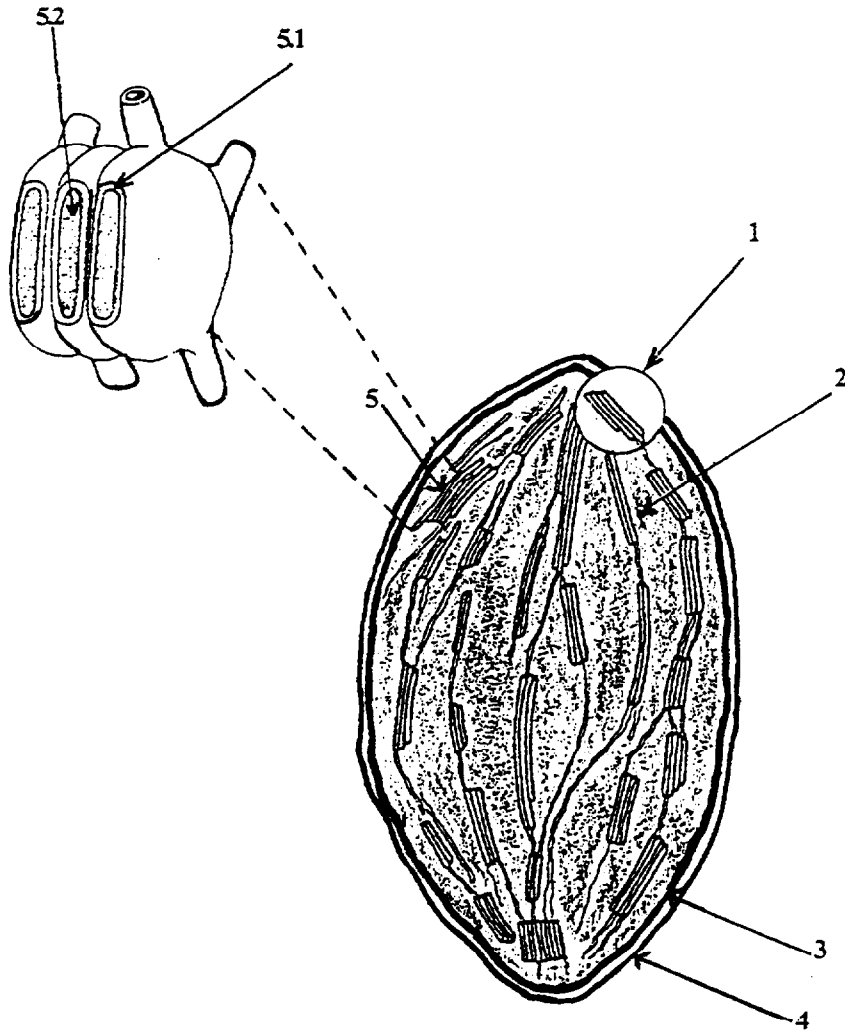


Diagramme schématique réalisé d'après une photographie en microscopie électronique d'un chloroplaste d'une feuille d'épinard.