

Les progrès de la Biotechnologie

Introduction:

1. Définition de la biotechnologie
2. La biotechnologie végétale
3. Outils de la biotechnologie végétale :
 3. 1. La culture « **in vitro** »
 - 3.2. Les plantes modèles
 - 3.3. Biologie moléculaire et génie génétique
4. la bioinformatique
5. Objectifs et intérêts de la biotechnologie végétale
 - 5.1. Participer à l'avancée des connaissances
 - 5.2. Augmenter la biodiversité
 - 5.3. Contribuer à un meilleur environnement, exemple : les programmes de résistance du maïs à la sécheresse
 - 5.4. Améliorer la qualité sanitaire des aliments, exemple : les blés et maïs résistants aux champignons parasites

Les progrès de la Biotechnologie

La biotechnologie au sens large du terme, est l'utilisation de microorganismes ainsi que des cellules végétales, animales ou humaines pour la production de certaines substances à l'échelle agroalimentaire et industrielle. La biotechnologie végétale étudie les plantes et les cultures de tissus végétaux, vu leur importance en production d'aliments, de matière première et de médicaments. D'autre part, la culture d'organismes végétaux unicellulaires pour la production de biomasse ou l'extraction de produits de haute valeur ajoutée est une pratique qui augmente de jour en jour, à mesure que se développe la biologie moléculaire. Enfin, les techniques de la culture « in vitro » et la reproduction de plantes modifiées, via les techniques de génie génétique, ont déjà été expérimentées avec succès. Ces technologies permettent de remédier aux carences, d'améliorer les espèces et de mettre en place une résistance aux fléaux et aux maladies de nombreuses espèces végétales.

1. Définition de Biotechnologies

« Biotechnologie » est un terme relativement récent, puisqu'il est apparu pour la première fois vers 1960. IL est composé de bios (« vie » en grec) et de technologie (entré dans la langue française en 1656, au sens d'« étude des outils, machines et matières premières »). Bien que son étymologie soit assez précise, sa définition est un peu plus vague, en effet, l'application de la science et de la technologie aux organismes vivants pour la production du savoir, biens et services, en est une définition large. Un sens plus restreint du terme « biotechnologie », l'associe aux réalisations des 60 dernières années comprenant toutes les techniques de culture « in vitro » ainsi que les différents aspects de la génétique moléculaire, tels que le clonage de gènes, le séquençage, et aussi la microbiologie, la biochimie, la biophysique, la bioinformatique...

Aujourd'hui, les champs de recherches de la génétique, de la génomique et des biotechnologies concernent aussi bien l'homme que l'animal, le végétale, les microorganismes ou les écosystèmes. Ainsi, les biotechnologies sont à l'origine d'avancées décisives dans différents secteurs comme celui de l'agriculture et l'environnement ou on y trouve la biotechnologie végétale qui étudie les plantes, et les cultures de tissus végétaux vu leur importance dominante en production d'aliments, de matière première et de médicaments.

Les biotechnologies peuvent être subdivisées en 5 classes:

- 1/ Les **biotechnologies blanches** consistent en l'emploi de systèmes biologiques (bactéries) pour la fabrication, la transformation ou la dégradation de molécules grâce à des procédés enzymatiques ou de fermentation dans un but industriel
- 2/ Les **biotechnologies jaunes** concernent l'environnement (biodépollution, bioremédiation, phytoremédiation, ..)
- 3/ Les **Biotechnologies rouges** concernent la santé humaine (biomédecine) et animale, la production de médicaments issus d'organismes vivants ou de leurs composants cellulaires. C'est dans cette catégorie que les efforts les plus importants ont été entrepris. On estime qu'en 2010, 80% des nouveaux médicaments seront issus, directement ou indirectement, des biotechnologies modernes (exemple d'application: Biotechnologies et médicaments du futur).
- 4/ Les **biotechnologies bleues** concernent la vie marine dont la valorisation des matières premières (agarose, alginates, chitine, chitosane,..)
- 5/ Les **biotechnologies vertes** concernent la valorisation des productions agricoles, l'agroalimentaire. Elles comprennent les techniques de micropropagation et transgénèse végétale ou animale avec lesquelles on obtient des organismes génétiquement modifiés (OGM). Les biotechnologies vertes constituent les biotechnologies les plus anciennes. Les fermentations ont d'abord utilisé des micro-organismes non sélectionnés pour produire de l'alcool, de l'acide acétique, des fromages, etc.

2. Biotechnologies végétales (Les biotechnologies vertes)

La biotechnologie végétale est l'intervention humaine sur des végétaux au moyen d'instruments technologiques afin de produire des réactions permanentes transmissibles à la descendance et de mettre au point de nouvelles variétés de plantes en utilisant des cultures « in vitro » pour la multiplication conforme, ou des techniques moléculaires de génie génétique: séquençage, clonage, sélections assistée par des marqueurs moléculaires, transgénèse...

3. Outils de la biotechnologie végétale

Pour atteindre ses objectifs, la biotechnologie végétale a besoin d'outils adéquats pour étudier les végétaux au niveau cellulaire et moléculaire:

3.1. La culture « in vitro »

visant à régénérer une plante entière à partir de cellules ou de tissus végétaux en milieu nutritif, en s'appuyant sur les propriétés de la cellule végétale qui sont : la plasticité et la totipotences et en utilisant des techniques modernes de culture cellulaires à savoir : la multiplication conforme, culture de méristèmes, culture d'embryons, l'embryogenèse somatique, culture d'haploïdes, cultures d'organismes génétiquement modifiés (OGM) ...

3.2. Les plantes modèles

Arabidopsis thaliana, le riz, le colza..., sont des plantes modèles dont le génome a été entièrement séquencé et étudié et qui ont contribué dans l'exploration de génomes plus complexes et plus vastes de plantes cultivées qui constituent des obstacles à leur analyse génétique et moléculaire.

3.3. Biologie moléculaire et génie génétique

L'ensemble des outils et des techniques de la biologie moléculaire permet de manière contrôlée l'étude de la modification des gènes et l'obtention d'organismes génétiquement modifiés (OGM) par transgénèse, et aussi de leur clonage, leur séquençage, leur découpage, en s'appuyant sur différents outils : enzymes de restriction, vecteurs, sondes...

Ainsi que, l'utilisation des marqueurs moléculaires pour identifier et sélectionner précocement les plantes qui possèdent des gènes induisant des caractères souhaités (résistance, qualité...).c'est la sélection assisté par marqueurs (PCR, microsatellites, ISSR, RADP...).

4. la bioinformatique

La bioinformatique propose d'organiser, de gérer et d'analyser la multitude de données produites par les méthodes de la génomique. Elle a pour mission de

* stocker les données de génomique structurale et fonctionnelle dans de larges bases de données informatiques.

* Permettre à tous les biologistes d'y accéder de façon simple et rapide. A partir des données de séquençage, la bioinformatique développe des programmes pour

* Annoter les gènes: comparer les séquences d'organismes différents entre elles et prédire la fonction des gènes.

* Prédire des éléments: de régulation de l'expression des gènes et de localisation dans la cellule des protéines codées par les gènes.

5. Objectifs et intérêts de la biotechnologie végétale

5.1. Participer à l'avancée des connaissances

Les progrès spectaculaires de la biologie moléculaire, de la bioinformatique et de diverses technologies comme le séquençage et l'analyse d'images, ont ouvert un nouveau champ d'investigation du vivant qu'on appelle la génomique qui permet désormais de dresser un catalogue de tous les gènes d'un organisme puis de comprendre leurs fonctions, leur régulations et leurs interactions. Ce programme porte sur le génome de plusieurs plantes : blé, maïs, colza,...ou il s'intéresse aux gènes impliqués dans la résistance aux maladies, des caractères agronomiques et les qualités de la récolte.

5.2. Augmenter la biodiversité

L'intégration de nouveaux caractères peut se faire, soit par des méthodes de sélection conventionnelle intégrant les nouvelles connaissances sur le génome, soit par transgénèse (OGM) lorsque la diversité génétique d'une espèce n'offre pas de possibilités d'amélioration. Quelle que soit la voie choisie, la génomique participe donc à l'enrichissement de la biodiversité

5.3. Contribuer à un meilleur environnement

Exemple : les programmes de résistance du maïs à la sécheresse. L'eau est une ressource limitée dont l'agriculture est la première utilisatrice, devant l'industrie et la consommation humaine. Pour la culture du maïs, qui exprime des besoins en eau importants, une façon de mieux gérer l'eau consiste donc à créer des variétés qui tolèrent une disponibilité réduite en eau, sans que leurs

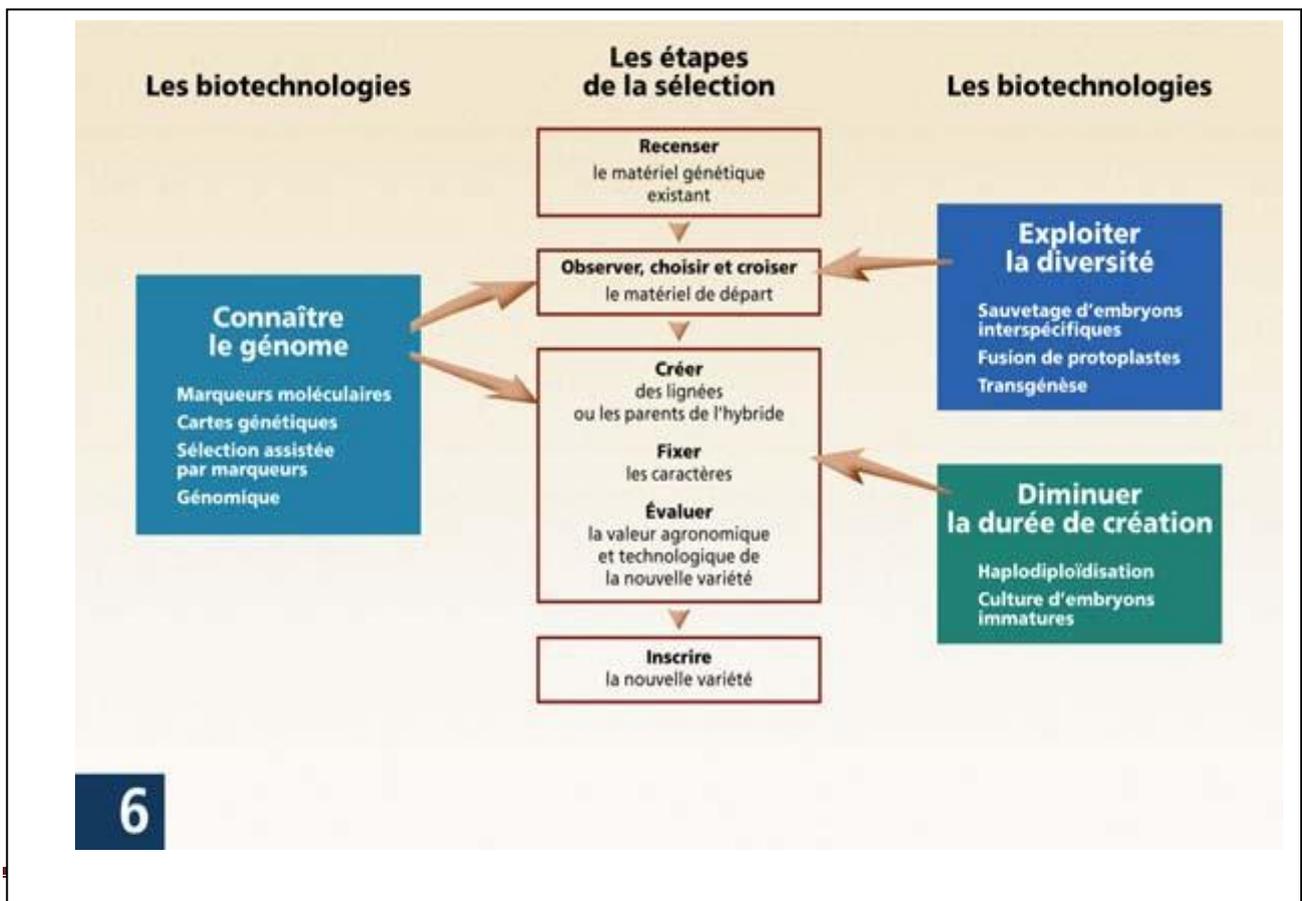
capacités de production n'en soient affectées, cela grâce à l'introduction par transgénèse d'un gène de sorgho, céréale.

5.4. Améliorer la qualité sanitaire des aliments

Exemple : les blés et maïs résistants aux champignons parasites : Toutes les plantes, sauvages ou cultivées, sont sensibles à des champignons parasites qui les attaquent aux différents stades de leur développement, mais aussi après la récolte. Les pertes induites par l'action de ces derniers sont considérables. Des recherches en biotechnologie végétale permettront d'améliorer la résistance du blé et du maïs à certains champignons parasites.

6. Les étapes de la sélection

La démarche suivie par le sélectionneur, même lorsqu'il utilise les biotechnologies, reste celle d'un schéma de sélection classique qui peut se décomposer en quatre grandes étapes :



- **Recenser** le matériel génétique existant en mettant en collection les écotypes et le matériel déjà sélectionné.

- **Observer, choisir et croiser** le matériel de départ. Il s'agit de réunir dans une seule plante les caractères intéressants et complémentaires des parents.
- **Créer, fixer et évaluer** les nouvelles plantes après le croisement des parents. Les grains récoltés sont semés pour donner la première génération, F1, où toutes les plantes sont identiques. A la deuxième génération, la F2, les plantes obtenues sont très différentes les unes des autres car il y a disjonction des caractères. A partir de cette génération, la sélection commence. Le sélectionneur choisit les plantes en fonction de critères définis correspondant le mieux aux objectifs de départ. Ces plantes, par autofécondations successives, aboutissent à la création de lignées, soumises à l'épuration. Pour la création de variétés hybrides, il faudra en outre choisir le parent se combinant le mieux avec les lignées obtenues.

A partir de la F5, les individus sont plus stables. Le sélectionneur met alors en place des parcelles d'essais pour étudier le comportement agronomique de la variété dans différentes régions. Pour les hybrides, il s'agira également d'étudier le comportement des lignées en fonction de leur aptitude à la combinaison. Des tests de valeur technologique sont également effectués en laboratoire.

Parallèlement, se poursuit la fixation des caractères par autofécondations successives (F5 à F8) et épuration.

- Inscrire au Catalogue officiel des variétés. La variété sélectionnée est déposée au Comité Technique Permanent de la Sélection (CTPS) pour subir deux ou trois années d'examen selon l'espèce, en vue de son inscription. La variété sera jugée sur sa valeur agronomique et technologique (VAT) et sur des critères de distinction, d'homogénéité et de stabilité (DHS). Elle pourra ensuite être multipliée et commercialisée sous forme de semences certifiées.

7. La place des biotechnologies

Les biotechnologies peuvent intervenir à différents niveaux dans un programme de sélection :

- **Exploiter la diversité.** Il s'agit, pour le sélectionneur, d'accroître les possibilités de choix des parents à l'origine du croisement de départ. Les techniques de biologie cellulaire, sauvetage d'embryons et fusion de protoplastes, parce qu'elles permettent de s'affranchir des contraintes de la reproduction sexuée, constituent une aide largement utilisée, tout comme la transgénèse.

- **Connaître le génome.** Les techniques de marquage moléculaire permettent de rendre plus précises et plus rapides les opérations classiques de sélection. Elles interviennent à chaque étape du cycle de sélection. Les outils mis en place sont les marqueurs moléculaires qui permettent l'analyse des individus, la construction de cartes génétiques pour localiser les gènes sur les chromosomes, la sélection assistée par marqueurs pour suivre les gènes au cours des générations. La recherche des gènes intervenants peut ainsi être facilitée et leur isolement est réalisé grâce à la génomique.

- **Diminuer la durée de création.** Les gains de temps peuvent être réalisés de deux façons : soit en fixant plus rapidement le matériel génétique, pour l'obtention de lignées, soit en augmentant le nombre de générations par an. Les techniques mises en jeu font alors appel à la culture in vitro de gamètes ou haplodiploïdisation et à la culture d'embryons immatures.