



Food Security and Biotechnology in Africa



This project is financed by the European Union
and implemented by the ACP Secretariat

MODULE 2

BIOTECHNOLOGIE:

HISTOIRE, ÉTAT DE L'ART, FUTUR

Dr Marcel Daba BENGALY
Université Ouaga I Pr Joseph KI ZERBO



Avertissement

Cette publication a été réalisée avec l'aide de l'Union Européenne. Le contenu de cette publication est la responsabilité exclusive de l'Université de Ouaga-I JKZ et ne peut en aucun cas être pris pour refléter les vues de l'Union Européenne.

Version Finale : February 2017

Objectif général

L'objectif principal est d'offrir une vue d'ensemble de la biotechnologie, intégrant l'histoire, les applications globales actuelles et futures, de manière à ce que ses applications en Afrique et les développements attendus puissent être discutés sur la base de connaissances solides ...

Objectifs spécifiques

À la fin, l'apprenant devrait :

- Avoir une connaissance des faits essentiels de l'histoire de la biotechnologie et être capable de donner la description des principaux événements scientifiques dans le développement de la biotechnologie
- Avoir une connaissance des définitions et des principes des biotechnologies anciennes, classiques et modernes.
- Décrire la théorie, la pratique et le potentiel des biotechnologies actuelles et futures.
- Décrire et commencer à évaluer des aspects de la recherche et des applications actuelles et futures en biotechnologie.

- Unité 1: Introduction à la Biotechnologie, histoire et définition des concepts
- Unité 2: La Révolution Verte: impacts, limites, et le chemin à suivre
- **Unité 3: La Biotechnologie Agricole : l'état de l'art**
- Unité 4: Tendances futures et perspectives de la biotechnologie agricole
- Unité 5: Sécurité Alimentaire et Biotechnologie en Afrique: options et opportunités

UNITE 3: Biotechnologie Agricole : l'Etat de l'Art (05 Heures)

Dr Marcel Daba BENGALY
Université Ouaga I Pr Joseph KI ZERBO



L'objectif de l'unité est de faire un examen approfondi des applications actuelles de la biotechnologie classique et moderne. Il met l'accent sur les fondamentaux et les principes des techniques biotechnologiques appliquées dans des domaines clés de la sécurité alimentaire tels que la biotechnologie dans l'agriculture, l'élevage et la transformation des aliments.

Dans la dernière section de l'unité, un aperçu des autres applications (médicales et environnementales) de la biotechnologie est donné.

Les connaissances /compétences à développer sont :

- Connaître les principales applications de la biotechnologie en :
 - Agriculture
 - Élevage
 - Transformation des aliments

- 1. Applications de la biotechnologie en agriculture**
- 2. Applications de la biotechnologie en élevage**
- 3. Autres applications de la biotechnologie**

Cette section présente un aperçu des principaux développements et applications de la biotechnologie en agriculture.

Il met l'accent sur le potentiel des techniques classiques d'amélioration des plantes, la culture des tissus et la micropropagation, la sélection moléculaire ou sélection assistée par marqueurs, le génie génétique et les cultures GM.

Des outils de diagnostic moléculaire pour améliorer la productivité des cultures, la protection des cultures et la valeur nutritionnelle sont également abordés

Méthodes conventionnelles d'amélioration des plantes

Introduction

Depuis 1900, les lois génétiques de Mendel ont fourni la base scientifique pour l'amélioration des plantes. Les méthodes conventionnelles peuvent être considérées comme la manipulation de la combinaison des chromosomes..

Principales procédures

1. Les traits désirés peuvent être sélectionnés et utilisés pour la reproduction et la culture (sélection)
2. Les traits désirés trouvés dans différentes lignes de plantes peuvent être combinés ensemble (hybridation).
3. La polyploïdie peut contribuer à l'amélioration des cultures.
4. Une nouvelle variabilité génétique peut être introduite par des mutations spontanées ou induites artificiellement

Sélection

La sélection est la procédure basique la plus ancienne en sélection végétale. Elle comporte généralement trois étapes distinctes.

Premièrement, un grand nombre de sélections sont faites à partir de la population originale génétiquement variable. Deuxièmement, les lignées de progéniture sont cultivées à partir des sélections de plantes individuelles à des fins d'observation.

Après une élimination évidente, les sélections sont cultivées sur plusieurs années pour permettre des observations de performances dans différentes conditions environnementales pour faire des éliminations supplémentaires. Enfin, les lignées sélectionnées et consanguines sont comparées aux variétés commerciales existantes dans leurs performances de rendement et d'autres aspects d'importance agronomique

Hybridation

Le but de l'hybridation est de rassembler les traits souhaités trouvés dans les différentes lignées de plantes dans une ligne de plante via la pollinisation croisée.

La première étape consiste à générer des lignées homozygotes consanguines. Cela se fait normalement en utilisant des plantes auto-pollinisatrices où le pollen de fleurs mâles pollinise les fleurs femelles des mêmes plantes.

Une fois qu'une ligne pure est générée, elle est décroisée, c'est-à-dire combinée avec une autre ligne consanguine. Ensuite, la progéniture résultante est sélectionnée pour la combinaison des caractères souhaités.

Polyplöidie

La plupart des plantes sont diploïdes. Les plantes avec trois ou plusieurs lots complets de chromosomes sont communes et sont appelées polyplöïdes.

L'augmentation des lots de chromosomes par cellule peut être artificiellement induite en appliquant la colchicine, ce qui conduit à un doublement du nombre de chromosomes.

En général, l'effet principal de la polyplöidie est l'augmentation de la taille et de la variabilité génétique. D'autre part, les plantes polyplöïdes ont souvent une fertilité plus faible et croissent plus lentement

Mutation induite

Au lieu de s'appuyer uniquement sur l'introduction de la variabilité génétique à partir du pool génétique des espèces sauvages ou d'autres cultivars, une alternative est l'introduction de mutations induites par des produits chimiques ou des rayonnements.

Les mutants obtenus sont testés et sélectionnés en outre pour les caractères désirés. Le site de la mutation ne peut pas être contrôlé lorsque des produits chimiques ou des rayonnements sont utilisés comme agents de mutagenèse.

Vu que la grande majorité des mutants portent des traits indésirables, cette méthode n'a pas été largement utilisée dans les programmes de sélection.

Culture des tissus et micropropagation

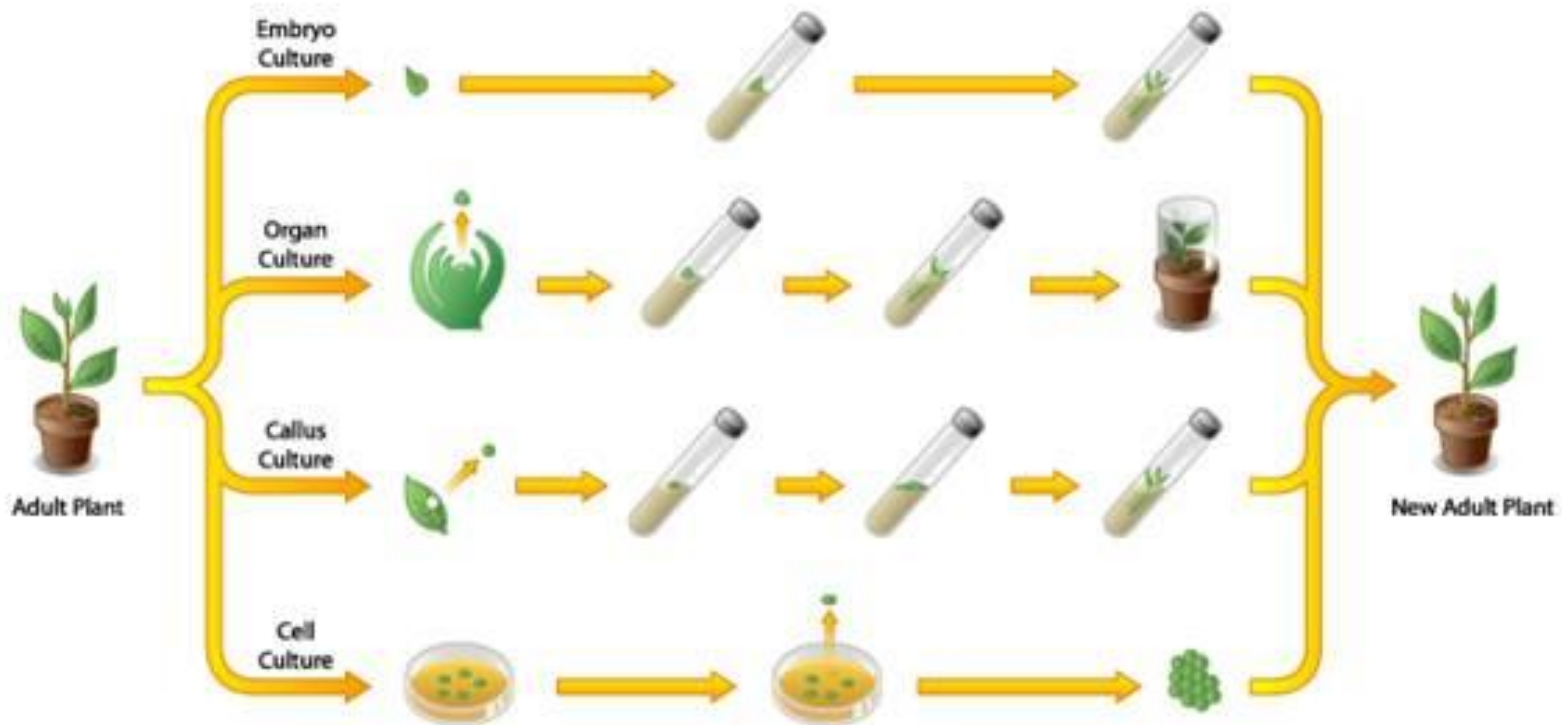
La **culture des tissus** végétaux, plus connu techniquement sous le nom **micropropagation**, peut être généralement défini comme étant un ensemble de méthodes utilisées pour produire un grand nombre de cellules végétales *in vitro* dans un environnement aseptique et étroitement contrôlée.

Cette technique est efficace parce que presque toutes les cellules végétales sont totipotentes - chaque cellule possède l'information génétique et les machines cellulaires nécessaires pour générer un organisme entier.

La micropropagation peut donc être utilisée pour produire un grand nombre de plantes qui sont génétiquement identiques à une plante mère et entre elles.

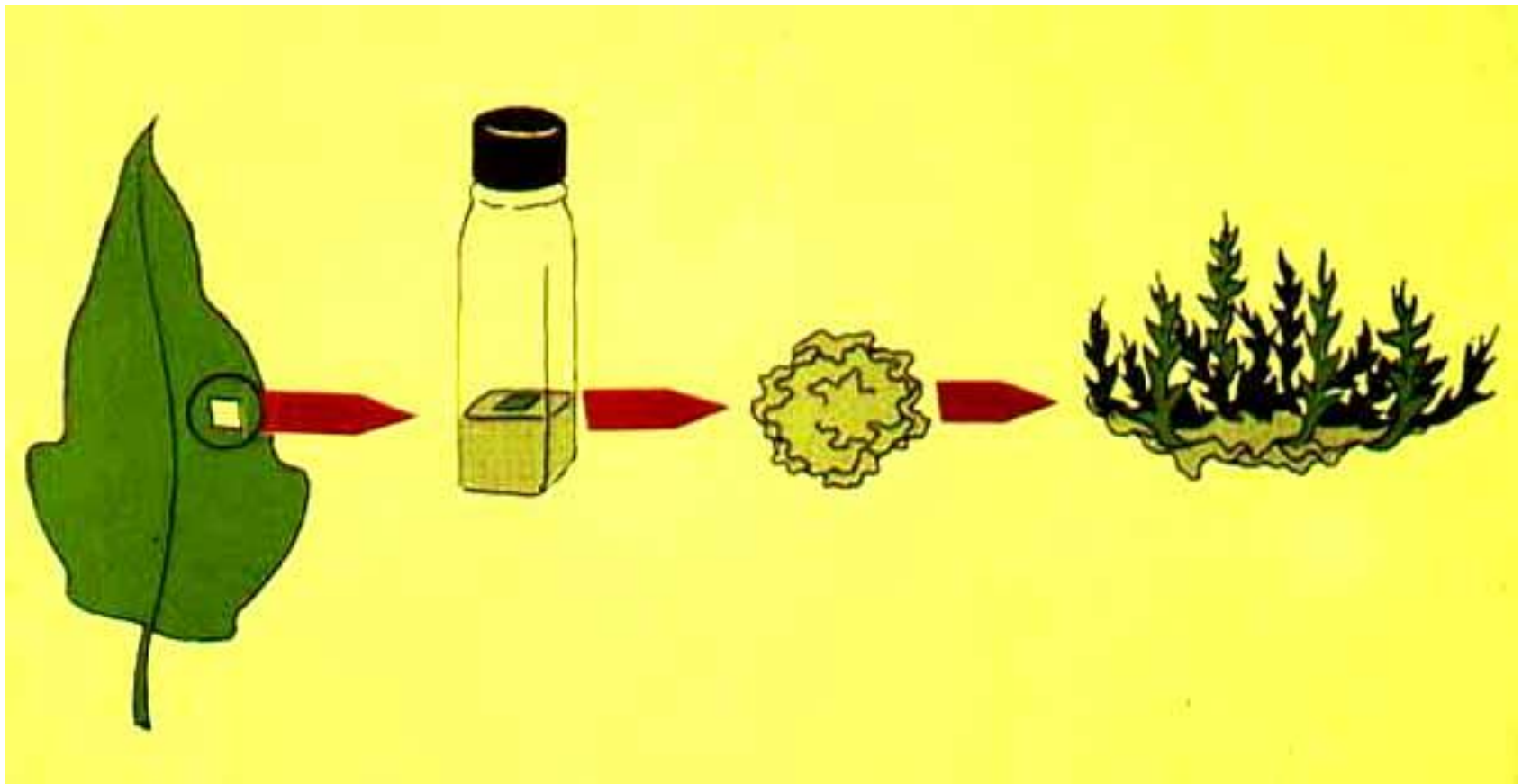
Culture des tissus et micropropagation

Différents types de culture des tissus



Culture des tissus et micropropagation

Micropropagation



Ingénierie génétique

Le génie génétique est un terme utilisé pour la manipulation dirigée de gènes (transfert de gènes entre organismes ou changements dans la séquence d'un gène).

Dans l'amélioration des plantes, la méthode la plus importante et déjà largement utilisée de ce type est le polymorphisme de longueur des fragments de restriction ou RFLP (*Restriction Fragment Long Polymorphism*).

D'autres méthodes sont: transfert de gène, expression transgénique, sélection et régénération végétale.

Polymorphisme de longueur des fragments de restriction (RFLP)

Le RFLP utilise des endonucléases de restriction. Après traitement d'un génome végétal par des endonucléases de restriction, l'ADN végétal est découpé en morceaux de longueur différente, en fonction du nombre de sites de reconnaissance sur l'ADN.

Ces fragments peuvent être séparés en fonction de leur taille par électrophorèse sur gel. Comme deux génomes ne sont pas identiques même à l'intérieur d'une espèce donnée en raison de mutations, le nombre de sites de restriction et donc la longueur et le nombre de fragments d'ADN diffèrent, ce qui donne un motif de bande différent sur le gel d'électrophorèse. Cette variabilité a été appelée polymorphisme de longueur de fragment de restriction (RFLP).

Transfert de Gènes

Dans la reproduction conventionnelle, le pool de gènes disponibles et les traits qu'ils codent est limité en raison de l'incompatibilité sexuelle avec d'autres lignées de la culture en question et avec leurs parents sauvages.

Cette restriction peut être surmontée en utilisant les méthodes de génie génétique qui permettent en principe d'introduire dans le génome de n'importe quelle plante des caractères précieux codés par des gènes spécifiques de n'importe quel organisme (autres plantes, bactéries, champignons, animaux, virus). Les premières expériences de transfert de gènes avec des plantes ont eu lieu au début des années 1980. Normalement, les transgènes sont insérés dans le génome nucléaire d'une cellule végétale.

Transfert de Gènes

Des plantes transgéniques ont été obtenues en utilisant un transfert d'ADN médié par *Agrobacterium* et un transfert direct d'ADN, ce dernier comprenant des procédés tels que le bombardement de particules, l'électroporation et la perméabilisation par polyéthylène glycol.

En savoir plus sur :



1. Transfert d'ADN médié par *Agrobacterium*

<http://rubisco.ugr.es/fisiofar/pagwebinmalcb/contenidos/Tema26/agrobacterium.pdf>



2. Bombardement de particules

<http://www.hos.ufl.edu/sites/default/files/faculty/gamoore/ACCELL.pdf>



3. Electroporation et entrée directe d'ADN dans les protoplastes

http://www.sonidel.com/NEPA21/Direct_Gene_Transfer_into_Plant_Mature_Seeds_via_Electroporation_After_Vacuum_Treatment.pdf

Sélection et régénération des plantes

Dans une expérience de transformation, la proportion de cellules transformées est généralement faible par rapport au nombre de cellules qui restent inchangées. Afin de sélectionner uniquement les cellules qui ont réellement incorporé les nouveaux gènes, les gènes codant pour le caractère souhaité sont fusionnés à un gène qui permet la sélection de cellules transformées, ce que l'on appelle des gènes marqueurs. L'expression du gène marqueur permet aux cellules transgéniques de croître en présence d'un agent sélectif, habituellement un antibiotique ou un herbicide, tandis que les cellules sans le gène marqueur meurent. L'un des gènes marqueurs les plus couramment utilisés est le gène bactérien aminoglycoside-3 'phosphotransférase (APH (3') II), également appelé néomycine

En savoir plus sur : **Sélection et régénération des plantes**



<https://ecommons.usask.ca/bitstream/handle/10388/etd-09162010-220916/chammi.pdf?sequence=1>

Génie génétique pour la protection des plantes

Les stratégies utilisant le génie génétique pour obtenir des plantes résistantes aux maladies et ravageurs ont obtenu différents degrés de résistance contre les insectes, les virus, les champignons et les bactéries avec différentes espèces de cultures comme :

- Résistance aux insectes phytophages ([En savoir plus](#))

http://cdn.intechopen.com/pdfs/37968/InTech-Biotechnological_approaches_for_the_control_of_insect_pests_in_crop_plants.pdf



- Protection contre les infections virales ([En savoir plus](#))

<http://www.iisc.ernet.in/currsci/feb102003/341.pdf>



- Résistance aux fongiques pathogènes ([En savoir plus](#))

<http://www.isb.vt.edu/news/2011/nov/cropfungalresistance.pdf>



- Résistance aux bactéries pathogènes ([En savoir plus](#))

http://arquivo.ufv.br/dbv/pgfvg/bve684/htms/pdfs_revisao/estresse/transgenicapproaches.pdf



Culture biofortifiée en micronutriments

Les carences en micronutriments touchent plus de la moitié de la population mondiale, en particulier dans les pays en développement. Des efforts concertés internationaux et nationaux de fortification et de supplémentation pour lutter contre le fléau de carence en micronutriments ont eu un impact positif, toutefois, sans atteindre les objectifs fixés par les organisations internationales.

La biofortification, la fourniture de micronutriments via des cultures denses en micronutriments, offre une approche rentable et durable, complétant ces efforts en atteignant les populations rurales

Culture biofortifiée en micronutriments

Exemple de HarvestPlus

HarvestPlus est entrain de biofortifier sept cultures vivrières qui peuvent aider à réduire la malnutrition en micronutriments (faim cachée) en Asie et en Afrique.

Haricot	Fer	RD Congo, Rwanda	2012
Manioc	Vitamine A	RDCongo, Nigeria	2011
Maïs	Vitamine A	Nigeria, Zambie	2012
Petit Mil	Fer	Inde	2012
Riz	Zinc	Bangladesh, India	2013
Patate douce	Vitamine A	Mozambique, Uganda	2007
Blé	Zinc	Inde, Pakistan	2013

En savoir plus



<http://iuss.org/19th%20WCSS/Symposium/pdf/1606.pdf>

La biotechnologie animale englobe un large éventail de techniques pour l'amélioration génétique des espèces animales domestiquées, bien que le terme soit de plus en plus associé aux technologies les plus controversées du clonage et du génie génétique.

Malgré les nombreuses applications potentielles de ces deux biotechnologies, aucune entité publique ou privée n'a encore livré un produit agroalimentaire génétiquement modifié au marché mondial ...

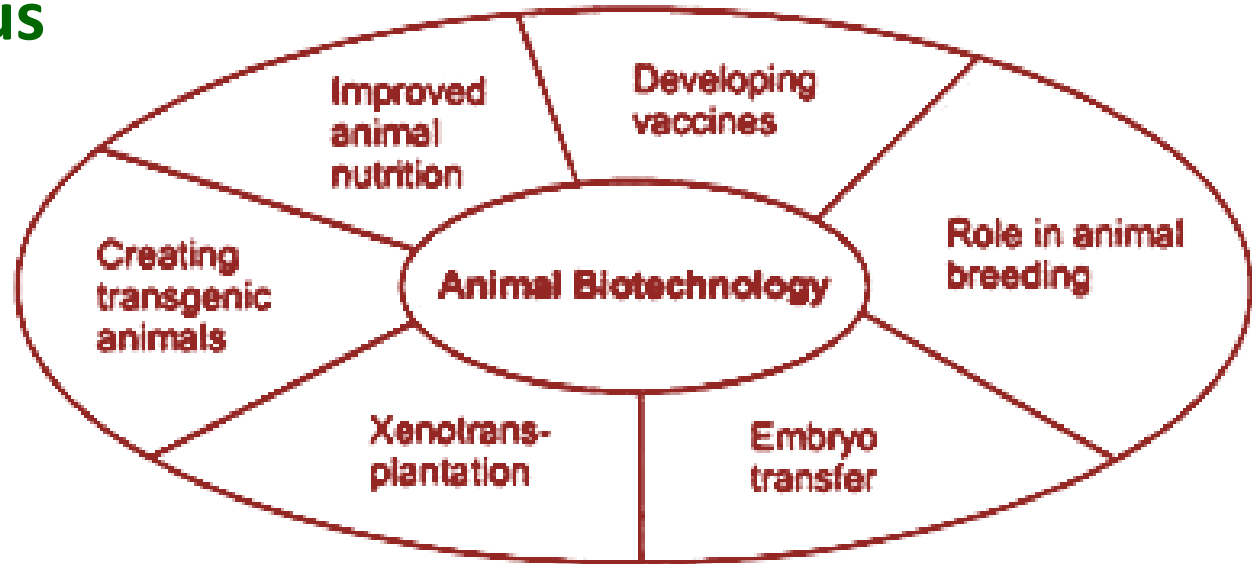
L'industrie de la biotechnologie animale est confrontée à diverses questions scientifiques, réglementaires, éthiques et d'acceptation du public.

Une communication efficace et responsable entre les intervenants scientifiques, communautaires, industriels et gouvernementaux est nécessaire pour parvenir à un consensus sociétal sur les utilisations acceptables du clonage animal et du génie génétique.

Dans cette section, la contribution de la biotechnologie à la production animale en améliorant la composante environnementale des systèmes de production ainsi que la composition génétique du bétail est examinée.

Suite à cet aperçu général, des sujets spécifiques tels que le transfert d'embryons, la fécondation transgénique, in vitro, le sexage des embryons, le clonage et le knock-out des gènes sont examinés

En savoir plus



Biotechnologie et production animale

https://www.abca.com.au/wp-content/uploads/2012/09/ABCA_InfoPaper_5_v2.pdf

Quel est l'avenir de la biotechnologie animale??

http://people.forestry.oregonstate.edu/steve-strauss/sites/people.forestry.oregonstate.edu/steve-strauss/files/VanEenennaam_2006_CalAg_AnBiotech.pdf

La dernière section présente les applications non alimentaires de la biotechnologie avec une référence spécifique à la médecine et l'environnement. Un aperçu des progrès de la biotechnologie avec de nouvelles connaissances sur les causes des maladies et les possibilités de développement de nouvelles thérapies, de médicaments, d'outils de diagnostic et de recherche/instrumentation clinique est donné.

L'état de l'art en biotechnologie environnementale (bioremédiation, biocapteur, biocarburants, écologie moléculaire) est également révisé. Divers sujets pertinents sont choisis pour illustrer chacun des principaux domaines de la biotechnologie environnementale.

Applications biotechnologiques dans l'environnement

L'application de la biotechnologie pour résoudre les problèmes environnementaux dans l'environnement et dans les écosystèmes est appelée biotechnologie environnementale.

Selon la Société internationale pour la biotechnologie environnementale, la biotechnologie environnementale est définie comme un environnement qui aide à développer, à utiliser efficacement et à réguler les systèmes biologiques et à prévenir l'environnement de la pollution ou de la contamination de la terre, de l'air et de l'eau...

Applications de la Biotechnologie en Environnement

Il existe différents types d'applications de la biotechnologie environnementale:

1. **Biomarqueurs** (produit chimique qui aide à mesurer le niveau des dommages causés ou l'exposition de la toxicité ou l'effet de la pollution)
2. **Bioénergie** (Biogaz, biomasse, combustibles et hydrogène)
3. **Bioremédiation** (nettoyage des substances dangereuses par transformation en composés non toxiques ...)
4. **Biotransformation** (modification du complexe / toxiques en composés non toxiques simples)

Applications de la biotechnologie en médecine

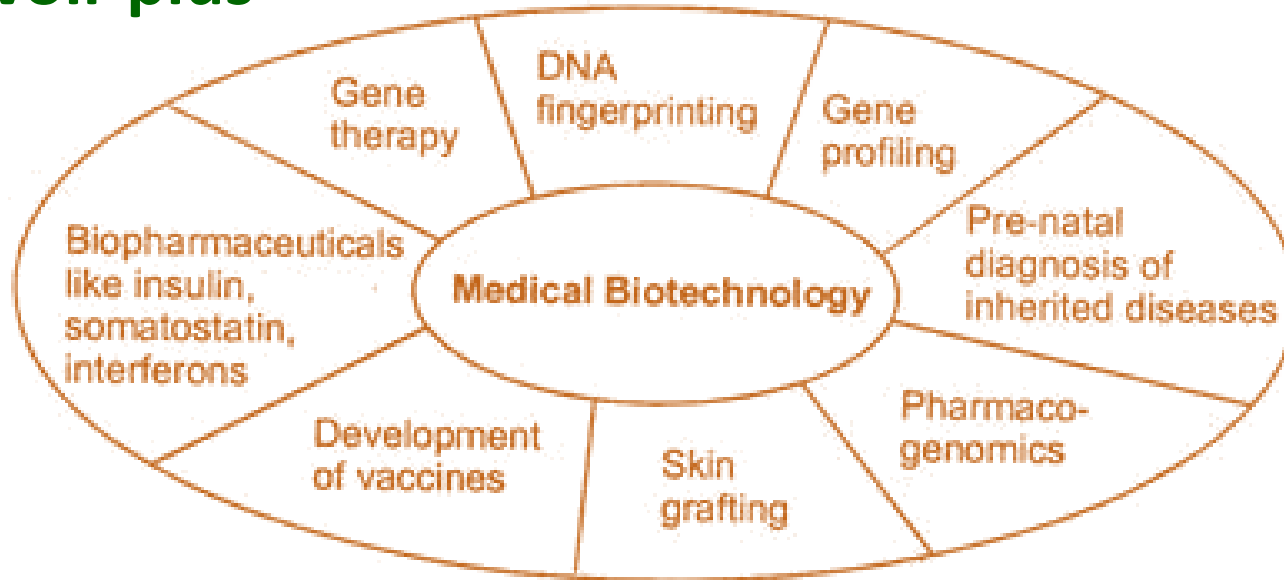
Des améliorations substantielles dans les soins de santé et la production de races et variétés utiles de plantes et d'animaux ont déjà eu lieu et d'autres se produiront au cours des années à venir.

La médecine a déjà beaucoup bénéficié des nouvelles biotechnologies.

L'insuline humaine, premier produit de la biotechnologie, a été mise en vente en 1982

Applications de la biotechnologie en médecine

En savoir plus



Un article de revue sur les applications en biotechnologie en médecine

http://www.irjabs.com/files_site/paperlist/r_1035_130815162300.pdf

Biotechnologie - nouvelles orientations en médecine

https://www.roche.de/en/innovation/grundlagen/biotechnology_new_ways_in_medicine.pdf

Pourcentage des firmes biotechnologiques par domaine d'application

