

COURS

INTRODUCTION AUX BIOTECHNOLOGIES

A l'usage des étudiants de L2

Biotechnologie

Elaboré par :

Dr. BOUSMID Ahlem

1. INTRODUCTION

I.1. Définitions

I.1.1 Biotechnologie : La biotechnologie représente une discipline multidisciplinaire qui combine les potentialités d'une entité vivante, ou d'une de ses parties, avec différentes techniques et procédés dans un dessein économique. Actuellement, la biotechnologie est reconnue comme l'une des technologies les plus émergentes, en raison des avancées significatives de la biologie moléculaire au cours des dernières années.

I.1.2. Origine étymologique du terme "Biotechnologie" : Le terme "biotechnologie" est formé de deux éléments :

- "Bio" dérive du grec "Bios", signifiant la vie. Ce terme a évolué pour donner naissance au mot "Biologie" au début du XIXe siècle.
- "Technologie" provient du grec "Technologia". Ce mot est apparu dans les textes français en 1656 pour désigner "l'étude des techniques, des outils, des machines et des matériaux".

I. 1.3. Origines des biotechnologies

 **Origine et développements des biotechnologies - Bref historique :** On distingue trois étapes dans l'histoire des biotechnologies :

- **Du Néolithique au début du 20e siècle :** utilisation des bactéries, levures, moisissures dans divers domaines tels que l'alimentation, les boissons, et les textiles. Standardisation des procédés de fermentation. Notamment en 1650 avec le procédé d'Orléans pour la fabrication du vinaigre, en 1664 avec la création d'une bière alsacienne réputée, et en 1890 avec le développement des premiers vaccins par Louis Pasteur et Robert Koch.

□ **Des années 1920 aux années 1970** : essor de l'industrie des antibiotiques, des vitamines, etc. Découvertes marquantes telles que la pénicilline par Alexander Fleming en 1927 et la compréhension de l'ADN comme support génétique en 1953.

□ **Depuis le début des années 1970** : progrès en génétique, biologie cellulaire, immunologie avec une "maîtrise" du génome grâce au clonage moléculaire. Notamment, les débuts du "génie génétique" en 1972 avec Stanley Cohen et Georges Kohler, et l'annonce du décodage complet du génome humain en 2002.

L'identification moléculaire de la structure d'un gène, qu'il soit procaryote ou eucaryote, s'effectue en établissant la séquence nucléotidique de l'unité de transcription et en caractérisant les séquences régulatrices qui permettent son expression.

I.4. Histoire et Évolution de la Biotechnologie

I.4.1. Biotechnologie Ancienne (avant 1800) :

L'histoire de la biotechnologie remonte à l'époque où les gens ont commencé à adopter un mode de vie sédentaire vers 9000 av. J.-C. Cette période a été marquée par la découverte souvent fortuite de procédés de fermentation alimentaire, contribuant à l'amélioration des saveurs et des textures. La délibérée contamination par des bactéries ou des champignons, tels que les moisissures, était une pratique courante. En 1866, Louis Pasteur publie des conclusions établissant le lien direct entre la levure et la fermentation des sucres. Plus tard, en 1915, la production de levure de boulangerie est initiée.

I.4.2. Biotechnologie Classique :

Cette période voit l'émergence de divers types de boissons (vin, cidre), ainsi que la production de produits tels que le vinaigre, la glycérine, l'acétone, le butanol, l'acide lactique, les antibiotiques, etc. Des transformations chimiques sont

employées pour la production de produits thérapeutiques, où le substrat réagit avec une enzyme microbienne pour produire le produit final.

I.4.3. Biotechnologie Moderne :

En 1953, JD Watson et FHC Crick lèvent le voile sur les mystères entourant l'ADN en proposant le modèle structurel de l'ADN, connu sous le nom de "modèle double hélice de l'ADN". Cet événement marque le début de la biotechnologie moderne.

I.5 Grands Enjeux Actuels des Biotechnologies et Bionanotechnologies

Nanotechnologies:

Un nanomètre est environ 500 000 fois plus fin que l'épaisseur d'un trait de stylo à bille, 30 000 fois plus fin que l'épaisseur d'un cheveu et 100 fois plus petit qu'une molécule d'ADN. Les nanotechnologies englobent des nano-objets, des particules, fibres ou tubes dont la taille varie entre 1 et 100 nm. Les nanomatériaux, composés ou constitués de nano-objets, présentent des propriétés améliorées liées à la dimension nanométrique. Ces nanotechnologies, débutées au début des années 1980, ont des applications majeures dans les domaines des technologies de l'information, de la santé, des nouveaux matériaux et de l'énergie.

Nanobiotechnologie :

La nanobiotechnologie peut être définie de différentes manières. Certains la décrivent comme l'application de techniques nanotechnologiques pour le développement et l'amélioration de produits et processus biotechnologiques. D'autres réservent le terme "bionanotechnologies" pour décrire l'utilisation de composantes biologiques à l'échelle nanométrique. En pratique, ces termes sont souvent fusionnés sous la catégorie générale de "nanobiotechnologie".

I.6. Définition des Biotechnologies Vertes, Blanches, Rouges, etc.

Le thème central de cette section réside dans la notion que la biotechnologie est actuellement un domaine extrêmement vaste de la recherche scientifique, et le terme "biotechnologie" englobe divers processus et applications, dont beaucoup ne viennent pas immédiatement à l'esprit lorsqu'on évoque ce terme.

a. Biotechnologie Rouge (Médicale) :

La biotechnologie rouge regroupe toutes les utilisations de la biotechnologie liées à la médecine. Cela inclut la production de vaccins et d'antibiotiques, le développement de nouveaux médicaments, les techniques de diagnostic moléculaire, les thérapies de régénération, et l'application du génie génétique pour traiter les maladies par manipulation génétique. Des exemples pertinents englobent la thérapie cellulaire, la médecine régénérative, la thérapie génique, et les médicaments basés sur des molécules biologiques comme les anticorps thérapeutiques.

b. Biotechnologie Blanche (Industrielle) :

La biotechnologie blanche englobe toutes les utilisations de la biotechnologie liées aux processus industriels. Ce secteur, appelé biotechnologie blanche, accorde une attention particulière à la conception de processus et de produits à faible consommation de ressources, les rendant plus écoénergétiques et moins polluants que les méthodes traditionnelles. Cela englobe l'utilisation de microorganismes dans la production de produits chimiques, la conception et la fabrication de nouveaux matériaux pour un usage quotidien (plastiques, textiles...), et le développement de sources d'énergie durables comme les biocarburants.

c. Biotechnologie Grise (Environnementale) :

La biotechnologie grise englobe toutes les applications de la biotechnologie directement liées à l'environnement, incluant la préservation de la biodiversité et l'élimination des contaminants. Pour la préservation de la biodiversité, elle utilise des techniques de biologie moléculaire pour l'analyse génétique des populations et des espèces dans les écosystèmes, ainsi que des techniques de clonage pour préserver les technologies de stockage des espèces et des génomes. En ce qui concerne l'élimination des polluants ou la bioremédiation, la biotechnologie grise utilise des microorganismes et des plantes pour isoler et éliminer diverses substances telles que les métaux lourds et les hydrocarbures, avec la possibilité de réutiliser ces substances ou leurs sous-produits.

d. Biotechnologie Verte (Agricole) :

La biotechnologie verte se concentre sur l'agriculture en tant que domaine de travail. Les approches biotechnologiques vertes incluent la création de nouvelles variétés végétales d'intérêt agricole, la production de biofertilisants et de biopesticides, en utilisant des cultures in vitro et des plantes de clonage. La création de variétés végétales modifiées, principalement par transgénèse, vise à développer des variétés résistantes aux ravageurs et aux maladies, ayant des propriétés nutritionnelles améliorées, et pouvant servir de bio-usines pour la production de substances d'intérêt médical, biomédical ou industriel.

e. Biotechnologie Bleue (Marine) :

La biotechnologie bleue exploite les ressources maritimes pour créer des produits et des applications d'intérêt industriel. En tirant profit de la biodiversité marine, elle offre des opportunités dans divers secteurs. La biotechnologie bleue utilise des matières premières marines, notamment des hydrocolloïdes et des gélifiants, largement utilisées dans l'alimentation, la santé, et d'autres domaines. Elle bénéficie également à la médecine et à la recherche

grâce à l'utilisation de molécules provenant d'organismes marins, tandis que des biomatériaux et des agents régénératifs sont étudiés pour leur utilisation dans ces secteurs. D'autres domaines tels que l'agriculture et les cosmétiques explorent le potentiel de la biotechnologie bleue pour leur développement futur.

I.7. Les catégories de produits en biotechnologie

Bien que l'on associe généralement les biotechnologies aux organismes génétiquement modifiés (OGM), elles permettent de créer essentiellement les mêmes éléments que d'autres technologies, telles que la mécanique à l'échelle humaine, les micro et nanotechnologies. Ces créations englobent des matériaux, des systèmes (mécaniques, optiques, hydrauliques) et des technologies de l'information et de la communication (unités de traitement, de communication, de mémoire ou d'interface).

- **Matériaux**

Les biotechnologies s'appliquent à la création de matériaux biologiques, y compris de nouvelles espèces vivantes. Les protéines peuvent également être utilisées pour produire des matériaux non biologiques, comme observé dans l'ostéogénèse lors de la formation de la matrice minérale osseuse en calcium. Les applications initiales des biotechnologies incluent la production de médicaments, l'alimentation humaine et animale, l'agriculture, l'élevage, les cosmétiques, les enzymes, la bioénergie, et la gestion de l'environnement.

- **Médicaments et Santé**

Dans le domaine pharmaceutique, le nombre de nouvelles molécules actives diminue au fil du temps, soulignant une dynamique contraire à l'intuition.

- **Systèmes Mécaniques, Optiques...**

Les biotechnologies permettent déjà la création de robots bipèdes utilisant des brins d'ADN, tandis que la bioluminescence explore des propriétés optiques spécifiques du vivant.

- **Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)**

Les laboratoires explorent la mémoire ADN et utilisent l'assemblage de chaînes d'ADN pour effectuer des calculs parallèles. Cela implique la traduction de l'ARN en protéine en fonction des substances cellulaires présentes, permettant des fonctions logiques complexes.

I.8. Domaines Industriels Concernés

Les procédés enzymatiques sont des applications industrielles "propres" majeures, couvrant des secteurs tels que l'industrie textile, l'alimentation, les cosmétiques, l'industrie papetière, la fermentation, la production d'antibiotiques, l'utilisation des enzymes, l'industrie des combustibles alternatifs, la biologie moléculaire, etc.

I.9. Les Défis de l'Innovation Biotechnologique

Les biotechnologies ne représentent pas seulement des avancées techniques, mais aussi des changements culturels et sociaux significatifs. Elles soulèvent des questions éthiques en raison du pouvoir inédit qu'elles confèrent à l'homme sur le vivant. Face à l'augmentation du désir de sécurité, le droit à la sécurité sanitaire et à un environnement sain doit être considéré comme un droit fondamental. Les biotechnologies posent des défis entre promesses et menaces, espoirs et risques. Il est crucial de relever ces défis en maintenant un équilibre entre le progrès et les procédures de précaution, dans un cadre d'humanisme éclairé.