



Sécurité Alimentaire et Biotechnologie en Afrique

Ce projet est financé par l'Union Européenne et mis en œuvre par le Secrétariat ACP

MODULE 2 BIOTECHNOLOGIE: HISTOIRE, ÉTAT DE L'ART, FUTUR.

NOTES DE COURS: UNITÉ 1 *INTRODUCTION À LA BIOTECHNOLOGIE, HISTOIRE ET DÉFINITION DES CONCEPTS*

Dr Marcel Daba BENGALY

Université Ouaga I Pr Joseph KI ZERBO

Version finale, février 2017

Avertissement

Cette publication a été produite avec l'aide de l'Union Européenne. Le contenu de cette publication est la responsabilité exclusive des auteurs et ne peut en aucun cas être pris pour refléter les points de vue de l'Union Européenne.

Cette **Unité 1 du Module 2** fait partie intégrante des six modules de cours de niveau de maîtrise (chacun de 20 heures) dans le domaine de la biotechnologie agricole, tel qu'élaboré par le projet EDULINK-FSBA (2013-2017) qui sont:

- *Module 1: Sécurité alimentaire, systèmes agricoles et biotechnologie*
- **Module 2: Biotechnologie: histoire, état de l'art, avenir**
- *Module 3: Réponse du public à l'essor de la biotechnologie*
- *Module 4: Réglementation et approches politiques de la biotechnologie*
- *Module 5: éthique et vision du monde en rapport avec la biotechnologie*
- *Module 6: Adapter la biotechnologie: vers la responsabilité sociale et les approches spécifiques au pays*

PRÉSENTATION DU MODULE 2

INTRODUCTION

La réalisation de la sécurité alimentaire dans sa totalité (disponibilité alimentaire, accès économique et physique à la nourriture, l'utilisation des aliments et la stabilité au fil du temps) continue d'être un défi non seulement pour les pays en développement, mais aussi pour le monde développé. La différence réside dans l'ampleur du problème en termes de gravité et de proportion de la population touchée. Selon les statistiques de la FAO, 842 millions de personnes en 2011-2013, soit environ une personne sur huit dans le monde, souffraient de faim chronique. Malgré les progrès globaux, les différences marquées entre les régions persistent. L'Afrique reste la région avec la plus forte prévalence de la sous-alimentation, avec plus d'une personne sur cinq estimée être sous-alimentée. L'une des causes sous-jacentes de l'insécurité alimentaire dans les pays africains est la croissance **rapide de la population** (la population de l'Afrique devrait atteindre 2,4 milliards en 2050) ce qui rend les perspectives de sécurité alimentaire inquiétantes. Selon certaines projections, l'Afrique produira suffisamment de nourriture pour environ un quart de sa population d'ici 2025. Comment l'Afrique pourrait-elle faire face à son défi de la sécurité alimentaire? La biotechnologie est-elle la clé de la sécurité alimentaire en Afrique?

La capacité de la biotechnologie à éliminer la malnutrition et la faim dans les pays en développement grâce à la production de cultures résistantes aux ravageurs et aux maladies, Ayant plus longtemps durées de conservation, des textures et des arômes raffinés, des rendements plus élevés par unité de terres et de temps, tolérantes aux conditions météorologiques et au sol, etc., a été examiné par plusieurs auteurs. Si la biotechnologie en soi n'est pas une panacée pour les problèmes de la faim et de la pauvreté dans le monde, elle offre des potentiels exceptionnels pour accroître l'efficacité de l'amélioration des cultures, afin d'améliorer la production et la disponibilité alimentaires mondiales de manière durable. Une idée fausse très répandue étant la pensée que la biotechnologie est relativement nouvelle et ne

comprend que l'ADN et le génie génétique. La biotechnologie agricole est donc particulièrement controversée dans le monde entier et en Afrique, et le débat public comporte des vues et des opinions polarisées. Par conséquent, travailler à l'introduction durable de la biotechnologie pour la sécurité alimentaire en Afrique nécessite une compréhension conceptuelle solide par l'apprenant (acteurs et acteurs futurs) de ce qu'est la biotechnologie.

OBJECTIF GENERAL DU MODULE:

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 des processus et méthodes utilisées pour manipuler les organismes vivants ou les substances et produits de ces organismes à des fins médicales, agricoles et industrielles.

OBJECTIFS SPECIFIQUES:

A l'achèvement réussi de ce module, l'apprenant devrait pouvoir :

- Démontrer une connaissance des faits essentiels de l'histoire de biotechnologie et la description d'événements scientifiques clés dans le développement de biotechnologie
- Démontrez la connaissance des définitions et des principes de biotechnologies antiques, classiques et modernes.
- Décrire la théorie, la pratique et le potentiel de biotechnologie actuelle et future
- Décrire et commencer à évaluer les aspects actuelle et future de la recherche et des applications de la biotechnologie.
- Sélectionner et gérer correctement les informations tirées des livres et articles pour communiquer des idées efficacement par écrit, à l'oral et par des moyens visuels sur des questions de biotechnologie.
- Démontrez une appréciation de biotechnologie en Afrique particulièrement dans la réalisation de la sécurité alimentaire.

STRUCTURE DU COURSE

Le contenu du cours est organisé en cinq unités comme suit:

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

UNITE 1:

INTRODUCTION A LA BIOTECHNOLOGIE, HISTOIRE ET DEFINITION DES CONCEPTS (04 HEURES)

PRESENTATION

Objectif

Cette unité vise à introduire les concepts et l'évolution de la biotechnologie en développant une compréhension bien fondée de l'histoire et des définitions de la biotechnologie, notamment des principes généraux, l'intégration de différents domaines, des connaissances spécialisées et des développements sur des sujets spécifiques

Contenu

L'unité comprend donc les sections suivantes :

1. Définition des concepts (*Env. 01 heure*)
2. Histoire & Évolution de Biotechnologie (*Env. 02 heures*)
3. Spectre des applications de la Biotechnologie (*Env. 01 heure*)

Prestation du cours

Diapositives d cours

Les diapositives utilisées dans le cours sont des résumés qui ont pour objectif principal de guider l'apprenant dans son travail personnel (principalement la lecture de la littérature sélectionnée).

⇒ *Lire les diapositives n'est pas un substitut suffisant pour ne pas assister au cours. Les diapositives ne contiennent rien que l'instructeur dit, écrit sur le tableau ou démontre pendant les conférences.*

Notes de cours

Les notes de cours offrent un aperçu d'un sujet (vous devrez compléter le détail) et des informations détaillées sur un sujet (vous devrez remplir le contexte). Il encourage à participer activement au cours en faisant des lectures de référence.

Pour continuer

L'apprenant peut être intéressé par :

- ⇒ Unité 3/Module 2 du cours FSBA sur “*La Biotechnologie agricole : l'état de l'art*”
- ⇒ Module 1 du cours FSBA sur “*Sécurité alimentaire, systèmes agricoles et biotechnologie*”

DEFINITION DES CONCEPTS

Qu'entend-on par biotechnologie ?

La raison d'être de cette question est que pour que la société décide de la gestion de la biotechnologie, il faut d'abord une compréhension commune de ce qu'elle est. Cette section fournit donc les définitions des plus larges de la biotechnologie comme «l'utilisation d'organismes vivants pour répondre aux besoins humains»; aux définitions les plus étroites souvent confinées au génie génétique et à la technologie de l'ADN recombinant selon les institutions et organisations internationales et nationales. Un glossaire de base des termes utilisés dans la biotechnologie est fourni. À la fin, sans prendre parti, le besoin de décider que "choisir" comme signification de la biotechnologie est discuté en tant que fondamental pour faire face aux questions sociales (compréhension et acceptation du public), politiques et législatives.

Origine du terme “Biotechnologie”

Selon Robert Bud¹, le terme «*biotechnologie*» a d'abord été utilisé par le hongrois Károly Ereky en 1919 pour décrire une technologie basée sur la conversion des matières premières en un produit plus utile dans un livre intitulé « *La biotechnologie de la viande, la production de graisse et de lait dans un agricole à grande échelle agricole* ». Pour Ereky, le terme « *biotechnologie* » indique le processus par lequel des matières premières pourraient être mis à niveau biologique en produits socialement utiles. Depuis sa création, la notion de la biotechnologie a été définie de diverses manières

Définitions utilisées par les gouvernements et les organisations

Ceci est une liste des définitions de la biotechnologie utilisées par les gouvernements et les organisations de divers pays dans les évaluations du domaine en développement dans leurs juridictions. La plupart de ces définitions englobent les biotechnologies anciennes et nouvelles.

Canada: La biotechnologie est « l'application des organismes biologiques, des systèmes ou des processus pour les industries manufacturières ou de services ». La biotechnologie est «l'utilisation d'un processus biologique, que ce soit par l'intermédiaire de cellules microbiennes, végétales ou animales, ou de leurs constituants, pour fournir des biens et des services

¹ ROBERT BUD, *History of 'biotechnology'* *Nature* 337, 10 (05 January 1989)

République fédérale d'Allemagne: “La biotechnologie traite de l'introduction de méthodes biologiques dans le cadre des processus techniques et de la production industrielle. Il implique l'application de la microbiologie et de la biochimie avec la chimie technique et l'ingénierie des procédés”

France: “La biotechnologie consiste en l'exploitation industrielle du potentiel des micro-organismes, des cellules animales et végétales et des fractions subcellulaires dérivées d'eux”

Japon: La biotechnologie est «une technologie utilisant des phénomènes biologiques pour la copie et la fabrication de divers types de substances utiles»

Pays - Bas: La biotechnologie est «la science des processus de production basés sur l'action des microorganismes et de leurs composants actifs et des processus de production impliquant l'utilisation de cellules et de tissus à partir d'organismes supérieurs. La technologie médicale, l'agriculture et l'élevage traditionnel ne sont généralement pas considérés comme des biotechnologies »

La définition opérationnelle de la biotechnologie par la FDA

La définition de travail de la FDA de la biotechnologie est « l'application des systèmes biologiques et des organismes aux processus techniques et industriels ». Cette définition est nécessairement large. Elle prend à la fois les sciences «anciennes» et la «nouvelles»: les anciennes techniques de fabrication de bières ou de yogourt ainsi que les utilisations les plus avancées de la technologie de l'ADN recombinant. Il prend en compte beaucoup d'applications, de la production d'enzymes pour des lessives, à la reproduction sélective des plantes et des animaux, au génie génétique de bactéries pour nettoyer des marées noires.

Définition de l'OCDE

En 1982, un groupe d'experts a proposé une définition commune de la biotechnologie pour les pays membres de l'OCDE, dans laquelle elle a été considérée comme «*l'application de principes scientifiques et d'ingénierie au traitement des matériaux par des agents biologiques pour fournir des biens et des services*». Cette définition est encore largement référencée et reste la plus informative.

En 2005, les membres du Groupe ad hoc de statistiques de la biotechnologie de l'OCDE ont élaboré une définition unique listée de la biotechnologie. La définition unique est : “*L'application de la science et de la technologie à des organismes vivants, de même qu'à ses*

composantes, produits et modélisations, pour modifier des matériaux vivants ou non-vivants aux fins de la production de connaissances, de biens et de services”.

- ➔ *La définition de la biotechnologie basée sur la liste comprend: l'ADN / l'ARN, les protéines et autres molécules, la culture et l'ingénierie des cellules et des tissus, les techniques de biotechnologie des procédés, les vecteurs de gènes et d'ARN, la bioinformatique et la nanobiotechnologie, etc. La définition de la biotechnologie de l'OCDE est très large car elle couvre toutes les biotechnologies modernes et aussi de nombreuses activités traditionnelles et intermédiaires.*

Exemple de définitions étroites

Biotechnologie à l'Université hébraïque (1992): “ La manipulation [directe] de la nature au profit de l'humanité aux niveaux subcellulaire et moléculaire ”

Bureau américain de l'évaluation des technologies (1984): " La «nouvelle» biotechnologie est l'utilisation industrielle de l'ADN recombinant, de la diffusion cellulaire et de nouvelles techniques de bioprocédés ”.

Voir plus sur les définitions de la biotechnologie à:

- a) <https://www.princeton.edu/~ota/disk3/1984/8407/840724.PDF>
- b) <http://www.eolss.net/sample-chapters/c14/e1-36-13.pdf>
- c) http://nvsrochd.gov.in/s_club/biology/ch11_bilas.pdf

La biotechnologie un domaine multidisciplinaire

La biotechnologie est un domaine clairement multidisciplinaire impliquant la biochimie, la biologie moléculaire, la génétique, l'immunologie, la microbiologie, la pharmacologie, la fermentation, l'agriculture, pour ne citer que quelques-uns. Chacun des domaines contributifs apporte son propre vocabulaire spécial et les normes de nomenclature et les difficultés considérables de communication sont le résultat. Il est donc important de se familiariser avec la terminologie; pour cela, un glossaire de la biotechnologie et du génie génétique résumant l'état de la terminologie dans les différentes disciplines qui constituent la biotechnologie est donné : <http://www.fao.org/3/a-x3910e.pdf>.

HISTOIRE ET EVOLUTION DE LA BIOTECHNOLOGIE

Cette deuxième section introduit en outre les concepts de biotechnologie à travers la présentation du calendrier montrant la progression de la domestication la plus ancienne des cultures et des animaux (avant l'ère commune) aux méthodes modernes de biotechnologie au 21^{ème} siècle. La classification en biotechnologie ancienne (1^{ère} génération), la biotechnologie classique (2^e génération) et la biotechnologie moderne (3^e génération) est présentée. Les dates sont des repères de réponses scientifiques, sociales et des percées réglementaires, et des preuves scientifiques sur

l'importance du rôle de la biotechnologie comme outils pour améliorer la production alimentaire (cultures, alimentation et élevage) sont mises en évidence

Cette deuxième section introduit d'avantage les concepts de biotechnologie à travers la présentation du calendrier montrant la progression de la domestication la plus ancienne des cultures et des animaux (avant l'ère commune) aux méthodes modernes de biotechnologie au 21ème siècle. La classification dans la biotechnologie en ancienne (1ère génération), biotechnologie classique (2ème génération) et biotechnologie moderne (3ème génération) est présentée. Les dates comme repères de réponses scientifiques, sociales et des percées réglementaires, et des preuves scientifiques sur l'importance du rôle de la biotechnologie comme outils pour améliorer la production alimentaire (cultures, alimentation et élevage) sont mises en évidence.

Chronologie de la biotechnologie

L'application historique de la Biotechnologie est fournie ci-dessous depuis la période d'avant notre ère; et l'évolution de l'agriculture est résumée dans le [Tableau 1/1](#).

Avant notre ère

- 7000 av. J.-C. - Les Chinois découvrent la fermentation par la fabrication de la bière.
- 6000 av. J.-C. – Le yogourt et le fromage sont fabriqués avec des bactéries productrices d'acide lactique par différentes personnes.
- 4000 av. J.-C. - Les Egyptiens font cuire du pain levé avec de la levure.
- 500 av. J.-C. - Le caillé de soja moulu est utilisé comme antibiotique.
- 250 av. J.-C. - Les Grecs pratiquent la rotation des cultures pour une fertilité maximale du sol.
- 100 av. J.-C. - Les Chinois utilisent le chrysanthème comme insecticide naturel

Avant le 20^e siècle

- 1663 - Première description enregistrée des cellules mourantes par Robert Hooke.
- 1675 - Antonie van Leeuwenhoek découvre et décrit le vagin et les protozoaires.
- 1798 - Edward Jenner utilise le premier vaccin viral pour inoculer un enfant varioleux.
- 1802 - La première utilisation enregistrée du mot biologie.
- 1824 - Henri Dutrochet découvre que les tissus sont composés de cellules vivantes.
- 1838 - Protéines découvertes, nommées et enregistrées par Gerardus Johannes Mulder et Jöns Jacob Berzelius.
- 1862 - Louis Pasteur découvre l'origine bactérienne de la fermentation.
- 1863 - Gregor Mendel découvre les lois de l'hérédité.

- 1864 - Antonin Prandtl invente la première centrifugeuse à séparer la crème du lait.
- 1869 - Friedrich Miescher identifie l'ADN dans le sperme d'une truite.
- 1871 - Ernst Hoppe-Seyler découvre l'invertase, qui est encore utilisée pour fabriquer des édulcorants artificiels.
- 1877 - Robert Koch développe une technique de coloration des bactéries pour l'identification.
- 1878 - Walther Flemming découvre la chromatine conduisant à la découverte de chromosomes.
- 1881 - Louis Pasteur développe des vaccins contre les bactéries qui causent le choléra et l'anthrax chez les poulets.
- 1885 - Louis Pasteur et Emile Roux développent le premier vaccin contre la rage et l'utilisent sur Joseph Meister

20^{ème} siècle

- 1919 - Károly Ereky, Un ingénieur agricole hongrois, utilise pour la première fois le mot biotechnologie
- 1928 - Alexander Fleming remarque qu'une certaine moisissure pourrait arrêter la duplication des bactéries, conduisant au premier antibiotique: la pénicilline.
- 1933 - Le maïs hybride est commercialisé.
- 1942 - La pénicilline est produite en masse par des microbes pour la première fois.
- 1950 - Le premier antibiotique synthétique est créé.
- 1951 - L'insémination artificielle du bétail est réalisée en utilisant du sperme congelé.
- 1952 - L.V. Radushkevich et V.M. Lukyanovich publie des images claires de tubes de 50 nanomètres en carbone, dans le Soviet Journal of Physical Chemistry.
- 1953 - James D. Watson et Francis Crick décrivent la structure de l'ADN.
- 1958 - Le terme bionics est inventé par Jack E. Steele.
- 1964 - Le premier bras myoélectrique commercial est développé par l'Institut central de recherche sur la prothèse de l'URSS et distribué par l'Hangar Limb Factory du Royaume-Uni.
- 1972 - La composition de l'ADN des chimpanzés et des gorilles se révèle être 99% similaire à celle des humains.
- 1973 - Stanley Norman Cohen et Herbert Boyer effectuent la première expérience d'ADN recombinant réussie, en utilisant des gènes bactériens.
- 1974 - Des scientifiques inventent le premier biociment pour les applications industrielles.

- 1975 - Méthode de production d'anticorps monoclonaux développée par Köhler et César Milstein.
- 1978 - Les scientifiques de Caroline du Nord Clyde Hutchison et Marshall Edgell montrent qu'il est possible d'introduire des mutations spécifiques sur des sites spécifiques dans une molécule d'ADN.
- 1980 - Le brevet américain de clonage de gènes est attribué à Cohen et Boyer.
- 1982 - Humulin, l'insuline humaine de Genentech produite par des bactéries génétiquement modifiées pour le traitement du diabète, est la première drogue biotechnologique à être approuvée par la *Food and Drug Administration*.
- 1983 - La technique de réaction en chaîne de la polymérase (PCR) est conçue.
- 1990 - Le premier traitement de thérapie génique approuvé par le gouvernement fédéral est effectué avec succès chez une jeune fille qui souffrait d'un trouble immunitaire.
- 1994 - La *Food and Drug Administration* des États-Unis approuve le premier aliment génétiquement modifiée: la tomate «Flavr Savr».
- 1997 - Les scientifiques britanniques, dirigés par Ian Wilmut du Roslin Institute, rapportent le clonage de Dolly le mouton en utilisant l'ADN de deux cellules de moutons adultes.
- 1999 - Découverte du gène responsable du développement de la fibrose kystique.
- 2000 - Achèvement d'un «brouillon» du génome humain dans le projet du génome humain.

21st Century

- 2001 - *Celera Genomics* et le *Human Genome Project* créent un brouillon de la séquence du génome humain. Il est publié par *Science and Nature Magazine*.
- 2002 - Le riz devient la première culture dont le génome est décodé.
- 2003 - Le projet du génome humain est complété, fournissant des informations sur les emplacements et la séquence des gènes humains sur tous les 46 chromosomes.
- 2008 - Les astronomes japonais lancent le premier module d'expérimentation médicale appelé «Kibo», destiné à être utilisé sur la Station spatiale internationale.
- 2009 - *Cedars-Sinai Heart Institute* utilise des gènes de cœur SAN modifiés pour créer le premier stimulateur cardiaque viral chez les cobayes, maintenant appelés iSAN.
- 2012 - Zac Vawter, âgé de trente ans, utilise avec succès une jambe bionique contrôlée par le système nerveux pour escalader la *Chicago Willis Tower*.

Tableau 1/1: Une chronologie de la technologie agricole

Technologies	Ere	Interventions génétiques
Traditionnel	Env. 10 000 ans av. JC	Les civilisations issues de la diversité biologique naturelle, des Cultures et animaux domestiques ont commencé à sélectionner les matériaux végétaux pour la propagation et les animaux destinés à l'élevage
	Env. 3 000 av. JC	Brassage de bière, fabrication de fromage et fermentation du vin
Conventionnel	Fin du dix-neuvième siècle	Identification des principes d'hérédité par Gregor Mendel en 1865, jetant les bases pour des méthodes de reproduction classiques
	Années 1930	Développement de cultures hybrides commerciales
	Années 1940 à 1960	Utilisation de mutagenèse, culture tissulaire, régénération végétale. Découverte de la transformation et de la transduction. Découverte par Watson et Crick de la structure de l'ADN en 1953. Identification des gènes qui se détachent et se déplacent (transposons)
Moderne	Années 1970	L'avènement du transfert de gènes par des techniques d'ADN recombinant. Utilisation du sauvetage d'embryons et de la fusion de protoplastes dans l'élevage et l'insémination artificielle dans la reproduction animale
	Années 1980	L'insuline comme premier produit commercial du transfert de gènes. Culture tissulaire pour la propagation de masse dans les plantes et le transfert d'embryons dans la production animale
	1990	Des empreintes génétiques étendues d'un large éventail d'organismes. Premiers essais sur le terrain de variétés de plantes génétiquement modifiées en 1990, suivis de la première version commerciale en 1992. Vaccins et hormones génétiquement modifiés et clonage d'animaux
	Années 2000	Bioinformatique, génomique, protéomique, métabolomique

Source: Adapté de van der Walt (2000) et FAO (2002)

Voir plus sur le calendrier de la biotechnologie à:

- https://www.currituck.k12.nc.us/cms/lib/NC01001303/Centricity/Domain/761/careersInBiomufacturing_unit1_biotechTimeline.pdf
- <http://archive.industry.gov.au/Biotechnologyonline.gov.au/foodag/timeline.html>

Etapes de la biotechnologie

Ancienne biotechnologie (avant 1800)

La plupart des développements dans la période ancienne, c'est-à-dire avant l'année 1800, peuvent être appelés «découvertes» ou «développements». Si nous étudions tous ces développements, nous pouvons conclure que toutes ces inventions étaient basées sur des observations communes de la nature, qui pourraient être testés pour l'amélioration de la vie humaine à ce moment-là.

La nourriture, les vêtements et les abris sont les besoins fondamentaux les plus importants des êtres humains, que ce soit dans l'époque ancienne ou dans la période moderne. Le seul facteur qui a changé est leurs types et leurs origines. La nourriture a été un besoin fondamental depuis l'existence de l'homme ainsi que pour l'existence continue d'êtres humains. L'homme primitif mangeait de la viande crue, chaque fois qu'il trouvait un animal mort. Cependant, pendant les conditions météorologiques difficiles, il y avait une pénurie de nourriture, par conséquent, selon le mot, «la nécessité est la mère de toutes les inventions», ce qui a conduit à la domestication des produits alimentaires, qui s'appelle «agriculture». Dans les temps anciens, les humains ont exploré les possibilités de mettre à disposition des aliments en le cultivant près de leurs abris, de sorte que les besoins fondamentaux en nourriture puissent être facilement satisfaits. Ils ont apporté des semences de plantes (principalement des graines) et les ont semés près de leurs abris. Ils ont compris l'importance de l'eau, de la lumière et d'autres exigences pour la croissance optimale des plantes alimentaires. Des principes et des besoins semblables les ont également amenés à commencer la domestication de différents animaux sauvages, ce qui les a aidés à améliorer leurs conditions de vie et à satisfaire leur faim. Le besoin de chasser l'animal a été supprimé; vu que les animaux étaient à leur disposition à proximité, et ils n'avaient pas à faire face aux conditions dangereuses de la chasse. La domestication des animaux sauvages était le début de l'observation, des implications et des applications de l'élevage. Certes, on peut dire que c'était la période initiale d'évolution de l'agriculture, ce qui a conduit à d'autres besoins comme le développement de méthodes de conservation et de stockage des aliments. Ils ont utilisé des grottes froides pour conserver les aliments pour un stockage à long terme. Il a également ouvert la voie à l'évolution des pots pour stocker des produits alimentaires, sous forme de sacs en cuir, bocaux d'argile, etc.

Après la domestication des cultures vivrières et des animaux sauvages, l'homme a passé à d'autres nouvelles observations comme le fromage, le caillé, etc. Certes, le fromage peut être considéré comme l'un des premiers produits directs (ou sous-produits) de la biotechnologie, car il a été préparé par ajoutant de la présure (une enzyme trouvée dans l'estomac des veaux) au lait caillé, ce qui est possible uniquement en exposant le lait aux microbes (bien que cette compréhension ne fut pas à l'époque). La levure est l'un des plus anciens microbes exploités par les humains pour leur bénéfice. La levure a été largement utilisée pour produire du pain, du vinaigre et d'autres produits de fermentation, y compris la production de boissons alcoolisées comme le whisky, le vin, la bière, etc. Le vinaigre a une importance capitale en raison de son faible pH. Le vinaigre est capable de prévenir la croissance de certains microbes et, par conséquent, le vinaigre peut être utilisé avec succès pour la conservation des aliments. Les

découvertes et les avantages de ces observations ont amené les gens à travailler sur l'amélioration du processus. La fermentation était un outil puissant pour améliorer leurs conditions de vie, même s'ils ignoraient le principe qui l'étayait.

L'un des plus anciens exemples de croisement au profit des humains est le mulet. Le mulet est une progéniture d'un âne masculin et d'une jument. Les gens ont commencé à utiliser des mulets pour le transport de charges et l'agriculture, quand il n'y avait pas de tracteurs ou de camions. Le mulet est comparativement plus facile à obtenir que le Hinny (descendance d'un cheval masculin et d'une femelle). Mulet et Hinny ont tous deux un nombre de chromosomes 63, contrairement au cheval (64) et à l'âne (62).

Biotechnologie classique

La deuxième phase de l'évolution et du développement de la biotechnologie peut s'appeler «Biotechnologie classique». Cette phase existait de 1800 à presque au milieu du vingtième siècle. Au cours de cette période, diverses observations ont commencé à se répandre, avec des preuves scientifiques. Ils ont tous été très utiles pour résoudre les énigmes de la biotechnologie. Chaque contribution de différents individus a aidé à résoudre le casse-tête et à ouvrir la voie à de nouvelles découvertes.

Les bases du transfert d'informations génétiques sont au cœur de la biotechnologie. Ce fut, pour la première fois, déchiffré dans les plantes, c'est-à-dire *Pisum sativum*, communément connu sous le nom de plante de pois. Ces observations ont été décodées par Gregor John Mendel (1822-1884), moine augustinien autrichien. Mendel à cette époque a présenté "Les lois de l'hérédité " à la Société des sciences naturelles à Brunn, en Autriche. Mendel a proposé que des unités internes invisibles d'information expliquent les traits observables, et que ces «facteurs» - appelés plus tard comme gènes, passés d'une génération à l'autre. Cependant, la partie triste de l'histoire est que Mendel a échoué à obtenir la reconnaissance due pour sa découverte pendant presque 34 ans après sa mort lorsque d'autres scientifiques comme Hugo de Vries, Erich Von Tschermak et Carl Correns ont validé le travail de Mendel en 1900. La raison pour laquelle l'étude de Mendel est restée inaperçue pendant une si longue période, c'est que, en même temps, la théorie de l'évolution de Charles Darwin était tellement consomnieuse qu'elle a mis l'ombre sur l'importance du travail accompli par Mendel

Presqu'au même moment, Robert Brown avait découvert le noyau dans les cellules, tandis qu'en 1868, Fredrich Miescher, un biologiste suisse signalait une nucléine, un composé qui consistait en un acide nucléique qu'il a extrait des cellules de pus, c'est-à-dire des globules blancs (GB).

Ces deux découvertes sont à la base de la biologie moléculaire moderne, de la découverte de l'ADN comme matériau génétique et du rôle de l'ADN dans le transfert de l'information génétique. En 1881, Robert Koch, un médecin allemand, a décrit les colonies bactériennes qui poussent sur des tranches de pommes de terre (premier milieu solide). Walter Hesse, l'un des collègues du laboratoire de Koch, a découvert de l'agar quand il a demandé à sa femme ce qui a maintenu la gelée solide même à haute température de l'été. Elle a dit, c'est de l'agar agar, depuis lors l'agar nutritif est devenu le milieu le plus acceptable et utile pour obtenir des cultures microbiennes pures ainsi que pour leur identification. En 1888, Heinrich Wilhelm Gottfried Von Waldeyer-Hartz, un scientifique allemand a inventé le terme «Chromosome», qui est considéré comme une structure organisée d'ADN et de protéines présentes dans des cellules ou d'une seule pièce d'ADN enroulé contenant de nombreux gènes, éléments régulateurs et d'autres séquences nucléotidiques. D'autres découvertes importantes au cours de cette période ont été la vaccination contre la variole et la rage développée par Edward Jenner, un médecin britannique et Louis Pasteur, un biologiste français.

À cette époque, le développement et la croissance des sciences biologiques semblaient atteindre la phase exponentielle. Le principe de la génétique en hérédité a été redéfini par T H Morgan, qui a montré l'hérédité et le rôle des chromosomes dans l'hérédité en utilisant des mouches de fruits, à savoir *Drosophila melanogaster*. Ce travail historique de TH Morgan a été nommé «La théorie du gène» en 1926. Avant la publication du travail de Morgan, en 1909, le terme «Gène» avait déjà été inventé par Wilhelm Johannsen (1857-1927), qui a décrit 'le gène' comme le porteur de l'hérédité. Johannsen a inventé les termes «génotype» et «phénotype». Le «génotype» était destiné à décrire la constitution génétique d'un organisme, tandis que le «phénotype» était destiné à décrire l'organisme réel. À cette époque, la génétique a commencé à gagner son importance, ce qui a conduit au début du Mouvement Eugénique aux Etats-Unis, en 1924. Par conséquent, en 1924, la Loi sur l'immigration des États-Unis a été utilisée pour restreindre l'afflux d'immigrants peu éduqués du Sud et de l'Est En Europe, en raison de leur infériorité génétique présumée.

Presqu'au même moment, en Grande-Bretagne, Alexander Fleming, un médecin, a découvert des antibiotiques, lorsqu'il a observé qu'un microorganisme peut être utilisé pour tuer un autre microorganisme, une véritable représentation de la politique de "diviser et gouverner" les humains. Fleming a noté que toutes les bactéries (Staphylocoques) sont mortes lorsqu'une moisissure poussait dans une boîte à pétri. Plus tard il a découvert 'la pénicilline' la toxine antibactérienne de la moisissure *Penicillium notatum*, qui pourrait être utilisé contre de

nombreuses maladies infectieuses. Fleming a écrit: «Quand je me suis réveillé juste après l'aube le 28 septembre 1928, je n'ai certainement pas prévu de révolutionner tous les médicaments en découvrant le premier antibiotique du monde, ou le tueur de bactéries». En fait, les vaccins et les antibiotiques se révélèrent être les meilleurs sauveurs de l'humanité. Pouvons-nous attribuer à ces deux découvertes la population en constante augmentation ainsi que la population mondiale vieillissante ?

Biotechnologie moderne

La Seconde Guerre mondiale a été un obstacle majeur aux découvertes scientifiques. Après la fin de la seconde guerre mondiale, des découvertes très cruciales ont été mentionnées, ce qui a ouvert la voie à la biotechnologie moderne et à son statut actuel. En 1953, JD Watson et FHC Crick ont dégagé pour la première fois les mystères autour de l'ADN en tant que matériau génétique, en donnant un modèle structurel d'ADN, connu sous le nom de «Modèle Double Hélice de l'ADN». Ce modèle a permis d'expliquer divers phénomènes liés à la réplication de l'ADN et son rôle dans l'hérédité. Plus tard, Jacob et Monod ont donné le concept d'Operon en 1961, tandis que Kohler et Milstein en 1975, ont proposé le concept d'hybridation cytoplasmique et ont produit les premiers anticorps monoclonaux, qui ont révolutionné les diagnostics

À cette époque, il semblait que la communauté scientifique mondiale disposait de presque tous les outils de base pour leurs applications, de même que la majorité des concepts de base avaient été élucidés, ce qui a rapidement ouvert le chemin vers d'importantes découvertes scientifiques. Le Dr Hargobind Khorana a pu synthétiser l'ADN dans un tube à essai, tandis que Karl Mullis a ajouté de la valeur à la découverte de Khorana en amplifiant l'ADN dans un tube à essai, mille fois plus que la quantité d'ADN originale. À l'aide de ce progrès technologique, d'autres scientifiques ont pu insérer un ADN étranger dans un autre hôte et ont même été en mesure de surveiller le transfert d'un ADN étranger dans la prochaine génération. L'apparition du VIH / sida comme une maladie mortelle a considérablement contribué à améliorer les outils utilisés par les scientifiques de la vie pour les découvertes et les applications dans divers aspects de la vie quotidienne. Pendant ce temps, Ian Wilmut, un scientifique irlandais, a réussi à cloner un animal adulte, en utilisant le mouton comme modèle, et il a nommé le mouton cloné comme «Dolly». Craig Venter, en 2000, a pu séquencer le génome humain; le premier génome publiquement disponible provient de JD Watson et Craig Venter lui-même. Ces découvertes ont des implications et des applications illimitées. En 2010, Craig Venter a réussi à démontrer qu'un génome de synthèse pourrait se reproduire de manière autonome. Cela devrait-il être considéré

comme une nouvelle possibilité de créer la vie dans un tube à essai, qui pourrait être planifié et conçu par l'être humain en utilisant un stylo, un crayon, un ordinateur et une bioinformatique comme outils? À l'avenir, pouvons-nous produire la vie selon notre imagination et nos caprices?

La biotechnologie a amené l'humanité à un niveau de confort; la prochaine question est, où cela nous emmènera-t-il ? La biotechnologie a des potentiels bénéfiques et destructeurs. C'est, nous qui devrions décider comment utiliser cette technologie pour aider l'humanité plutôt que pour la détruire.

SPECTRE D'APPLICATIONS DE BIOTECHNOLOGIE

Le concept central de cette section est que la biotechnologie est de nos jours un domaine très large de la recherche scientifique et le terme «biotechnologie» englobe de nombreux processus et applications. Beaucoup de ces utilisations ne viennent pas immédiatement à l'esprit lorsque le terme «biotechnologie» est mentionné. Cette section couvre le spectre des principales applications de la biotechnologie en utilisant le code des couleurs: biotechnologie verte liée à l'agriculture, rouge liée à la médecine, blanc à l'industrie, etc. (voir Fig. 1/1).

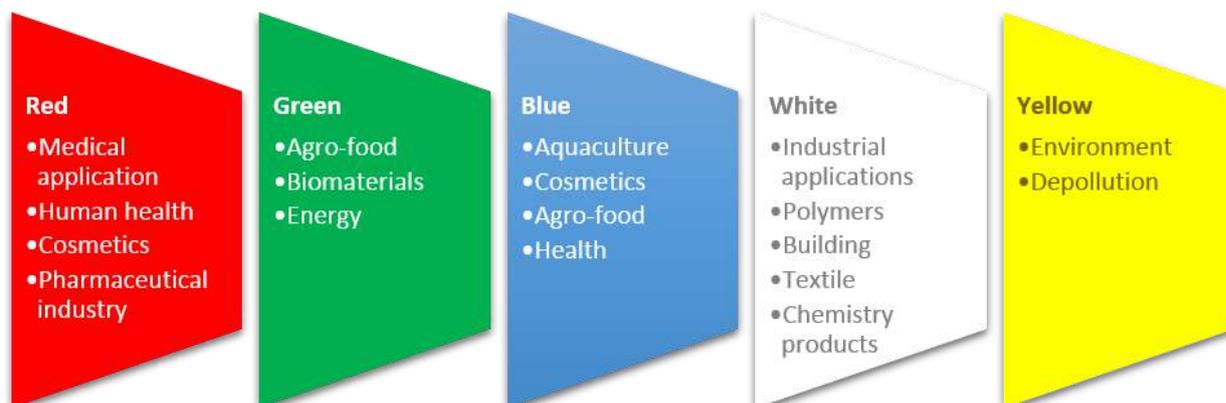


Fig. 1/1: Principales applications de la biotechnologie utilisant le code des couleurs

Biotechnologie rouge / Médecine

La biotechnologie rouge rassemble toutes les utilisations de la biotechnologie liées à la médecine. La biotechnologie rouge comprend la production de vaccins et d'antibiotiques, le développement de nouveaux médicaments, les techniques de diagnostic moléculaire, les thérapies de régénération et le développement du génie génétique pour guérir les maladies par la manipulation génétique. Certains exemples pertinents de biotechnologie rouge sont la thérapie

cellulaire et la médecine régénérative, la thérapie génique et les médicaments à base de molécules biologiques telles que les anticorps thérapeutiques.

Voir plus sur la biotechnologie médicale à:

- a) <http://archive.unu.edu/unupress/sample-chapters/medicalbiotechnology.pdf>
- b) <http://www.wtec.org/loyola/nano/TWGN.Research.Directions/chapter08.pdf>

Biotechnologie blanche / Industrie

La biotechnologie blanche comprend toutes les utilisations de la biotechnologie liées aux procédés industriels - c'est pourquoi elle s'appelle aussi «biotechnologie industrielle». La biotechnologie blanche accorde une attention particulière à la conception de processus et de produits à faible consommation de ressources, ce qui les rend plus éconergétiques et moins polluants que ceux traditionnels. On trouve de nombreux exemples de biotechnologie blanche, comme l'utilisation de microorganismes dans la production de produits chimiques, la conception et la production de nouveaux matériaux à usage quotidien (matières plastiques, textiles ...) et le développement de nouvelles sources d'énergie durables comme les biocarburants.

Voir plus sur la biotechnologie industrielle à:

- a) <https://www.eolss.net/sample-chapters/C17/E6-58-05-00.pdf>
- b) <http://scs.illinois.edu/~zhaogrp/publications/HZ82.pdf>

Biotechnologie grise / Environnement

La biotechnologie grise comprend toutes les applications de la biotechnologie directement liées à l'environnement. Ces applications peuvent être divisées en deux branches principales: l'entretien de la biodiversité et l'élimination des contaminants. En ce qui concerne le premier, il convient de mentionner l'application de la biologie moléculaire à l'analyse génétique des populations et des espèces qui font partie des écosystèmes, de leur comparaison et de leur classification, ainsi que des techniques de clonage visant à préserver les technologies de stockage des espèces et du génome. En ce qui concerne l'élimination des polluants ou la bioremédiation, la biotechnologie grise utilise des microorganismes et des plantes pour isoler et éliminer différentes substances telles que les métaux lourds et les hydrocarbures, avec la possibilité supplémentaire d'utiliser ultérieurement ces substances ou sous-produits de cette activité.

Voir plus sur la biotechnologie environnementale à:

- a) <http://library.umac.mo/ebooks/b28045907.pdf>
- b) <https://www2.hcmuaf.edu.vn/data/quoctuan/Environmental%20Biotechnology%20-%20Theory%20and%20Application,%20G%20M%20Evans%20&%20J%20C%20Furlong.pdf>

Biotechnologie verte / Agriculture

La biotechnologie verte est axée sur l'agriculture en tant que domaine de travail. Les approches biotechnologiques vertes et les applications comprennent 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 première approche est celle qui doit être développée et susciter le plus d'intérêt et la controverse sociale. La production de variétés végétales modifiées est basée presque exclusivement sur la transgénèse, ou l'introduction de gènes d'intérêt d'une autre variété ou d'un organisme dans la plante. Trois objectifs principaux sont recherchés en utilisant cette technologie. Tout d'abord, on s'attend à ce que les variétés soient résistantes aux ravageurs et aux maladies, par exemple, des variétés de maïs actuellement utilisées et commercialisées résistant aux ravageurs comme la pyrale de la tige de maïs. Deuxièmement, l'utilisation de plantes transgéniques vise à développer des variétés ayant des propriétés nutritionnelles améliorées (par exemple, une teneur plus élevée en vitamines). Enfin, la transgénèse dans les plantes est également étudiée comme moyen de développer des variétés végétales pouvant servir de bio-usines et produire des substances d'intérêt médical, biomédical ou industriel en quantités faciles à isoler et à purifier.

Voir plus sur la biotechnologie agricole à :

- a) http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnacn153.pdf
- b) <https://pdfs.semanticscholar.org/664b/d7ad053069c4e2903a9159f09ffade01f30b.pdf>

Biotechnologie bleue / Mer

La biotechnologie bleue repose sur l'exploitation des ressources maritimes pour créer des produits et des applications d'intérêt industriel. Compte tenu du fait que la mer présente la plus grande biodiversité, il existe potentiellement une vaste gamme de secteurs pour bénéficier de l'utilisation de ce type de biotechnologie. De nombreux produits et applications de la biotechnologie bleue sont encore objet d'étude et de recherche, bien que certains d'entre eux soient réellement utilisés quotidiennement.

- Sans doute, l'utilisation des matières premières de la mer représente la biotechnologie bleue la plus répandue dans de nombreux secteurs différents. Ces matériaux, principalement des hydrocolloïdes et des gélifiants, sont déjà largement utilisés dans l'alimentation, la santé, le traitement, etc. La médecine et la recherche sont d'autres grands bénéficiaires du développement de la biotechnologie bleue. Certaines molécules marqueurs provenant d'organismes marins sont maintenant couramment utilisées dans la recherche. Des molécules enzymatiquement actives utiles dans le diagnostic et la recherche ont également été isolées des organismes marins. Certains biomatériaux et agents pharmacologiques ou régénératifs sont produits ou étudiés pour leur utilisation

dans ces secteurs. Enfin, des secteurs tels que l'agriculture et les cosmétiques analysent le potentiel de la biotechnologie bleue pour son développement futur.

Voir plus sur la biotechnologie maritime à:

- a) <http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/7759/1/IJBT%205%283%29%20263-268.pdf>
- b) <https://bionine.files.wordpress.com/2014/08/v-blue-biotechnology.pdf>

CONCLUSION

La biotechnologie comme "l'utilisation de systèmes vivants et d'organismes pour développer ou fabriquer des produits, ou toute application technologique qui utilise des systèmes biologiques, des organismes vivants ou des dérivés de ceux-ci, pour fabriquer ou modifier des produits ou des procédés à usage spécifique" a développé de nouveaux outils et produits, ceux-ci sont utiles dans la recherche, l'agriculture, l'industrie et la clinique. Cependant, il existe quatre principales préoccupations sociétales dans le domaine de la biotechnologie :

1. **Domage à l'environnement** - Cette préoccupation est peut-être la plus citée par les opposants aux OGM. Il est très difficile de prédire ce qui se passera dans un écosystème où un nouvel organisme a été introduit, qu'il soit génétiquement modifié ou non.
2. **Bioterrorisme** - Les gouvernements craignent que les terroristes utilisent la biotechnologie pour créer de nouveaux Superbugs, des virus infectieux ou des toxines, pour lesquels nous n'avons pas de remède.
3. **Sécurité de laboratoire / production** - Il est difficile de se protéger si on ne sait pas ce sur quoi on travaille. Certaines nouvelles technologies, généralement non-biologiques telles que les nanoparticules, font des lignes de production commerciales avant d'avoir été suffisamment testées pour la sécurité. On s'inquiète également de la sécurité des techniciens dans les laboratoires, même dans des conditions sécurisées, en travaillant avec des organismes de virulence inconnue.
4. **Questions éthiques** - Outre le débat séculaire sur la question de savoir si les gènes de clonage sont sacrilèges, d'innombrables questions éthiques surviennent sur la pertinence des licences d'inventions génétiques et d'autres problèmes de propriété intellectuelle. En outre, la construction de gènes à partir de zéro (le premier gène artificiel a été synthétisé en 1970) signifie que nous pourrions peut-être créer la vie à partir d'une soupe chimique qui va certainement contre les croyances éthiques ou religieuses d'un nombre important de personnes.

Aujourd'hui, il existe une tendance à surestimer le problème de la peur de la biotechnologie (en particulier GM) et à ignorer la situation contrefactuelle appropriée. Dans le domaine de la sécurité alimentaire: *Quelle aurait été l'ampleur de la faim et de la pauvreté sans*

augmentation du rendement de la Révolution verte et avec la même croissance démographique?

Toutes les biotechnologies ne signifient pas GM...

Au-delà des OGM, il existe de nouvelles biotechnologies (Cisgénèse et Intragénèse, Génomique Synthétique, édition de Génome, etc.)

References

1. Chapter 2 the history of the biotechnology industry. In: Progress in biotechnology. Elsevier.
2. Babinard J. 26 - A short history of agricultural biotechnology. In: Gerald C. Nelson, editor. Genetically modified organisms in agriculture. London: Academic Press; 2001. .
3. Banerjee PM, Cole BM. A study of biotechnology start-ups undergoing leadership change: Antecedents of change and endogenous performance consequences. *Technovation* 2012 0;32(9–10):568-78.
4. Cantor CR. Biotechnology in the 21st century. *Trends Biotechnol* 2000 1/1;18(1):6-7.
5. Gartland K, Bruschi F, Dundar M, Gahan P, Viola Magni M, Akbarova Y. Progress towards the ‘Golden age’ of biotechnology. *Curr Opin Biotechnol* 2013 7;24, Supplement 1(0):S6-S13.
6. Gaudillière J. New wine in old bottles? the biotechnology problem in the history of molecular biology. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 2009 3;40(1):20-8.
7. Hulse JH. Biotechnologies: Past history, present state and future prospects. *Trends Food Sci Technol* 2004 1;15(1):3-18.
8. Khoury TA, Pleggenkuhle-Miles EG. Shared inventions and the evolution of capabilities: Examining the biotechnology industry. *Research Policy* 2011 9;40(7):943-56.
9. Kirkham G. Is biotechnology the new alchemy? *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 2009 3;40(1):70-80.
10. Kühler W. The uses of life. A history of biotechnology, robert bud. cambridge university press, cambridge (1994). *Zentralblatt Für Bakteriologie* 1995 4;282(3):337-8.
11. Müller C. The evolution of the biotechnology industry in germany. *Trends Biotechnol* 2002 7/1;20(7):287-90.
12. Nicholls H. Biotech is the new alchemy. *Drug Discov Today* 2004 2/1;9(3):103.
13. Reid SE, Ramani SV. The harnessing of biotechnology in india: Which roads to travel? *Technological Forecasting and Social Change* 2012 5;79(4):648-64.
14. Shimasaki C. Chapter 9 - understanding biotechnology product sectors. In: Craig Shimasaki, editor. *Biotechnology entrepreneurship*. Boston: Academic Press; 2014. .
15. Verrips CT, Warmoeskerken MMCG, Post JA. General introduction to the importance of genomics in food biotechnology and nutrition. *Curr Opin Biotechnol* 2001 10/1;12(5):483-7.
16. Wohlgemuth R. Industrial biotechnology – past, present and future. *New Biotechnology* 2012 1/15;29(2):165.