

# BIOTECHNOLOGIE

## **COURS 1:**

### **INTRODUCTION A LA BIOTECHNOLOGIE**

# INTRODUCTION A LA BIOTECHNOLOGIE



## SOMMAIRE

- 1-Définitions et généralités sur la biotechnologie
- 2-Domains d'application
- 3-Evolution des biotechnologies dans le temps
- 4-Subdivision de la biotechnologie
- 5-Importance économique de la biotechnologie

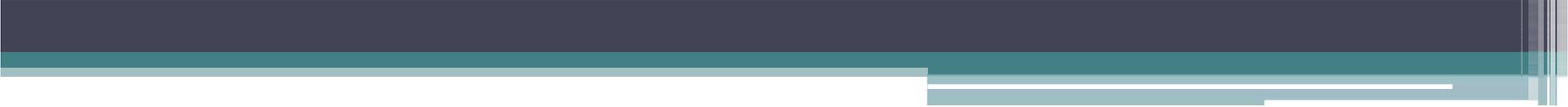
# 1-Définitions et généralité sur la biotechnologie

- Donner une définition non équivoque de la biotechnologie s'avère difficile car elle englobe différents concepts **scientifiques** et **technologiques**



- **Quelques définitions issues de la bibliographie :**

- 1.« La biotechnologie est un ensemble d'outils puissants utilisant des organismes vivants (ou une partie de ces organismes) pour obtenir ou modifier des produits, améliorer des espèces végétales et animales ou développer des microorganismes destinés à des usages spécifiques »
- 2.« La biotechnologie est la technique de manipulation des formes vivantes (organismes) visant l'obtention de produits utiles à l'humanité »
- 3.« La biotechnologie est l'application des principes de la science et de l'ingénierie au traitement des matières via des agents biologiques, dans le but d'obtenir des produits et des services »
- 4.« La biotechnologie est l'intégration des sciences naturelles et de l'ingénierie afin d'obtenir l'application d'organismes et de cellules (ou des parties de ces derniers) ainsi que d'analogues moléculaires dans la production de biens et de services »
- 5.« La biotechnologie est l'utilisation industrielle d'organismes vivants ou de techniques biologiques développées par la recherche fondamentale



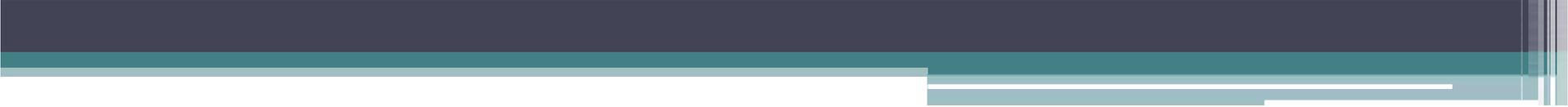
Le **dictionnaire** définit la biotechnologie comme "une technique visant à provoquer et à diriger, en laboratoire, des bioconversions, en vue d'en préparer l'utilisation industrielle".

**Elle consiste donc à réunir science du vivant et technologie.**

**L'OCDE** (L'Organisation de coopération et de développement économiques) définit la biotechnologie comme:

« 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 biotechnologie, ou « technologie de bioconversion » résulte, donc, d'un mariage entre la science des êtres vivants (la **biologie**) et un ensemble de techniques nouvelles issues d'autres disciplines telles que la **microbiologie**, la **biochimie**, la **biophysique**, la **génétique**, la **biologie moléculaire** et **l'informatique**



▪ La biotechnologie consiste tout simplement à utiliser des microorganismes, ainsi que des cellules végétales et animales afin de produire des matières, notamment des aliments, des médicaments et des produits chimiques utiles à l'humanité »

- La biotechnologie:
- Une science à part entière
- Utilisation des potentialités du vivant
- Des technologies de pointe
- Des applications quotidiennes



le terme « **biotechnologie** », a été inventé par **Karl Ereky en 1919** pour décrire l'interaction entre la biologie et la technologie.

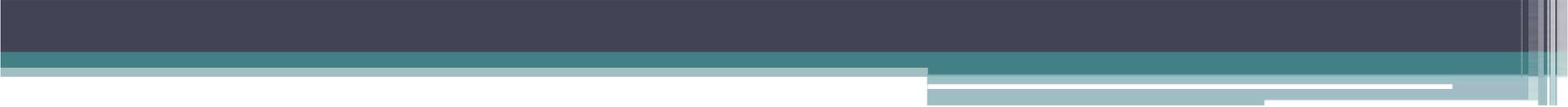
Cependant les procédés de la biotechnologie sont vieux de plus de 1000 ans, l'homme utilise depuis longtemps certains procédés biotechnologiques pour la fabrication de la bière, du pain, du fromage et du vin, pour la sélection lors de l'élevage des animaux et la culture des plantes, etc ...

## La biotechnologie est fondée sur les sciences:

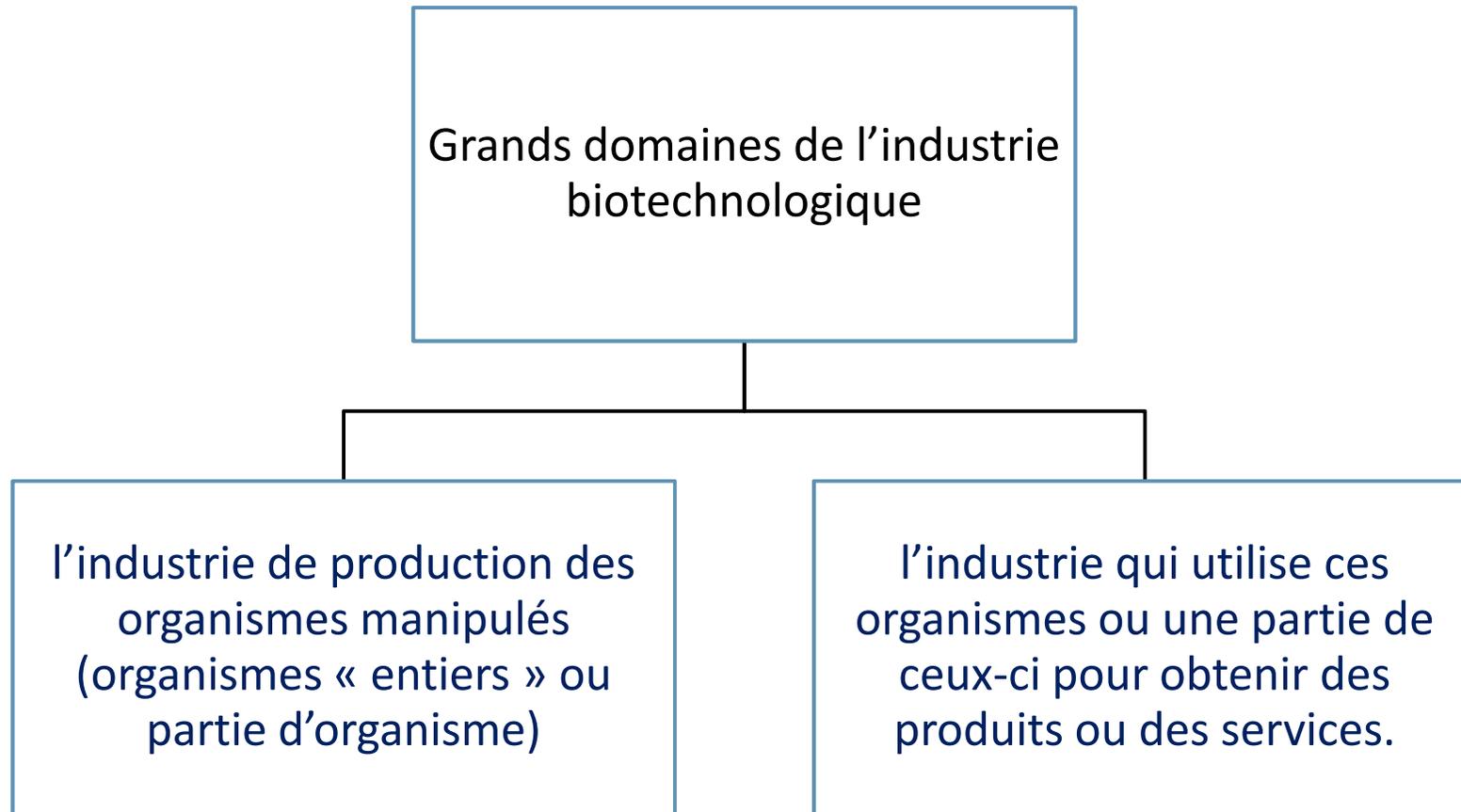
- la biologie,
- La microbiologie,
- la botanique,
- la biologie moléculaire,
- la génétique,
- l'immunologie,
- la biochimie,
- l'enzymologie, etc.

## La biotechnologie implique les technologies (bioingénierie):

- le génie génétique,
- les fermentations,
- les cultures cellulaires,
- les cultures de tissus,
- les biocatalyses,
- le génie des procédés, etc...
- le biotraitement,
- l'ingénierie des protéines,
- les biosenseurs

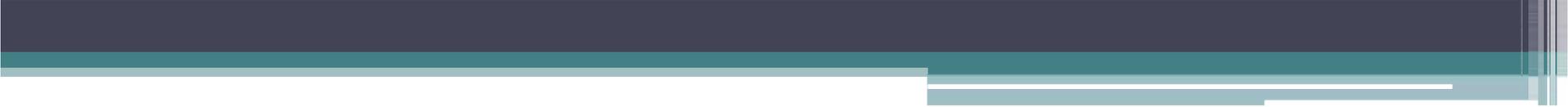


## **2-Domains d'application de la biotechnologie**



Le cours se concentre sur le 2<sup>ème</sup> domaine

**Utilisation d'organismes**



- **Principaux domaines biotechnologiques**

- *L'ADN recombinant et le génie génétique*
- *Plantes et culture des tissus végétaux*
- *Culture des cellules de mammifère*
- *Biocatalyseurs*
- *Biorémediation*
- *Fermentation*
- *Combustibles et produits organiques comme alternative au pétrole*
- *Génie des procédés biotechnologiques*
- **Domaine industriel et zone géographique de l'étude**

# Domaines d'intérêt de la biotechnologie

- **Application de microorganismes et de systèmes ou de procédés biologiques dans les industries manufacturières et des services**
- **ADN Recombinant**
- **Génie génétique**
  - **ADN donneur,**
  - **ADN vecteur,**
  - **ADN hôte**
- **Produit souhaité**
  - **Substances chimiques**
  - **Enzymes**
  - **Hormones Vaccins, Anticorps, Facteurs du sang**
- **Interférons et anticorps monoclonaux**
- **Équipement de diagnostic**
- **Thérapeutiques**



- **Traitement et utilisation des déchets**

- Détoxification, (herbicides)

- Eaux résiduaires

- Utilisation de sous-produits (petit-lait de fromagerie, déchets de cellulose)

- **Enzymes et biocatalyseurs**

- Élaboration des aliments

- Substances chimiques

- Équipement de diagnostic

- Chimiothérapie

- Biosenseurs

- **Combustibles**

- Alcool (sucre canne)

- Méthane, (digesteurs de biomasse)

- Hydrogène (photolyse)

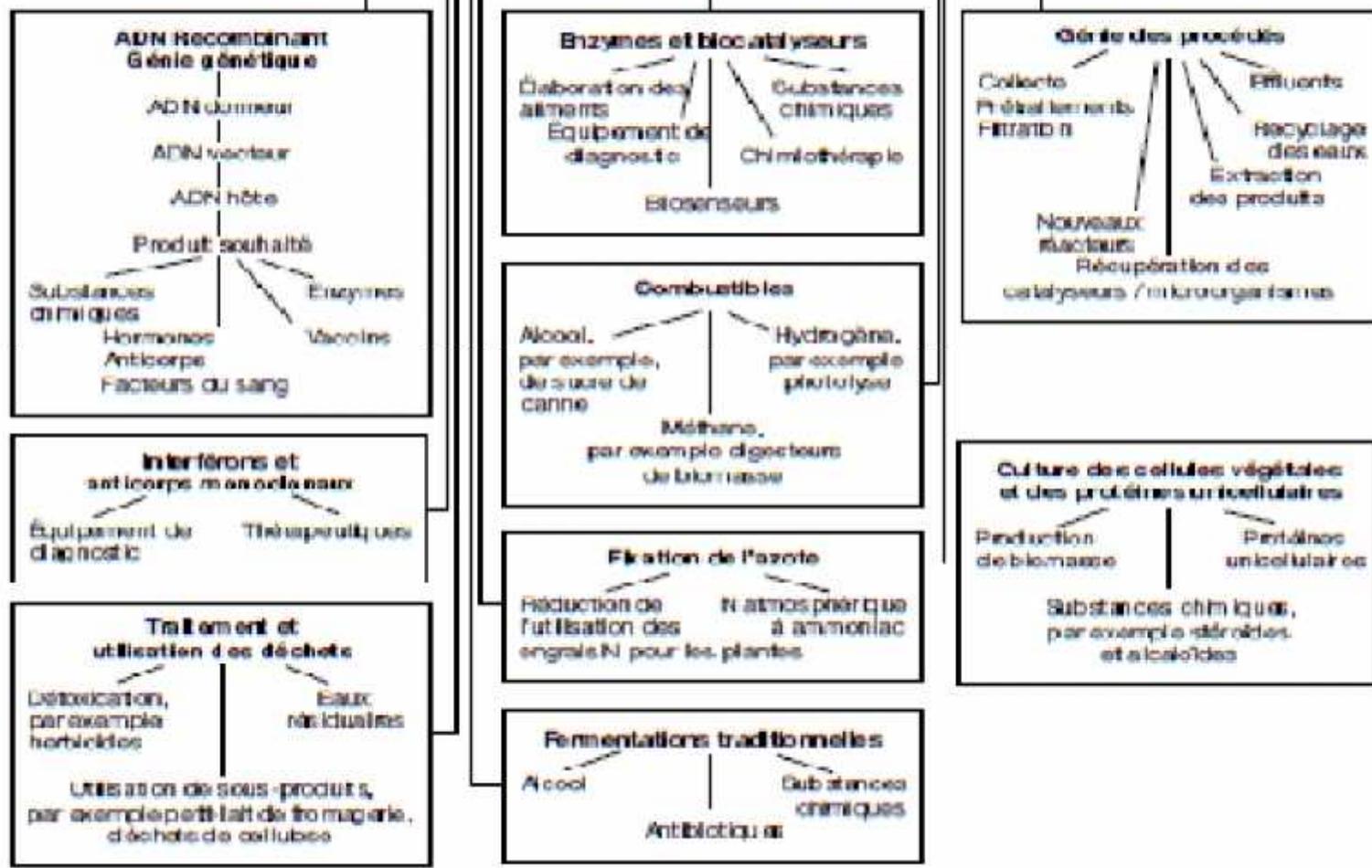
- **Fixation de l'azote**

- Réduction de l'utilisation des engrais N pour les plantes

- N atmosphérique à ammoniac

- 
- **Fermentations traditionnelles**
  - Alcool
  - Substances chimiques
  - Antibiotiques
  - **Génie des procédés**
  - Collecte, Prétraitements, Filtration
  - Effluents
  - Recyclage des eaux
  - Extraction des produits
  - Nouveaux réacteurs
  - Récupération des catalyseurs / microorganismes
  - **Culture des cellules végétales et des protéines unicellulaires**
  - Production de biomasse
  - Protéines unicellulaires
  - Substances chimiques (stéroïdes et alcaloïdes)

Application de microorganismes et de systèmes ou de procédés biologiques dans les industries manufacturières et des services

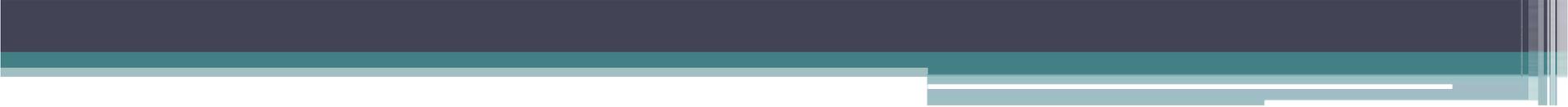


ÉCARTS D'INTERET DE LA BIOTECHNOLOGIE



## les industries dont les processus de production sont basés sur la biotechnologie

- agriculture,
- élevage,
- aquaculture,
- sylviculture,
- pharmacie,
- diagnostic,
- chimie fine,
- chimie médico-légale,
- alimentation,
- savons et lessives,
- textile,
- papier,
- biorémediation.



- **. APPLICATIONS DANS LE SECTEUR INDUSTRIEL**

- Biocatalyse : Application des enzymes dans le secteur industriel
- Le marché des enzymes
- Enzymes visant le développement durable
- *Procédés de l' amidon*
- *Détergents*
- *Détergents pour lave-vaisselle*
- *Tensioactifs*
- *Désencollage textile*
- *Cuir*
- *Industrie du papier*
- *Produits panifiés*
- *Biocatalyse*
- La biorémédiation
- Production de biogaz et d'alcool

## • CAS PRATIQUES

- 1 : Biorémédiation
- 2 : Nettoyage
- Cas pratique 3 : Réduction des COV
- 4 : Nettoyage
- 5 : Eaux résiduaires
- 6 : Biopulpage
- 7 : Les végétaux transgéniques
- 8 : Culture des tissus pour la production de métabolites secondaires
- 9 : Conception d'une culture amorce pour la fermentation des vins spécifiques de la région
- 10 : Développement et application de méthodes innovatrices pour le contrôle de la pollution dans les produits alimentaires et agricoles
- 11 : Qualité de la farine
- 12 : Composés bioactifs à partir de déchets de fruits, de légumes et de produits agraires : Production *in vitro* de flavonoïdes et d'anthocyanines
- 13 : Valorisation du petit-lait du lait



## **3-Evolution de la biotechnologie dans le temps**

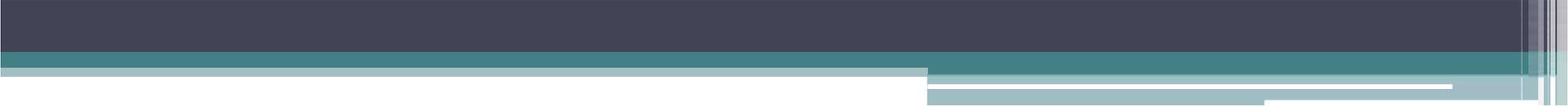
# Débuts de la biotechnologie

les principaux domaines relevant de la biotechnologiques dans le passé :

- boissons alcoolisées (préhistoire)
- élaboration de bière (3 000 av. J.C.)
- élaboration de pain (3 000 av. J.C.)
- élaboration de vinaigre (XIVe siècle)
- description des cellules de levure par Leeuwenhoek (1689)
- découverte des propriétés de fermentation des levures par Erxleben (1818).

# La biotechnologie moderne

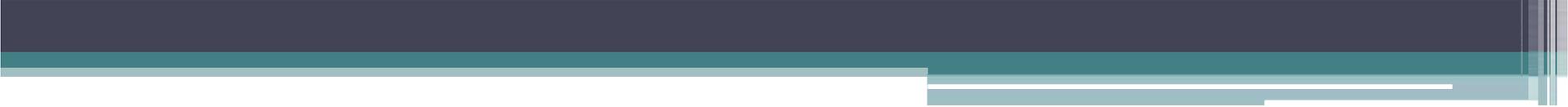
- La biotechnologie commence à être considérée comme une science moderne dans les années 70 grâce aux progrès de la biologie moléculaire et de la génétique.
- Elle est associée au développement des procédés de fabrication de la **pénicilline** à l'échelle industrielle par fermentation pendant la Seconde Guerre Mondiale.
- Par la suite, elle s'est intéressée à l'utilisation **les enzymes**,
- les premières applications des enzymes dans l'industrie biotechnologique ont été :
  - ✓ la fabrication d'édulcorants (sirop de fructose à partir du blé)
  - ✓ l'utilisation de lipases et de protéases dans les lessives
- **L'utilisation d'enzymes spécifiques**, souvent issues de microorganismes manipulés génétiquement annonce la seconde génération de la biotechnologie industrielle



les technologies englobées dans le concept moderne de la biotechnologie

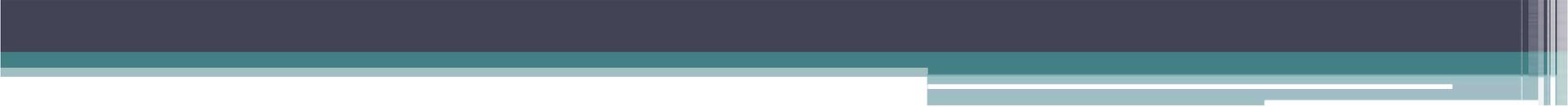
sont :

- l'ADN recombinant (génie génétique),
- la culture des tissus végétaux,
- la culture des cellules de mammifères,
- les biocatalyseurs,
- le traitement et la réutilisation des produits résiduels via des méthodes biotechnologiques (biorémédiation),
- les fermentations,
- l'obtention biotechnologique de combustible et de matière première organique comme alternative au pétrole,
- le génie des procédés biotechnologiques.



## Dernière génération de la biotechnologie

- Le génie génétique et le développement des techniques de clonage et d'ADN recombinant qui ont permis aux scientifiques de mieux connaître les fonctions cellulaires et leurs composants chez les êtres vivants et ont rendu possible le développement de nouvelles méthodes d'isolement des cellules mères et des gènes des organismes vivants afin de produire *in vitro* les produits de leur métabolisme
- Bon nombre de produits pharmaceutiques sont déjà fabriqués à l'aide d'enzymes et de microorganismes de synthèse ; il s'agit de produits qui renferment des substances telles que l'insuline, l'interféron ou les plasmides activateurs et qui étaient très compliqués ou très chers à fabriquer dans le passé.



## **4-Subdivision de la biotechnologie**



- Les biotechnologies classiques sous-tendues

par :

- Les techniques de fermentation (obtention de divers produits alimentaires, énergétiques, etc)
- Les techniques de sélection des souches (obtention des souches plus performantes, etc.)
- Les techniques de génies enzymatiques (bioconversion)
- Les techniques de sélection variétale à travers le transfert des caractères par des croisements dirigés ou la multiplication par vitro-plants ou culture de tissu (culture in vitro, micro propagation, bouturage, etc.)

- 
- **Les biotechnologies modernes, basées sur la manipulation du DNA et sous-tendues par:**
    - **Les techniques de génie génétique**
    - **Les techniques de clonage des gènes et leur identification**
    - **Les nanotechnologies en générale**
    - **La génomique (déchiffrage des génomes)**
    - **La protéomique (technologie des protéines)**

# Typologie de la biotechnologie

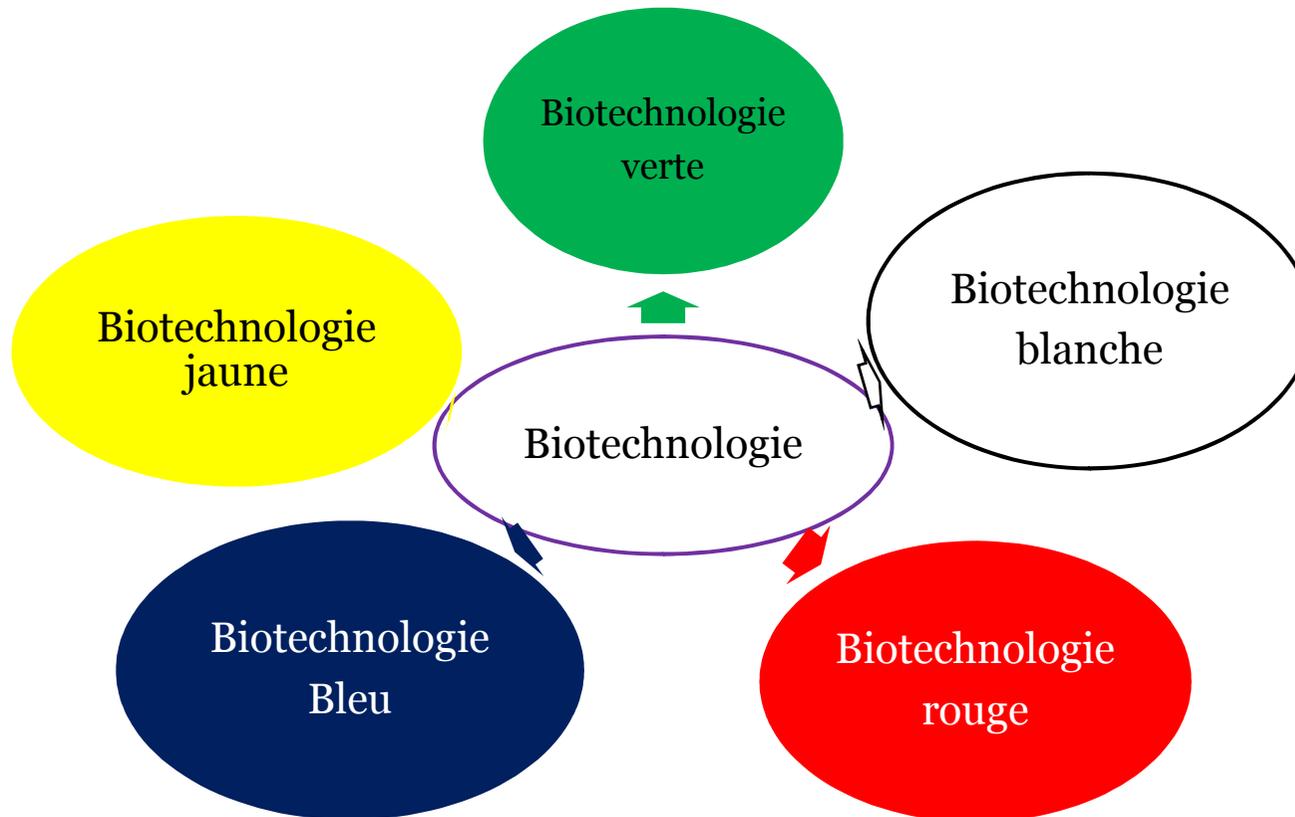
1- **Biotechnologie de première génération** : fondée sur la maîtrise des techniques métaboliques de fermentation et de transformation des substrats.

2- **Biotechnologie de deuxième génération** : fondée sur l'étude de la transmission des caractères entre espèces du même genre.

3- **Biotechnologie de dernière génération** : fondée sur la manipulation du gène et son transfert en dehors de l'espèce (notion de gène voltigeur dans le ciel de la biologie): elle pose des problèmes de biosécurité

# Classification de la biotechnologie

Les biotechnologies peuvent se classer en 4 catégories :  
rouge, blanche verte et jaune



-1- Biotechnologie rouge :

Elle concerne la médecine (santé humaine ou médecine vétérinaire), la cosmétologie... Elle est la mieux perçue car touche le vaste domaine des médicaments, c'est-à-dire l'industrie pharmaceutique.

-2- Biotechnologie verte :

Son domaine d'application : l'agriculture, l'agrochimie, l'agro-alimentaire. Elle fait appel au génie génétique, pour améliorer de façon ciblée, la résistance des végétaux aux insectes, aux champignons, aux virus....

-3- Biotechnologie bleue :

Concerne essentiellement l'aquaculture.

-4- Biotechnologie blanche :

Correspond aux applications de l'industrie chimique par utilisation de systèmes biologiques à la place des procédés chimiques classiques, pour la synthèse de molécules variées (carburants, polymères, dissolvants, peintures, textiles).

-5- Biotechnologie grise ou jaune :

C'est le domaine des technologies environnementales : assainissement des sols, traitement des eaux, épuration des gaz résiduels et de l'air, recyclage des déchets et résidus.

## Biotechnologies **rouges** : secteur de la santé

- **Laboratoires de recherche biomédicale** : cancer, maladies génétiques, étude du génome, des cellules
- **Laboratoires et industries pharmaceutiques** : antibiotiques, anticancéreux, vaccins...
- **Laboratoires d'analyses** : diagnostic, prévention, suivi des traitements...

La biotech "rouge" concerne les procédés médicaux comme le conception d'organismes pour produire des antibiotiques ou le développement de thérapies géniques à travers les manipulations du génome (matériel génétique d'une espèce)



## Biotechnologies **vertes** :

### **agriculture, élevage, industries agro-alimentaires**

- Laboratoires de recherche agronomique
  - Industries agro-alimentaires : vins, bières, fromages, charcuteries, produits céréaliers...
  - Amélioration génétique des plantes, des animaux, des microorganismes d'intérêt agronomique (OGM)
  - Clonage, élevage
  - Biopesticides
- La biotech verte désigne les applications à l'agriculture : c'est le cas du développement de plants transgéniques pouvant croître dans des conditions environnementales particulières, avec la présence ou l'absence de certains produits chimiques



# Biotechnologies blanches :

## valorisation industrielle en bioréacteurs

- Utilisation d'enzymes, de microorganismes, processus de fermentations
  - Biocarburants
  - Biopolymères, fibres textiles...
  - Biosolvants
  - Antibiotiques, acides organiques, acides aminés...
- La biotech "rouge" concerne les procédés médicaux comme le conception d'organismes pour produire des antibiotiques ou le développement de thérapies géniques à travers les manipulations du génome (matériel génétique d'une espèce)

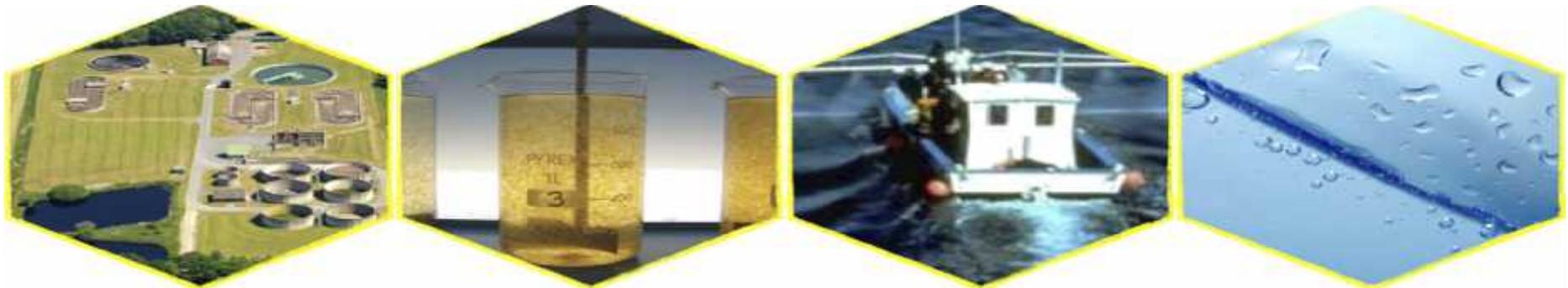


## Biotechnologies jaunes :

### biodépollution

Enzymes et microorganismes pour la dépollution :

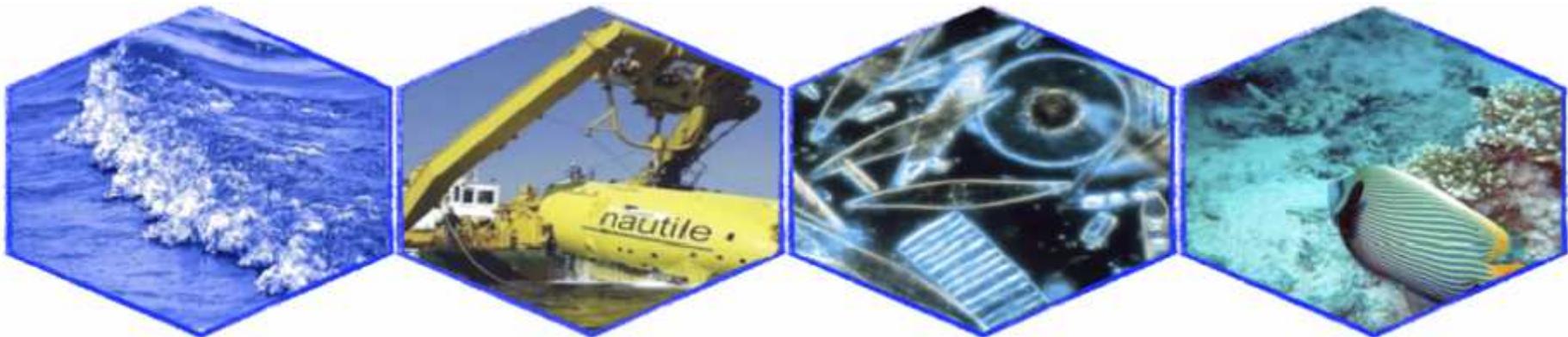
- des eaux usées (collectivités), des marées noires...
- des sites industriels
- de l'air



# Biotechnologies **bleues** :

## valorisation de la biodiversité marine

- Aquaculture, algiculture
- Agro-alimentaire
- Cosmétiques ...





## **5- Importance économique de la biotechnologie**

- 
- ✓ augmenter les rendements agricoles ou réduire les intrants;
  - ✓ fabriquer des produits de luxe ou des produits de première nécessité;
  - ✓ remplacer les herbicides et les insecticides chimiques ou les rendre plus efficaces;
  - ✓ améliorer la qualité des végétaux et des animaux de race ou développer les espèces autochtones des pays en développement;
  - ✓ transformer les céréales en matières plastiques biodégradables ou en méthanol afin d'en faire du carburant;
  - ✓ produire des aliments ayant une valeur nutritive accrue et un meilleur goût
  - ✓ adapter les cultures aux zones tempérées fertiles ou aux régions semi-arides;
  - ✓ reproduire par clonage des animaux d'embouche destinés à certains marchés ou constituer des banques d'embryons afin de maintenir la diversité génétique.

- **coûts élevés impliqués par la recherche biotechnologique actuelle.**
- secteur pharmaceutique et de la chimie fine, ces coûts sont dus à la haute valeur ajoutée ;
- secteurs agricoles et alimentaires, ils sont dus à l'important volume de produits fabriqués.
- La production à grande échelle d'enzymes de synthèse, issue des nouvelles technologies du génie génétique, et leur plus grande accessibilité, a entraîné une réduction des coûts de la biotechnologie.
- favorisé l'utilisation des microorganismes sélectionnés et testés dans les industries de la fermentation.
- l'industrie de la biorémédiation s'est ainsi ouverte et les techniques biotechnologiques ont pu être appliquées aux industries inaccessibles en raison du faible volume ou coût de leurs produits.
- la sensibilisation à l'environnement croissante et les lois sur l'environnement de plus en plus restrictives ont encouragé divers secteurs (textile, du papier, du tannage, etc.) à appliquer la biotechnologie à certains de leurs procédés afin d'améliorer leur rendement et de s'orienter vers une technologie plus propre et
- plus durable pour l'environnement.



- **Les entreprises utilisent la biotechnologie industrielle pour :**

- • réduire leurs coûts,
- • augmenter leurs bénéfices,
- • augmenter la qualité de leurs produits,
- • optimiser leur procédé et son suivi,
- • améliorer la sécurité et l'hygiène de la technologie,
- • respecter la législation sur l'environnement
- Prévention et minimisation de la pollution à la source