



**Université Mohamed Khider- Biskra**  
**Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie**  
**Département des sciences de la nature et de la vie**



**3<sup>ème</sup> année LMD BIOTECHNOLOGIE  
ALIMENTAIRE**

# **Microbiologie industrielle**

***Dr. BABA ARBI S.***

**Année universitaire: 2023/2024**

# Programme

- 1- Introduction
- 2- Les microorganismes utiles
- 3- les milieux de culture industriels
- 4- Les fermentations industrielles:
  - Les fermenteurs
  - Les protéines d'organismes unicellulaires
- 5- Les produits de fermentations industrielles:
  - 5.1- Les métabolites primaires
    - Les acides aminés
    - Les acides organiques
    - Les biogaz
    - Les vaccins
  - 5.2- les métabolites secondaires
    - Les antibiotiques
    - Les vitamines
    - Les polysaccharides
  - 5.3- Les enzymes

# **1- INTRODUCTION**

## 1.1. Déf: Microbiologie industrielle

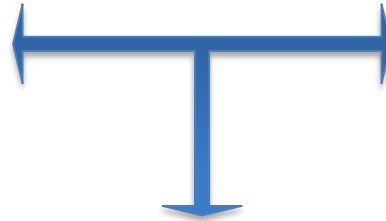
La **microbiologie industrielle** est un domaine de la biotechnologie « selon l'OCDE, la **biotechnologie** est l'application des organismes vivants, des principes scientifiques et de l'ingénierie à la transformation de matériaux vivants ou non-vivants aux fins de la production de connaissances, de biens et de services.

Biotechnologie = Bio-industrie = Industrie de fermentation = Microbiologie industrielle

### Microbiologie industrielle

#### *Microbiologie*

Bactéries  
Virus  
Levures  
Moisissures



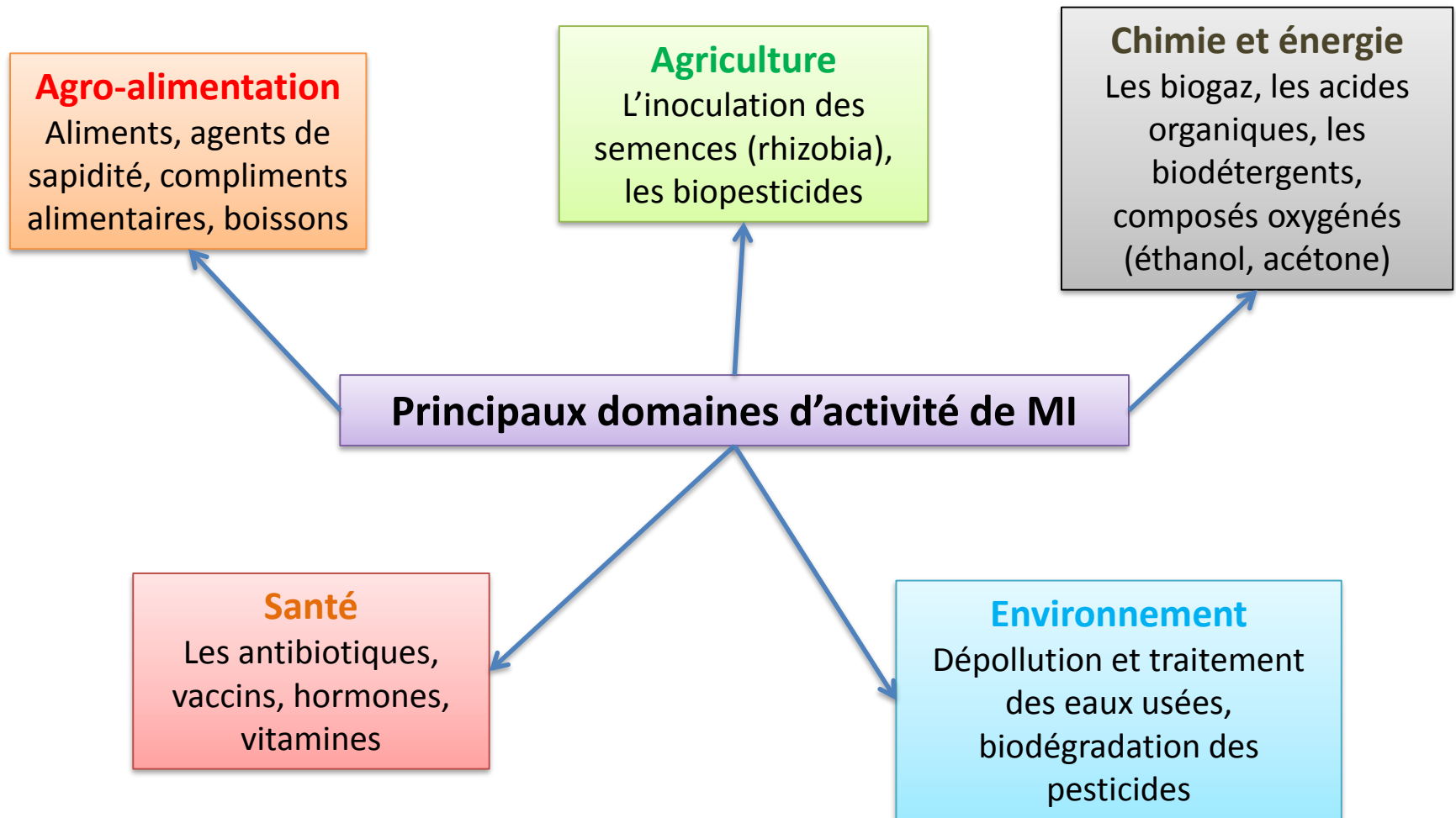
#### *Industrie*

Production à grande échelle  
(commerciale)

L'utilisation des microorganismes pour la production à grande échelle de molécules biologiques utiles.

## 1.2. Domaines d'activité de MI

WAKSMAN SA. 1943: « Il n'existe aucun domaine de l'activité humaine, que ce soit l'industrie ou l'agriculture, l'alimentation, les problèmes de construction ou l'habillement, le maintien de la santé humaine et animale et le combat contre les maladies, où le micro-organisme ne joue un rôle important et souvent prédominant »



## 1.3. Intérêt de l'utilisation des micro-organismes dans l'industrie

Les caractéristiques des microorganismes les rendent économiquement intéressants pour les applications à l'échelle industrielle:

- Production virtuelle de tout les produits chimiques et organiques à partir d'une gamme extrêmement large de matières premières: ces matières premières peuvent être des produits bruts (produits agricoles, bois, paille...) ou transformés (cellulose, amidon, glucose, fructose...).
- Les enzymes sont des catalyseurs efficaces à bonne température (20° à 40° C), dans des conditions de pression et d'acidité faibles, tandis que les catalyseurs métalliques (traditionnellement utilisés) exigent des conditions de température, de pression et d'acidité élevées → des économies d'énergie et la suppression des opérations de neutralisation et de recyclage des acides.
- Les enzymes sont sélectives du point de vue de la réaction catalysée, du substrat et du produit obtenu. Cela permet d'éliminer la formation de produits indésirables, la conversion incomplète de la matière première et les problèmes de recyclage et de pollution qui en découlent.

### 1.3. Intérêt de l'utilisation des micro-organismes dans l'industrie (suit)

- Les micro-organismes réalisent des synthèses chimiques en une seule étape, ce qui est à comparer aux nombreuses étapes successives nécessaires en chimie avec des opérations de recyclage-récupération-réparation obligatoires entre chaque étape, et les coûts élevés de cela.
- Les microorganismes peuvent réaliser des synthèses hors de portée de la chimie traditionnelle et en un temps très court.
- Les microorganismes peuvent croître sur des substrats inutilisables par les organismes supérieurs et de faible valeur économique. Ils ont une période de reproduction très courte (quelques heures en moyenne) et un taux de reproduction très élevé.

## 1.4. Produits microbiens d'intérêt industriel

Les microorganismes sont utilisés dans plusieurs filières agro-alimentaire et industrielle

### Produits commerciaux majeurs obtenus à partir de microorganismes

I. Aliments, agents de sapidité, compléments alimentaires et boissons:

❖ Aliments

Produits laitiers (yaourt, fromage)

- Levure de boulangerie
- Viande fermenté (Saucissons, salamis, jambons)
- Champignons comestibles
- Café
- Cornichons, olives, choucroute
- Protéines d'organismes unicellulaires

❖ Agents de sapidité et compléments alimentaires

- Vinaigre
- Acides aminés

❖ Boissons

- Vins
- Bières



## 1.4. Produits microbiens d'intérêt industriel (suite)

### Produits commerciaux majeurs obtenus à partir de microorganismes (suite)

#### ❖ Vitamines

- B<sub>12</sub>
- Riboflavine

#### II. Acides organiques

- ❖ Acide critique
- ❖ Acide itaconique

#### III. Enzymes et transformations microbiennes

- ❖ Enzymes commerciales
- ❖ Conversions des stérols

#### IV. Inhibiteurs

- ❖ Biocides
- ❖ Antibiotiques

#### V. Produits de microorganismes génétiquement modifiés (OGM)

- ❖ Insuline
- ❖ Hormone

Exemple:

# Yaourt



Le yaourt, produit vivant, est un lait fermenté

Après la standardisation du **lait** (pour la rectification du taux de matière grasse), sa pasteurisation (traitement thermique) et son homogénéisation (répartition homogène des particules de matière grasse dans le **lait**), le **lait** est prêt pour la fabrication des **yaourts**. Il peut être écrémé, totalement ou partiellement, ou non.

On l'enrichit éventuellement en matière sèche, c'est-à-dire en poudre de **lait**, pour en améliorer la consistance. Puis on le refroidit à la température de 42-44°C.

On l'ensemence ensuite avec deux bactéries spécifiques : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. La première lui apporte son acidité tandis que la deuxième développe ses arômes.

Les procédés de fabrication diffèrent selon la texture désirée : ferme, brassée ou liquide.

# Yaourt

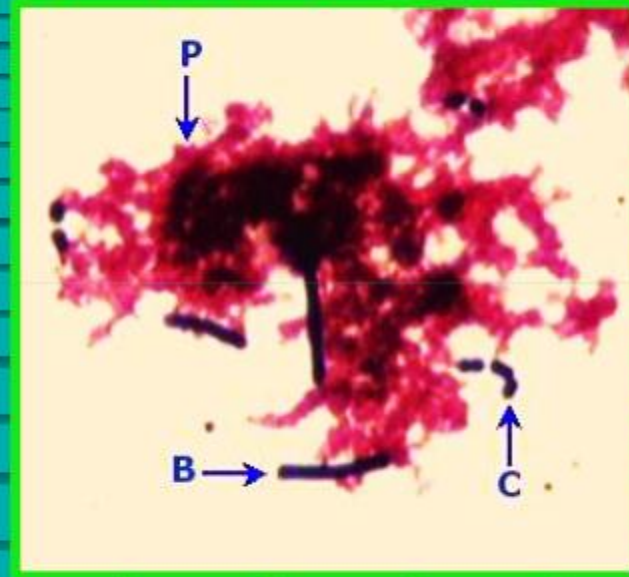
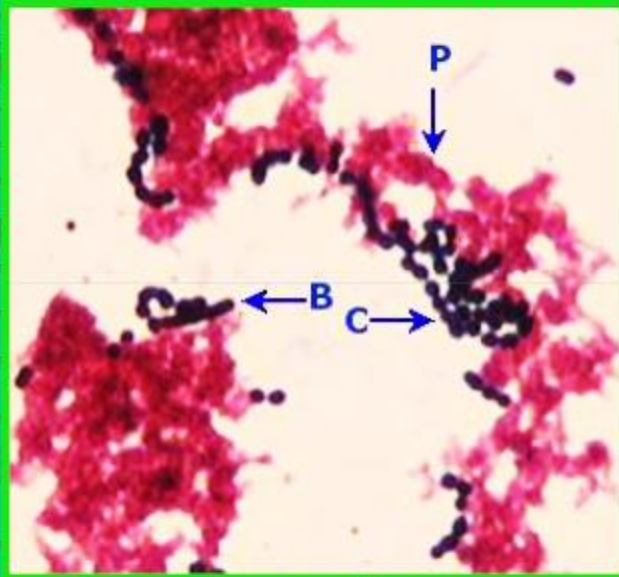


Consommation de produits laitiers frais en 1999 (en kg par habitant)  
Laits fermentés et desserts lactés frais

Néerlandais	38,9	Irlandais	11,6
Finlandais	30,9	Autrichien	9,4
<b>Français</b>	<b>27,6</b>	Britannique	6,8
Allemand	26,9	Grec	7,2
Belge/Luxembourgeois	24,5	Italien	6,4
Suédois	19,8		

Source : CNIEL d'après Eurostat

# Yaourt



B = *Lactobacillus bulgaricus*  
C = *Streptococcus thermophilus*  
P = Protéines (Caséine)