



INTRODUCTION — Définitions fondamentales

Microbiologie : science qui étudie les micro-organismes (êtres vivants invisibles à l'œil nu).

Premiers travaux : Leeuwenhoek (1670-1680) — premiers microscopes.

- **Bactérium** (F. Cohn, 1872) : dérivé du grec *baktêrion* = bâtonnet.
- **Microbe** (Sédillot, 1878) : *mikros* (petit) + *bios* (vie) — désigne tout micro-organisme.
- **Archaeobactéries** (C. Woese, 1970) : 3^e type cellulaire, distinct des eucaryotes et des eubactéries.

Deux grands groupes : **PROCARYOTES** (sans noyau) et **EUCARYOTES** (avec noyau).

Les virus n'appartiennent à aucun de ces deux groupes.

CHAPITRE 1 — LES PROCARYOTES

Cellule sans noyau différencié, sans mitochondries, sans chloroplastes ni appareil de Golgi.

Ribosomes 70S. Chromosome circulaire. Deux groupes : Bactéries et Archées.

1.1 Les Bactéries

Unicellulaires, quelques μm . Ubiquitaires : sol, eau, air, corps humain (10^{12} sur la peau, 10^{14} dans l'intestin).

Morphologie :

Forme	Nom	Exemples
Sphérique	Coques (coccus)	<i>Staphylococcus</i> , <i>Streptococcus</i>
Allongée	Bacilles (bâtonnets)	<i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Clostridium</i>
Courbée	Vibrions / Spirilles	<i>Vibrio cholerae</i> , <i>Treponema</i> , <i>Borrelia</i>

Associations des coques :

- Diplocoques (2), Streptocoques (chaînettes), Tétrades (4), Sarcines (8 en cube), Staphylocoques (amas irréguliers)

Structure cellulaire des bactéries :

- **Nucléotide** : ADN circulaire bicaténaire (~1 mm déroulé). Pas d'histones. Gènes actifs en périphérie.
- **Plasmides** : ADN extra-chromosomique circulaire. Portent des gènes de résistance aux antibiotiques, virulence, métabolisme.
- **Ribosomes 70S** (sous-unités 30S et 50S) — cibles de nombreux antibiotiques.
- **Membrane cytoplasmique** : bicouche phospholipidique, sans stérols. Assure *perméabilité*, respiration, biosynthèse.
- **Paroi bactérienne** : résiste à la pression osmotique interne (5-20 atm). Composée de *peptidoglycane* (*muréine* — *spécifique aux bactéries*).

Gram + vs Gram - :

Critère	Gram POSITIF	Gram NÉGATIF
Peptidoglycane	Épais (jusqu'à 90%)	Mince (5-20%), 1-2 couches
Acides teichoïques	Présents	Absents
Membrane externe	Absente	Présente (avec LPS = endotoxine)
Coloration Gram	Garde le violet de gentiane (violet)	Se décolore → rose (safranine)



Structures inconstantes :

- **Capsule** : polysaccharidique, anti-phagocytose → rôle dans virulence (*Pneumocoque*, *Haemophilus*).
- **Flagelles / Cils** : locomotion. Monotriches, lophotriches, péritriches.
- **Pili / Fimbriae** : adhésion aux muqueuses (rôle pathogène clé).
Pili sexuels : conjugaison (transfert de plasmides).
- **Spores** : forme de résistance (chaleur, dessiccation, agents chimiques).
Genres : *Bacillus*, *Clostridium*.
- **Glycocalyx / Slime** : favorise l'adhésion (plaque dentaire : *Streptococcus mutans*).

1.2 Les Archées

Procaryotes primitifs, vivant dans des conditions extrêmes (sources bouillantes, milieux acides, hypersalins).
Paroi sans peptidoglycane. Lipides membranaires à liaisons éther. Aucune espèce pathogène connue.

CHAPITRE 2 — LES EUCARYOTES

Cellule possédant un noyau véritable entouré d'une double membrane, des mitochondries, un appareil de Golgi et un réticulum endoplasmique. Ribosomes 80S.

Organites clés :

- **Noyau** : contient l'ADN (chromosomes linéaires), contrôle toutes les activités cellulaires.
- **Mitochondries** : respiration cellulaire → production d'ATP.
- **Réticulum endoplasmique** : synthèse et transport des protéines/lipides.
- **Appareil de Golgi** : maturation et tri des molécules.
- **Chloroplastes (algues)** : photosynthèse.

2.2 Les Algues

Uni- ou multicellulaires. Autotrophes (photosynthèse grâce à la chlorophylle).

Pigments : caroténoïdes, xanthophylles, phycocyanines. Présentes dans eaux douces, salées, sol.

2.3 Les Champignons

Chimiohétérotrophes (source de carbone organique). Non photosynthétiques. Saprophytes ou parasites.

4 phylums : Oomycètes, Zygomycètes, Ascomycètes, Basidiomycètes.

- **Moisissures** : filamenteuses, mycélium (hyphes). Paroi chitineuse.
Ex. : *Penicillium* (source de pénicilline), *Aspergillus*, *Rhizopus*.
- **Levures** : unicellulaires (~6-50 µm), multiplication par bourgeonnement.
Ex. : *Saccharomyces* (bière/pain). *Candida* → mycoses (candidoses).

2.4 Les Protozoaires

Unicellulaires, sans paroi cellulaire. Longueur : 2-70 µm.

Mobiles (flagelles, cils, pseudopodes). Vivent surtout en milieu aquatique.

Se nourrissent de bactéries, algues, déchets.

2.6 Les Virus

Parasites obligatoires intracellulaires. Quelques nm. Visibles qu'au microscope électronique.

Composés d'ADN ou ARN + capsid protéique (± enveloppe).

Virus de bactéries = bactériophages. Agents de nombreuses maladies.



CHAPITRE 3 — LES MICROBES UTILES

3.1 Nutrition et croissance

La croissance = augmentation des constituants cellulaires. Besoins : eau, énergie, azote, sels minéraux, O₂ (selon l'espèce), facteurs de croissance. Influencée par : pH, température, radiations.

Source	Type	Terme
Énergie	Lumière / Oxydation	Phototrophe / Chimiotrophe
Donneur e ⁻	Minéral / Organique	Lithotrophe / Organotrophe
Carbone	Minéral / Organique	Autotrophe / Hétérotrophe
Facteurs croissance	Non requis / Requis	Prototrophe / Auxotrophe

3.2 Flore commensale

Bactéries normalement présentes sur la peau et muqueuses des sujets sains. Rôle protecteur (effet barrière).
4 flores : cutanée, respiratoire, génitale, digestive.

Flore colique : 10¹¹-10¹² bactéries/g. Majorité anaérobies stricts (*Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Clostridium*).

3.3 Microbes d'intérêt industriel

- **Bactéries lactiques** : fermentation lactique → yaourt, fromage, beurre. Gram +, anaérobies facultatives.
- **Bactéries propioniques** : fermentation propionique → goût et trous de l'Emmental, Gruyère.
- **Levures (*Saccharomyces*)** : fermentation alcoolique → bière, vin, pain.
- **Moisissures** : *P. camemberti* (Camembert), *P. roqueforti* (Roquefort), *Mucor* (Tomme).

3.4 Rhizobium & Mycorhizes

- **Rhizobium** : symbiose avec les Fabacées → fixation de l'azote atmosphérique (nitrogénase).
Nodosités sur les racines.
- **Mycorhizes** : association racines-champignons. Améliore l'absorption minérale et la résistance aux maladies.
Présente chez 95 % des plantes à fleurs.

CHAPITRE 4 — MICROBES RESPONSABLES D'ALTÉRATION

Microbes qui dégradent les aliments → défauts de goût, odeur, texture, aspect.

- **Coliformes** : gonflements précoces des fromages (production H₂).
- **Pseudomonas (*psychrotrophe*)** : lipases/protéases thermostables → goût de rance, amertume.
- **Clostridium tyrobutyricum** : gonflement tardif des fromages à pâte pressée (fermentation butyrique).
- **Mucor** : accident « poil de chat » (pâte molle). **Geotrichum candidum** : « peau de crapaud ».

⚠ Attention : un même microbe peut être utile (*Mucor* en Tomme) et nuisible (*Mucor* en Camembert).

CHAPITRE 5 — POUVOIR PATHOGÈNE & RELATION HÔTE-MICROBE

5.1 Types d'interactions entre microorganismes

- **Métabiose** : succession dans un même milieu, chaque espèce prépare le terrain à la suivante.
- **Symbiose** : espèces se favorisant mutuellement dans un même milieu.
- **Antibiose** : compétition, inhibition (antibiotiques) ou parasitisme (bactériophages).

5.2 Types de relations hôte-microbe

Type de relation	Effet sur le microbe	Effet sur l'hôte
Indifférence / Neutralisme	0 (neutre)	0 (neutre)
Symbiose / Mutualisme	+ (bénéfice)	+ (bénéfice)
Commensalisme	+ (bénéfice)	0 (neutre)
Exploitation / Parasitisme	+ (bénéfice)	- (préjudice)



5.3 Pouvoir pathogène & Virulence

- **Microbes pathogènes** : causent une maladie même chez un sujet sain (ex. typhoïde, choléra, tuberculose, méningite).
- **Microbes opportunistes** : pathogènes uniquement chez les sujets immunodéprimés (ex. *Candida*, *Clostridium difficile*).

Virulence = notion quantitative (combien de bactéries pour infecter).

Pouvoir pathogène = notion qualitative (type de maladie produite).

Ex. : *Shigella dysenteriae* (très virulente, quelques bactéries suffisent) vs *S. flexneri* (moins virulente, nécessite plusieurs milliers de bactéries).

CHAPITRE 6 — LA LUTTE CONTRE LES MICROBES

6.1 Défenses naturelles de l'organisme

- **Immunité innée (naturelle)** : barrières cutané-muqueuses, réaction inflammatoire — non spécifique.
- **Immunité acquise (adaptative)** : anticorps spécifiques après infection ou vaccination.

6.2 Stérilisation et Asepsie — Définitions clés

Terme	Définition
Désinfection	Décontamination microbienne partielle ou complète (procédés physiques ou chimiques)
Stérilisation	Destruction totale de tous les micro-organismes dans un milieu donné
Stérilité	Absence totale de micro-organismes dans un milieu
Antisepsie	Destruction systématique des germes présents (surface vivante)
Asepsie	Prévention : empêcher l'introduction des bactéries dans un milieu stérile
Pasteurisation	Chauffage entre 65°C et 100°C — détruit les bactéries pathogènes ($\pm$ stérilisation)

6.3 Antiseptiques

Substances chimiques détruisant les micro-organismes. Action peu spécifique (toutes cellules).

Usage surtout local. Ex. : halogènes (iode, chlore), oxydants (eau oxygénée, formol), acides, bases, solvants.

6.4 Antibiotiques

Définition : composé chimique (naturel ou synthétique) inhibant ou détruisant les micro-organismes à très faible dose, de manière spécifique (toxicité sélective).

Modes d'action (5 grands mécanismes) :

- ① Inhibition de la synthèse du peptidoglycane (β -lactamines : pénicillines, céphalosporines)
- ② Action sur la membrane cytoplasmique (polymyxines)
- ③ Action sur la synthèse des protéines — sous-unité 30S : aminosides, tétracyclines ; sous-unité 50S : macrolides, chloramphénicol
- ④ Action sur la synthèse de l'ADN (quinolones)
- ⑤ Inhibition compétitive (sulfamides)

- **CMI (Concentration Minimale Inhibitrice)** : plus faible concentration d'un antibiotique capables d'inhiber la croissance d'un micro-organisme.
- **Spectre étroit** (ex. pénicilline G) vs **spectre large** (ex. sulfamides — bactéries + protozoaires).
- **Effet bactéricide** (tue) ou **bactériostatique** (inhibe la croissance, réversible).



ANNEXE — HYGIÈNE ALIMENTAIRE

Risque lié à l'eau et aux aliments. Les agents pathogènes de l'eau : bactéries, virus, parasites.

1. Méthodes de purification de l'eau

① Chaleur :

- Ébullition 1 min à 100°C.
- 3 min si altitude > 2000 m.
- 5 min minimum pour le virus de l'hépatite A.

② Agents chimiques :

- **Dérivés chlorés** : Eau de Javel, *Aquatabs*.
- **Dérivés iodés** : efficaces (attention chez les personnes souffrant de troubles de la thyroïde).
- **Ions argent** : utilisés pour la conservation de l'eau à longue durée.

③ Microfiltration :

- Efficace sur la plupart des bactéries et parasites mais pas sur les virus.
- Nécessite un matériel spécifique.

2. Règles d'hygiène alimentaire

- Cuire correctement les viandes, poissons et crustacés.
- Laver soigneusement et peler les fruits et légumes.
- Ne pas consommer de lait cru et de produits non pasteurisés.
- Respecter la chaîne du froid (réfrigération et congélation).
- Vérifier les dates limites de consommation (DLC).
- Éviter la contamination croisée (mains, ustensiles, surfaces propres).
- Conserver les aliments dans des récipients propres et couverts.
- Se laver les mains avant toute manipulation des aliments.

3. Principales maladies d'origine alimentaire

Maladie	Agent responsable	Sources alimentaires fréquentes
Salmonellose	<i>Salmonella spp.</i>	Œufs, volailles, viandes, lait cru
Intoxication staphylococcique	<i>Staphylococcus aureus</i>	Aliments manipulés (pâtisseries, viandes)
Botulisme	<i>Clostridium botulinum</i>	Conserves mal stérilisées, charcuteries
Listériose	<i>Listeria monocytogenes</i>	Fromages à pâte molle, viandes froides
Hépatite A	Virus de l'hépatite A	Eau contaminée, fruits de mer, crudités

4. Températures de conservation recommandées

- Réfrigérateur : 0 à 4 °C
- Congélateur : ≤ -18 °C
- Cuisson des viandes : ≥ 75 °C à cœur
- Maintien au chaud : ≥ 60 °C
- Ne pas laisser les aliments à température ambiante > 2 heures.

NB : L'hygiène alimentaire repose sur la propreté, la séparation, la cuisson, le refroidissement rapide et le respect des températures.