

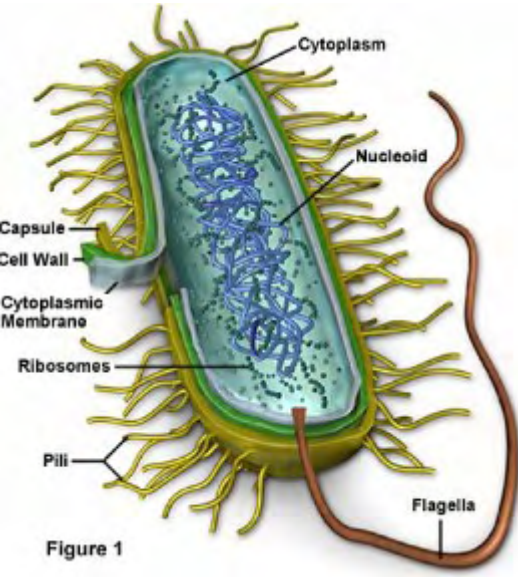
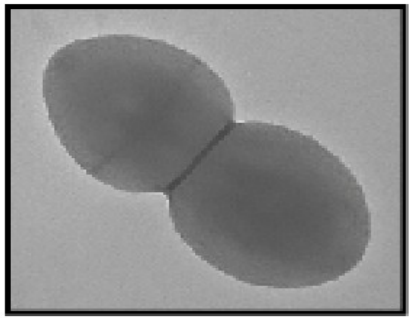


Bactéries pathogènes et environnement

Hélène Jean-Pierre
Laboratoire de Bactériologie
CHU Montpellier



Les bactéries



Micro-organismes
(organisme vivant microscopique)

Unicellulaires

Taille moyenne 0.5 à 1 μm

Procaryotes (pas de noyau)

Les plus répandus et dont la présence est la plus ancienne sur Terre

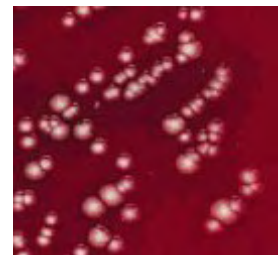
Vivent en communauté

→ colonie bactérienne

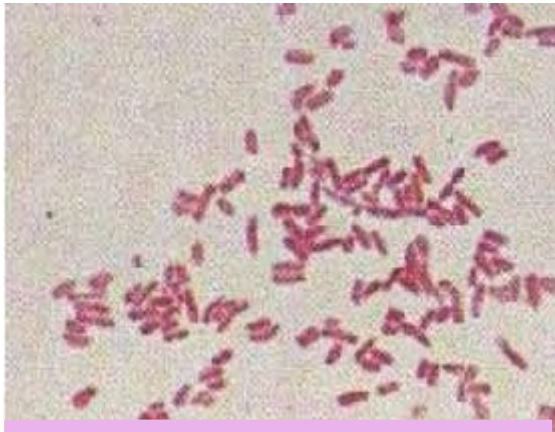
S'échangent des gènes



1677

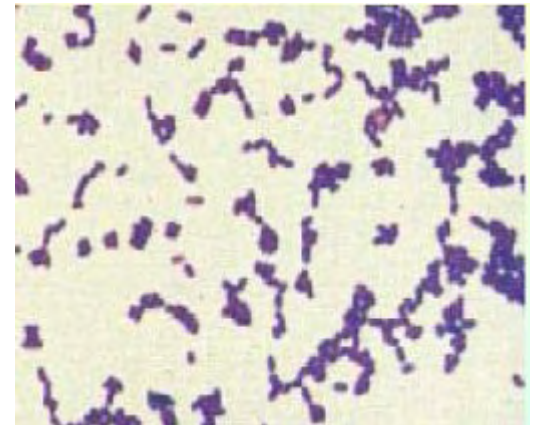


Classification des bactéries

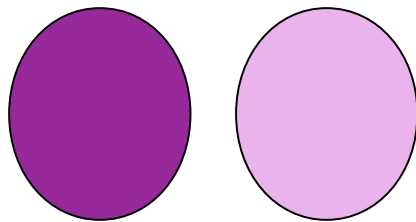


GRAM NEGATIF

**Coloration
de Gram**



GRAM POSITIF



cocci

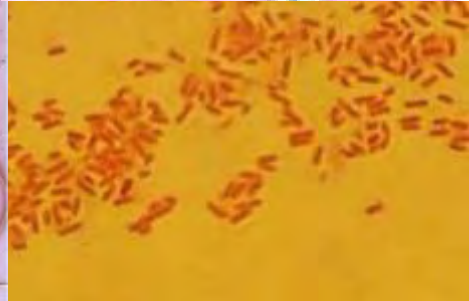
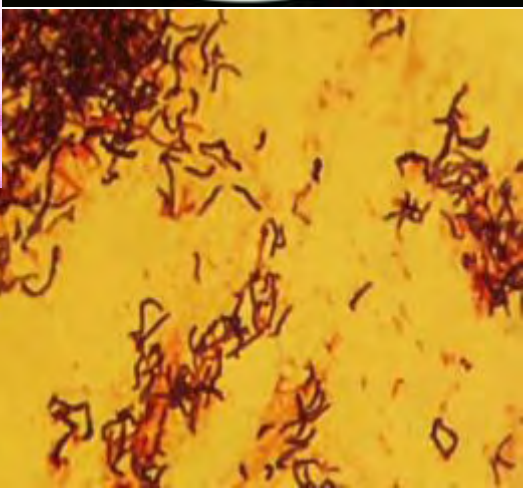
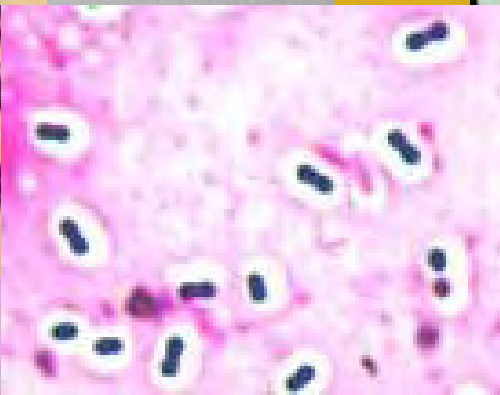
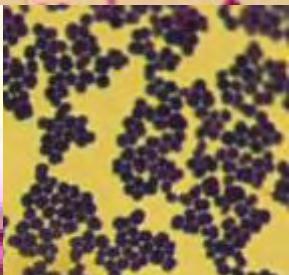
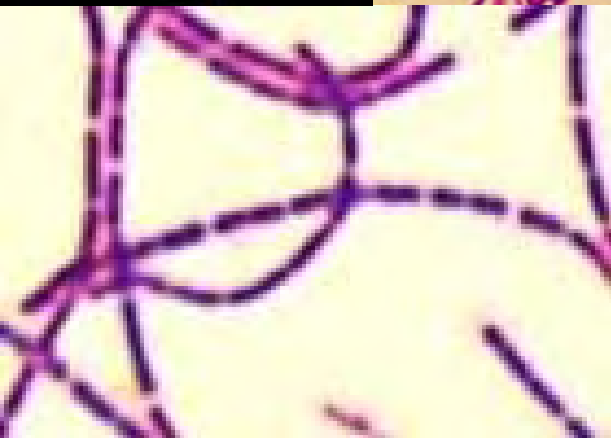
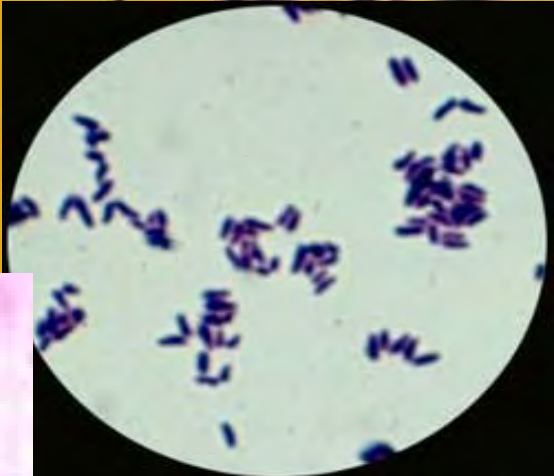
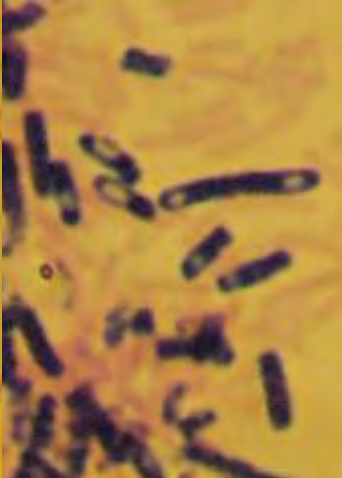
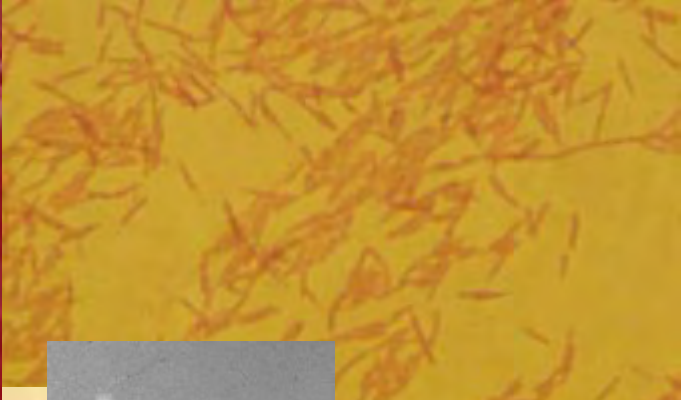
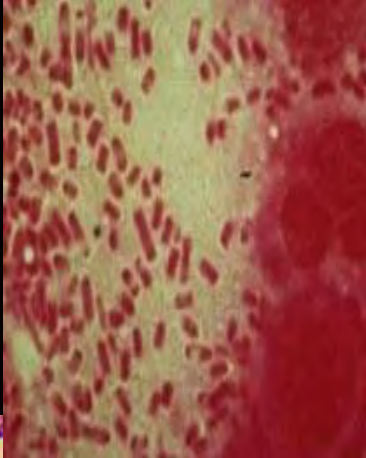
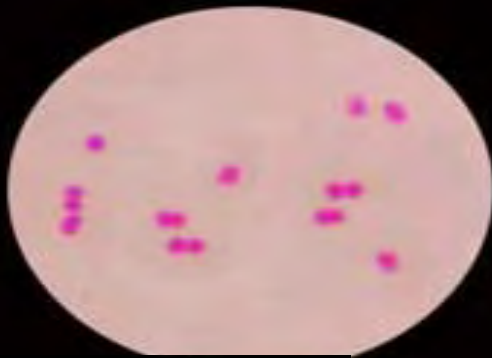
(ex. *Streptococcus*)

Forme



bacilles

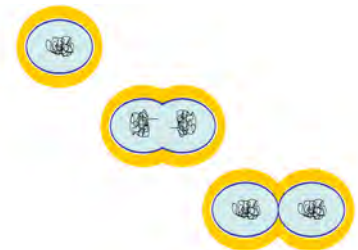
(ex : *E. coli*)



Les bactéries : cycle de vie

- **Conditions idéales : elles se reproduisent et doublent leur nombre toutes les 20 mn environ.**
- **1 cellule mère → 2 cellules filles identiques par scission binaire (asexuée)**

Conditions défavorables : certaines forment une spore résistante +++ qui peut se transformer en une nouvelle bactérie.



Lieux de vie des bactéries

→ Tous les écosystèmes

(sol, eaux douces, mers, air)

Bactéries saprophytes de l'environnement

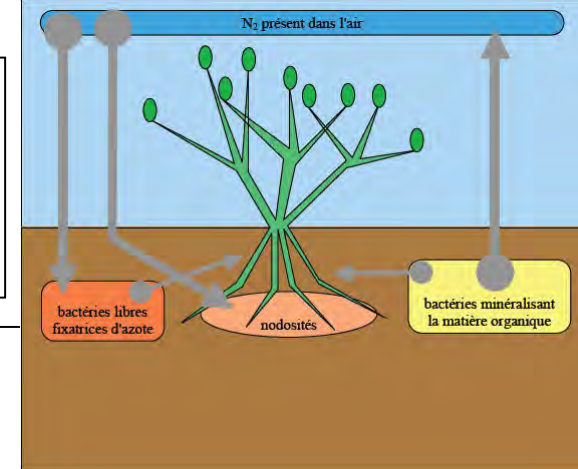
Assurent la transformation de l'azote en ammoniacque, la minéralisation des matières organiques

Parfois pathogènes pour l'homme (*Listeria*, *Legionella*, *Clostridium*)

→ Associées aux plantes, aux animaux et à l'homme

avec lesquels elles entretiennent des relations

- Symbiose
- Commensalisme
- Parasitisme (bactérie pathogène)



Relations hôte bactéries

- **Bactéries commensales**
 - **l'hôte fournit une partie de sa propre nourriture au commensal : il n'obtient en revanche aucune contrepartie évidente de ce dernier**
 - **La symbiose est une association durable entre deux êtres vivants et dont chacun tire bénéfice**

Flores commensales

Les bactéries résidentes sont 10 fois plus nombreuses que les cellules somatiques et germinales du corps humain et représentent, combinées, un métagénome dont le nombre de gènes est 100 fois supérieur à celui du génome humain (Shanahan, 2002)

un être humain = 10^{13} cellules + 10^{14} micro-organismes associés (surface peau et muqueuses)

Flores commensales

Peau et follicules pileux



Staphylococcus epidermidis

Staphylococcus aureus (40-60% porteurs)

Propionibactéries (*P. acnes*)

Corynébactéries

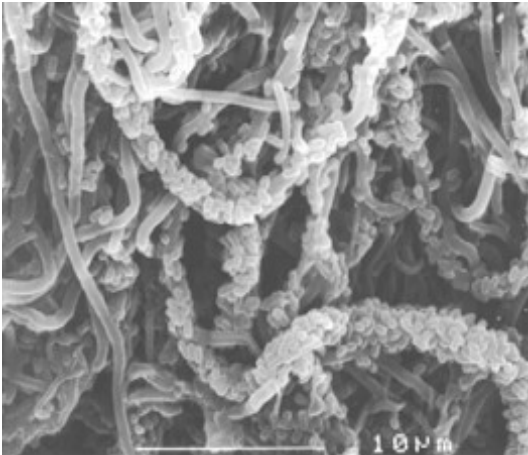
Cocci à Gram + anaérobies

Zones lipidiques: 10^6 - 10^7 UFC/cm²

Zones humides : 10^5 - 10^8 UFC/cm²

Zones sèches : 10^3 - 10^4 UFC/cm²

Cavité buccale



500 espèces, 10^{10} CFU/ml de salive

Streptocoques +++

Staphylococcus epidermidis

Neisseria non pathogènes

Corynébactéries

Anaérobies +++

Flores commensales

Voies aériennes supérieures

10^8 - 10^9 UFC/cm²

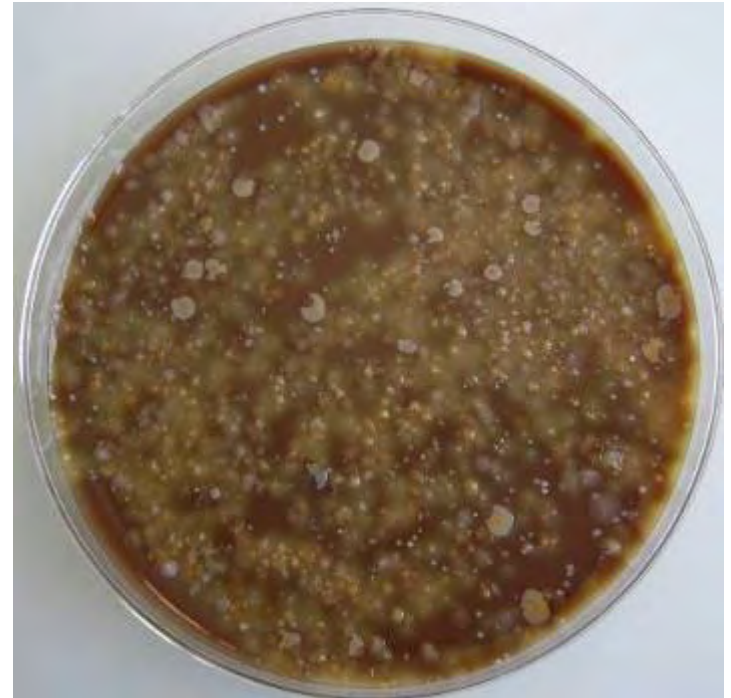
Streptocoques α -hémolytiques

Neisseria non pathogènes

Corynébactéries

Staphylococcus epidermidis

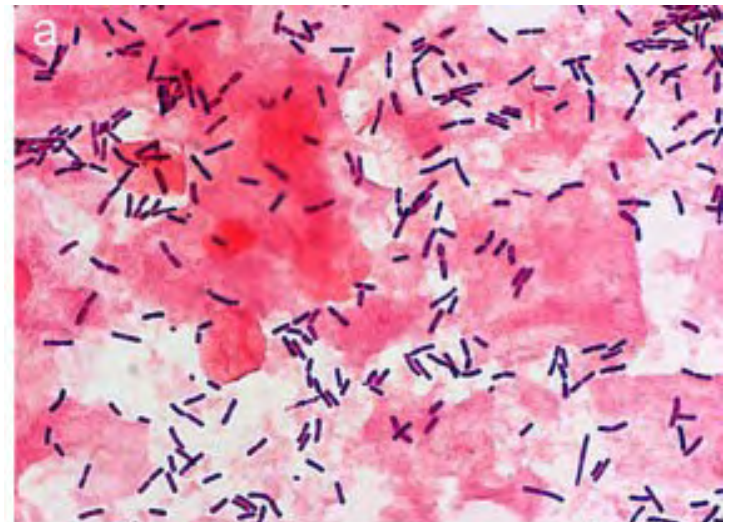
Portage: *Streptococcus pneumoniae*,
Haemophilus influenzae, Streptocoques
 β -hémolytiques, *Neisseria meningitidis*



Cavité vaginale

Lactobacilles

10^5 - 10^7 UFC/ml ou g prélevé



Flores commensales



Estomac: $10-10^3$ UFC/ml

Lactobacillus, Streptococcus, Staphylococcus, Entérobactéries, Helicobacter, levures

Duodénum et jéjunum: 10^2-10^5 UFC/ml

Lactobacillus, Streptococcus, Bifidobacterium, Entérobactéries, Staphylococcus, levures

Iléon et caecum: 10^3-10^9 UFC/ml

Bifidobacterium, Bacteroides, Lactobacillus, Streptococcus, Entérobactéries, Staphylococcus, Clostridium

**Colon (500-1000 espèces, 10000-30000 ?):
 $10^{10}-10^{12}$ UFC/g**

Bacteroides, Eubacterium, Clostridium, Peptostreptococcus, Bifidobacterium,

Fusobacterium, Lactobacillus, Entérobactéries, Staphylococcus, levures,

Anaérobies méthanogènes et anaérobies strictes:

Bacteroides, Bifidobacterium, Lactobacillus, Clostridium

Fonctions majeures de la flore commensale colique

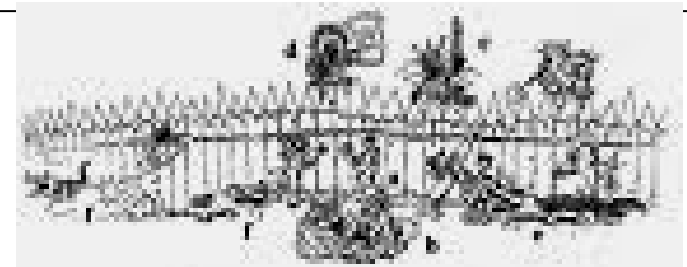
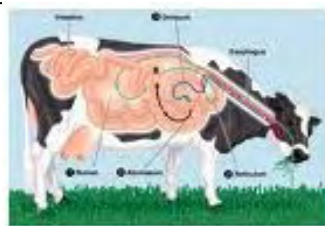
Métabolisme et nutrition

- Hydrolyse et fermentation des polysides (pour lesquels les enzymes ne sont pas disponibles)
- Biosynthèse de vitamines (vitamine K, H, acide folique)
- Production d'acides gras à chaînes légères (ex.: le butyrate d'origine microbienne représente 50 % des sources d'hydrates de carbone des cellules épithéliales coliques)

Effet de barrière contre les microorganismes pathogènes

- Compétition (récepteurs et nutriments)
- Production de molécules bactéricides (acide lactique, bactériocines)

Homéostasie de la barrière épithéliale intestinale

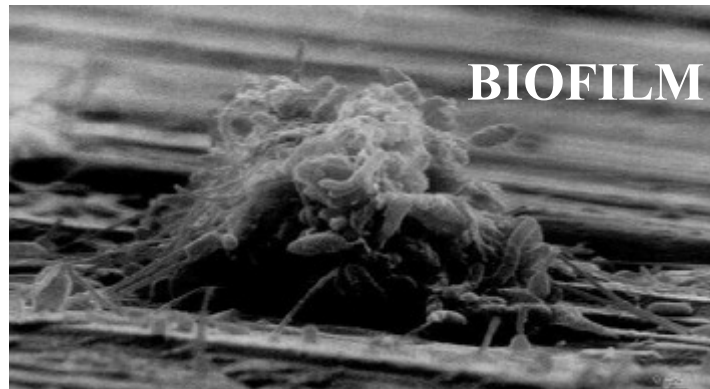


Relations hôte bactéries bactéries pathogènes

pouvoir pathogène = capacité à provoquer des troubles chez un hôte

- **pouvoir invasif** (capacité à se répandre dans les tissus et à y établir un/des foyers infectieux) : **adhérence**, enzymes
- **pouvoir toxinogène** (capacité à produire des toxines)

Hôte = plante, animal, homme



Relations hôte bactéries

bactéries pathogènes pour l'homme

- **strictes (ou spécifiques) : quel que soit le patient, sauf dans le cas des *porteurs sains*.**
 - Par exemple : *Salmonella typhi* , *Vibrio cholerae*, *Mycobacterium tuberculosis* (BK), *Neisseria meningitidis*, gonocoque ...
- **Opportunistes : lorsque les défenses de l'hôte sont affaiblies**
 - rupture barrières cutané-muqueuses, destruction des flores commensales, baisse de l'immunité, ...
 - Par exemple : *Pseudomonas aeruginosa*, entérocoques, *Acinetobacter*, ...

Origine endogène : ses propres flores commensales

Origine exogène : environnement, animal, homme malade ou convalescent (contagiosité), homme porteur sain

Les voies de transmission

• DIRECTE

(obligatoire pour les bactéries fragiles)
de la source à l'hôte réceptif

- **Contact cutanéomuqueux**
 - ex : IST, plaie infectée
- **Gouttelettes**
 - ex : méningocoque, pneumocoque
- **Maternofoetale** (ex : streptocoque B)
- **Morsures** (ex : Pasteurella)

• INDIRECTE

Intermédiaire entre source et hôte réceptif

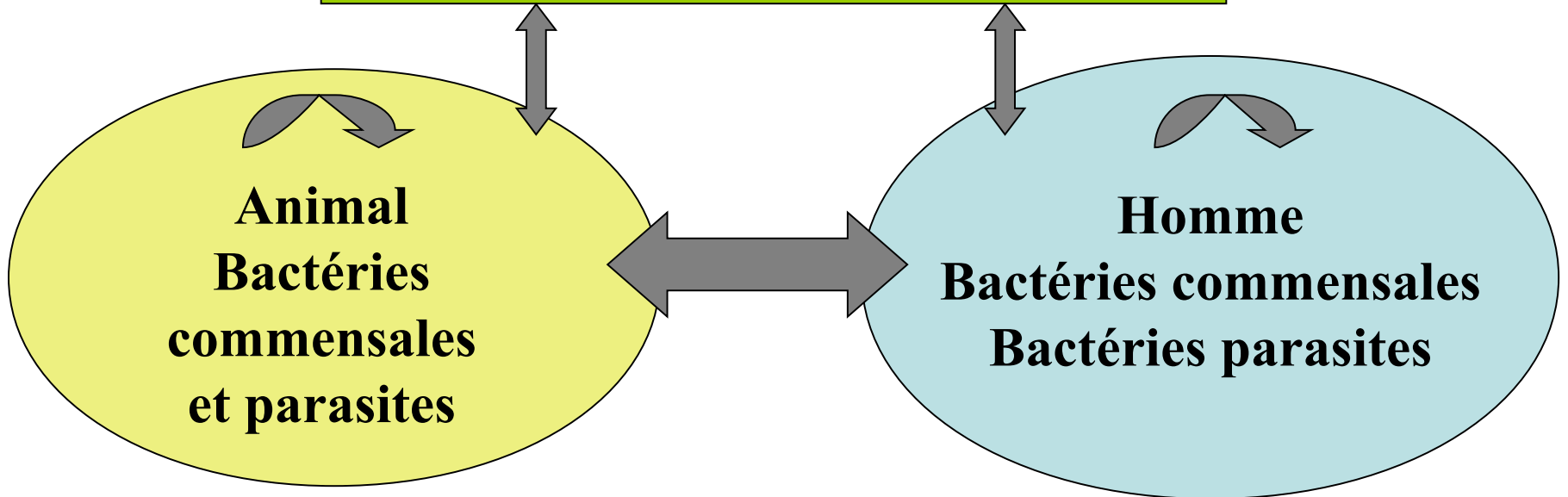
- Surfaces contaminées,
- matériel, objets contaminés
- alimentation (botulisme, listeriose)
- eau (fièvre typhoïde)
- air (BK)
- **Mains +++** (transmission croisée)

Vecteur : puces, tiques, ...



Interactions complexes
Nombreux écosystèmes

Environnement
tellurique, aérien, hydrique, ...
Bactéries saprophytes



Environnement hospitalier

Air, eau, surfaces (sol, murs, mobiliers, équipements), linge, aliments, dispositifs médicaux, déchets

Infections nosocomiales
et environnement
hospitalier

Gilles Brucker

Médecine-Sciences
Flammarion

Contamination variable (services, patients, ...)
Survie variable des bactéries commensales et pathogènes
(température, humidité, déchets organiques, ...)
streptocoques \pm , staphylocoques +, entérocoques +,
entérobactéries +, *Acinetobacter* ++, spores +++

Pression de sélection antibiotique

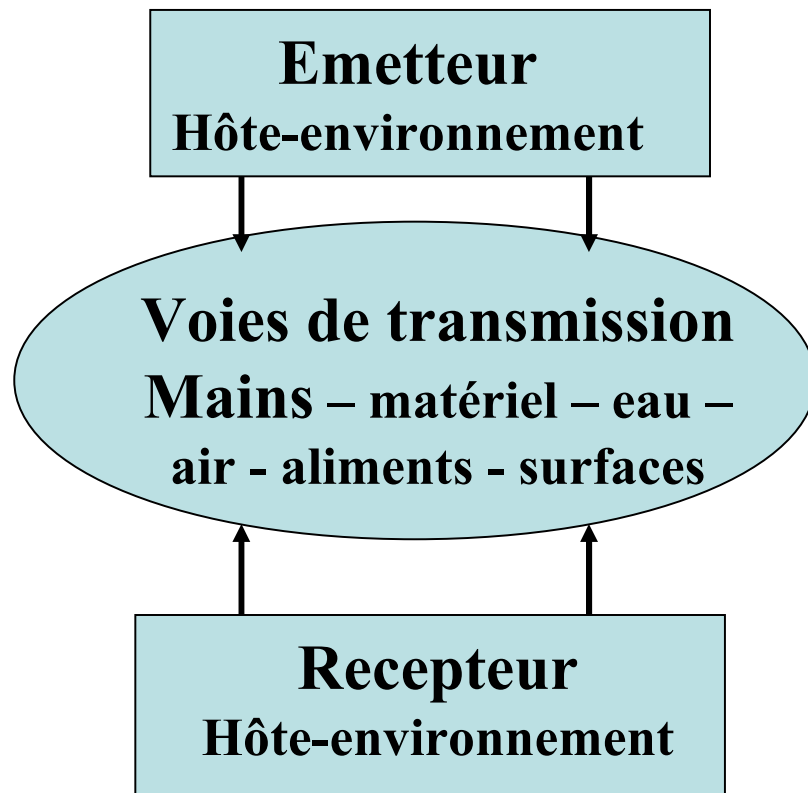
→ bactéries multirésistantes (BMR)
entérocoques R vancomycine, SARM, BLSE, *Acinetobacter*,
pyocyanique

Environnement hospitalier

Infections nosocomiales
et environnement
hospitalier

Gilles Brucker

Source d'infections?
Epidémies, endémies ?
Preuves? (biologie moléculaire)



EAU : oui
Legionella, P. aeruginosa, mycobactéries atypiques, Aeromonas, S.maltophilia, champignons

AIR : oui
particules en suspension et ISO en orthopédie
Aspergillus et travaux

SURFACES : ?
Environnement proche et BMR
C.difficile

Quelques exemples de bactéries

Bactéries pathogènes pour l'homme

--- A ----

- *Afipia felis* >>> maladie des griffes du chat

--- B ----

- *Bacillus anthracis* >>> charbon (anthrax)
- *Bacillus cereus* >>> intoxication alimentaire à *Bacillus cereus*
- *Bartonella henselae, clarridgeiae* >>> maladie des griffes du chat
- *Bordetella pertussis* (bacille de Bordet et Gengou) >>> coqueluche
- *Bordetella parapertussis et bronchiseptica* >>> syndrômes parapertussiques bénins
- *Borrelia burgdorferi* >>> maladie de Lyme
- *Borrelia recurrentis* >>> borrelioses (fièvres récurrentes transmises par les poux)
- *Borrelia hispanica, persica, duttonii, crocidurae* >>> borrelioses (fièvres récurrentes transmises par les tiques)
- *Brucella melitensis, abortus, suis* >>> brucellose
- *Burkholderia mallei* >>> morve
- *Burkholderia pseudomallei* (bacille de Whitmore) >>> mélioïdose

--- C ----

- *Campylobacter fetus ssp. fetus* >>> campylobactériose
- *Campylobacter jejuni* >>> entérites
- *Chlamydia trachomatis* >>> trachome - maladie de Nicolas et Favre

--- C ---

- **Chlamydomphila pneumoniae** >>> infections respiratoires
- **Chlamydomphila psittaci** >>> ornithose-psittacose
- **Clostridium botulinum** >>> botulisme
- **Clostridium difficile** >>> colites pseudo-membraneuses
- **Clostridium perfringens** >>> gangrènes gazeuses
- **Clostridium tetani** >>> tétanos
- **Corynebacterium diphtheriae** >>> diphtérie
- **Coxiella burnetii** >>> fièvre Q

--- E ---

- **Ehrlichia chaffeensis** >>> ehrlichiose monocytaire humaine
- **Ehrlichia equi, phagocytophila** >>> ehrlichiose granulocytaire humaine
- **Erysipelothrix rhusiopathiae** >>> érysipéloïde
- **Escherichia coli** >>> entérites

--- F ---

Francisella tularensis >>> tularémie

--- H ---

- **Haemophilus ducreyi** >>> chancre mou
- **Haemophilus influenzae** >>> méningite bactérienne
- **Helicobacter pylori** >>> ulcère gastro-duodéal

- - - **K** - - - -

- **Kingella kingae** >>> infections ostéo-articulaires
- **Klebsiella granulomatis** >>> donovanose
- **Klebsiella ozenae** >>> ozene
- **Klebsiella pneumoniae** >>> pneumonies

- - - **L** - - - -

- **Legionella pneumophila** >>> légionellose
- **Leptospira interrogans** >>> leptospirose ictéro-hémorragique
- **Listeria monocytogenes** >>> listeriose

- - - **M** - - - -

- **Mycobacterium leprae** (bacille de Hansen) >>> lèpre
- **Mycobacterium tuberculosis** (bacille de Koch) >>> tuberculose
- **Mycobactéries atypiques** (avium, bovis, intracellulare...) >>> infections opportunistes
- **Mycoplasma pneumoniae** >>> pneumonie atypique primitive
- **Mycoplasma hominis** >>> infections uro-génitales

- - - **N** - - - -

- **Neisseria gonorrhoeae** (gonocoque) >>> blennorragie
- **Neisseria meningitidis** (méningocoque) >>> méningite cérébro-spinale

- - - **P** - - - -

- **Pasteurella multocida** >>> pasteurellose
- **Pseudomonas aeruginosa** (bacille pyocyannique) >>> Infections opportunistes et nosocomiales

--- R ----

- **Rickettsia** (nombreuses espèces) >>> typhus et fièvres exanthématiques

--- S ----

- **Salmonella enterica** >>> salmonelloses

- **Shigella dysenteriae, S. flexneri, S. boydii et S. sonnei** >>> dysentérie bacillaire

- **Spirillum minus** >>> sodoku

- **Staphylocoques et streptocoques** >>> impetigo

- **Streptocoques du groupe A** >>> scarlatine, erysipèle

- **Streptococcus pneumoniae** >>> infections de la sphère ORL, pneumonies...

--- T ----

- **Treponema pallidum** >>> syphilis

- **Tropheryma whipplei** >>> maladie de Whipple (lipodystrophie intestinale)

--- U ----

- **Ureaplasma urealyticum** >>> infections uro-génitales

--- V ----

- **Vibrio cholerae** (variétés cholerae et eltor) >>> choléra

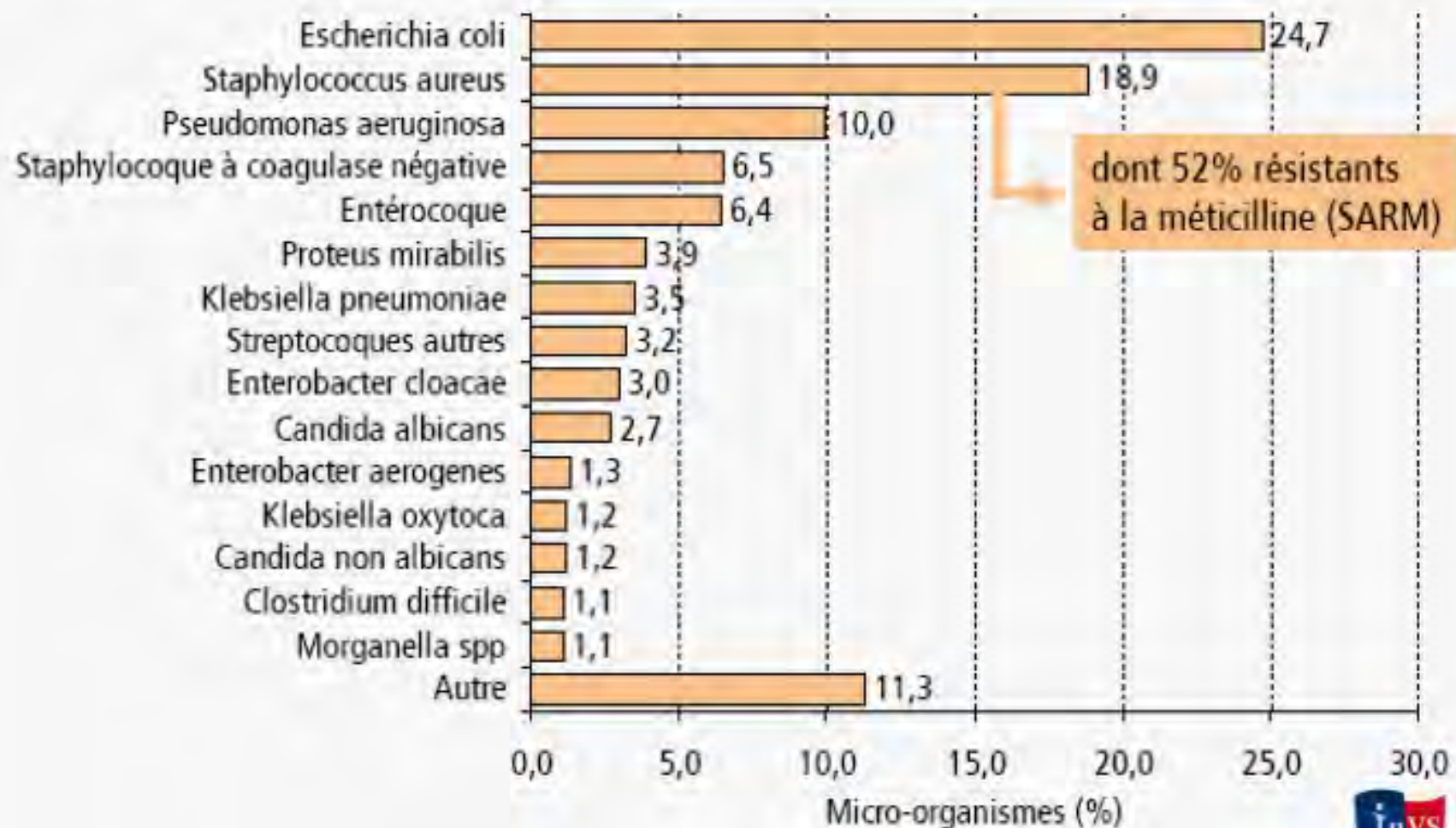
--- Y ----

- **Yersinia pestis** >>> peste

- **Yersinia enterocolitica** >>> entéro-colite

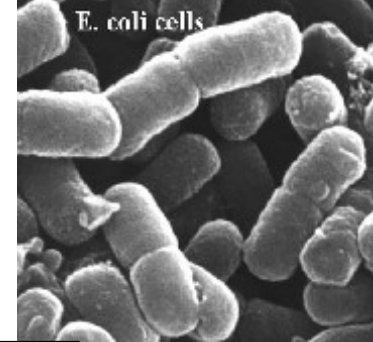
- **Yersinia pseudotuberculosis** >>> pseudotuberculose

ENP 2006: principaux micro-organismes isolés d'infection nosocomiale





Escherichia coli



Commensale du TD

➔ 80 % flore aérobie

Infection le + souvent d'origine endogène
(urinaire ++, abdominale, septicémie, ...)

Emergence de résistance antibiotique : BLSE

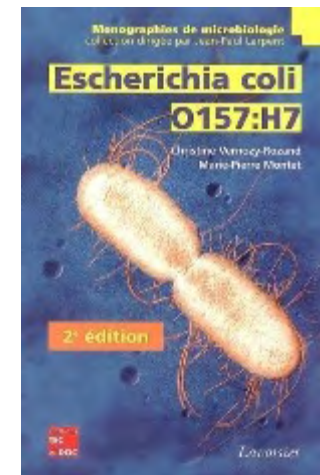
Existence de souches pathogènes

Ex 1: souches entéro-hémorragiques

O157-H7 (diarrhées sanglantes, SHU)

Origine alimentaire : « maladie du hamburger »

Ex 2: *E.coli* K1 et méningite néonatale





Staphylococcus aureus



Cocci à Gram+ en diplocoques et amas

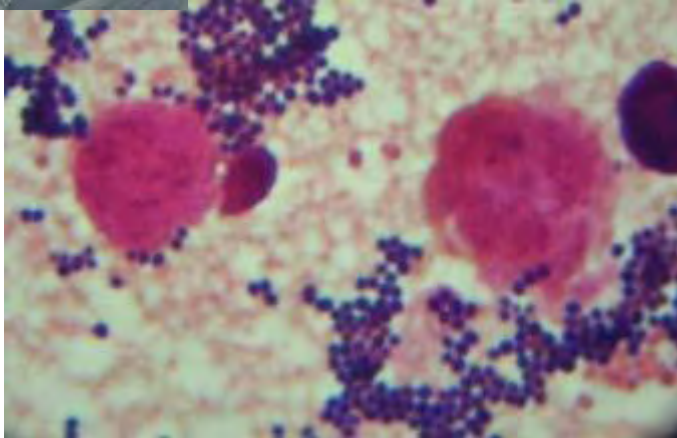
Pigment jaune orangé

Homme : 30 à 50 % de porteurs (nez+++)

Résiste dans le milieu extérieur

Équipé pour le pouvoir pathogène

(enzymes ± toxines)



- **Infections communautaires et nosocomiales**
- **Multirésistance (R méticilline = SARM)**

➔ **Endogène** : le patient s'infecte avec « son » *S. aureus*

Ex : infection après acte invasif sans bonne préparation cutanée

➔ **Exogène** : la bactérie est transmise au patient

par contact direct (mains +++)

par l'environnement (matériel, surfaces, ...)

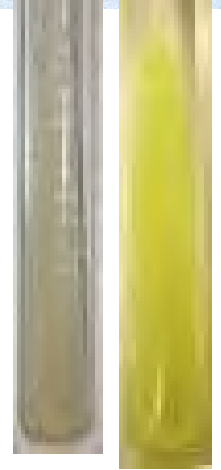
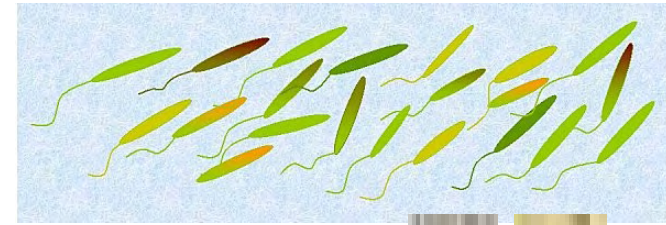
Pseudomonas aeruginosa

- **Pigments** : bleu (pyocyanine)
vert (pyoverdine)
- **Souches parfois muqueuses**

Saprophyte : l'eau

- **eaux, siphons, brise-jets, végétaux, sols humides, matériel, désinfectants,...**

Parfois commensal TD



Pseudomonas aeruginosa



Pathogène opportuniste surtout

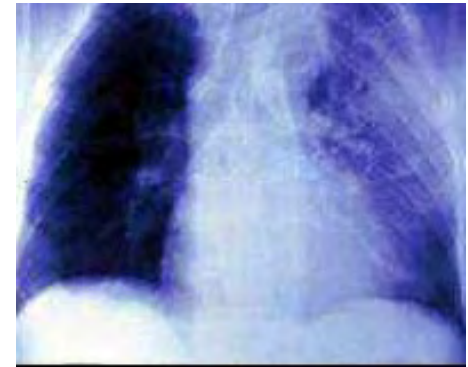
- Mucoviscidose
- Hôpital ++ IN
 - Pneumopathies (réanimation)
 - Infections urinaires (sondage)
 - Infections plaies (brûlés)
- Otites (piscines), infections œil (lentilles)
- **Multirésistance** acquise aux antibiotiques +++ à l'hôpital
→ impasse thérapeutique



Legionella



- **Bactérie de l'environnement hydrique**
eau douce : réservoirs naturels et artificiels (amibes)
- **Transmission par aérosols, non interhumaine**
→ **Pneumopathie**
- **Surtout sujets âgés, immunodéprimés**
- **Diagnostic : Ag urinaire ++**
- **Prévention ++ (nombreux textes)**



entretien et contrôle des circuits d'eau

- Eau chaude sanitaire (douches +++)
- Tours aéro-réfrigérantes, climatiseurs

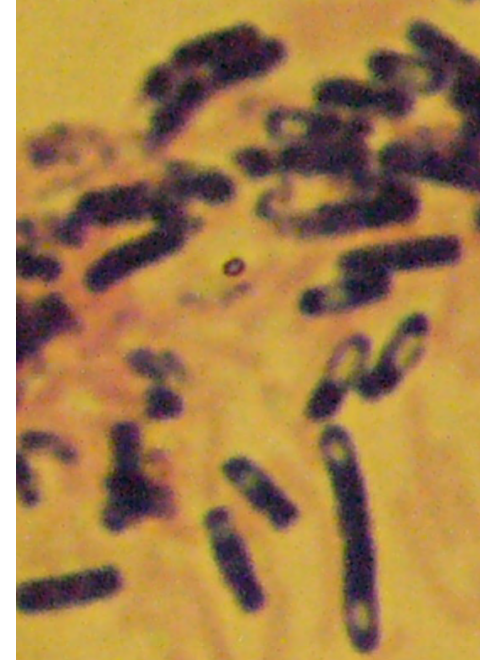
Décembre 2000, épidémie du tout nouvel hôpital Georges Pompidou (4 décès)



Clostridium difficile

Enteropathogène majeur

- 95% CPM
- 10-25% diarrhées post-antibiotiques
- 10% diarrhées nosocomiales
- 1,5% diarrhées post-antibiotiques communautaires



Seules les souches toxinogènes sont pathogènes

2 toxines : A et B ± 3ème toxine (binaire)

Les souches A-B+ sont pathogènes

Bactérie sporulée : spores très résistantes dans l'environnement

→ précautions spécifiques

Antibiothérapie

Effet de barrière rompu

Endogène

**Contamination par *C. difficile*
toxinoène**

Exogène
Contamination
oro-fécale ←
environnement
ou manuportée

**Production toxines
Absence réponse immunitaire**

Altération de la muqueuse

**Asymptomatique
Très rares (<1%)**

CPM + formes compliquées Diarrhée



Mycobacterium tuberculosis

- **Bacille de Koch**
 - Bacille acido-alcoolorésistant : BAAR
- **Agent de la tuberculose**
- **Pathogène strict**
- **Réservoir = homme**
- **Transmission**
 - Gouttelettes de Pflügge
 - Particules en suspension dans l'air (droplet nuclei)





Le monde bactérien



- **C'est un monde complexe que l'on n'a pas fini d'explorer**
 - **Nombre de bactéries astronomique (1-3 millions?)**
 - **Elles sont partout**
 - **Le plus souvent utiles, parfois nuisibles**
- **La connaissance des bactéries a permis**
 - **Traitement et prévention de nombreuses maladies infectieuses**
 - **Réservoir, voies de transmission, adhésion, toxines, sensibilité aux antibiotiques et mode de résistance ...**
 - **Utilisation des bactéries ou de leurs enzymes (biotechnologies) : alimentation (pain, bière, vin, fromages), lessive, agriculture, pharmacie, médecine, dépollution des sites industriels.... Et hélas bioterrorisme**