

1 Les différents types de micro-organismes

1.1 Virus

Les virus sont des structures parasitaires qui ne disposent à l'état isolé que d'un ADN ou d'un ARN entouré par une capsule. Ils ne font donc pas partie a priori des êtres vivants puisqu'à l'état isolé, il n'échange pas avec l'extérieur. Leur taille n'est que de quelques dizaines de nanomètres.

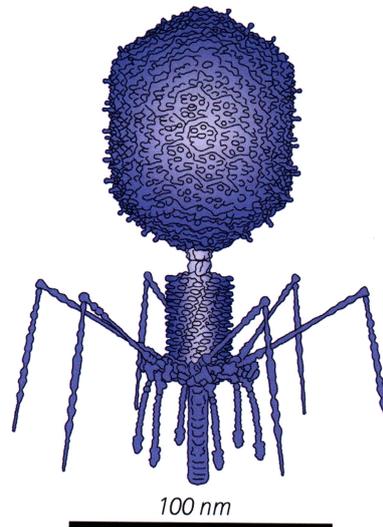


FIGURE 1 – Un virus de bactéries : le bactériophage

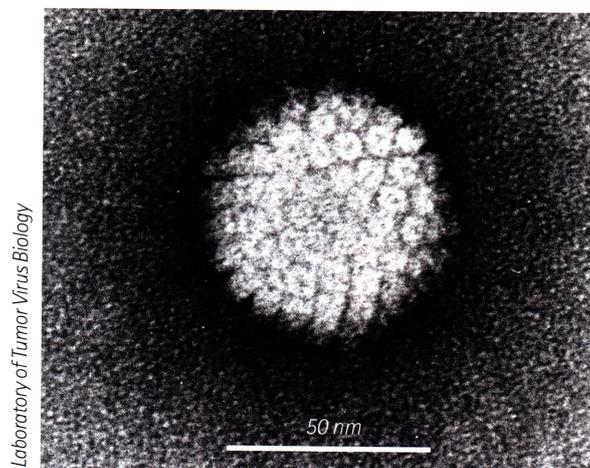


FIGURE 2 – Un virus de l'être humain : le papillome

La multiplication des virus a besoin nécessairement d'un hôte, soit un procaryote, soit un eucaryote. Il s'injecte dans son hôte et profite de l'environnement biochimique pour reproduire son ADN ou son ARN. Chaque brin d'ADN ou d'ARN produit s'entoure d'une nouvelle capsule et s'expulse en tuant ou non sa cellule hôte.

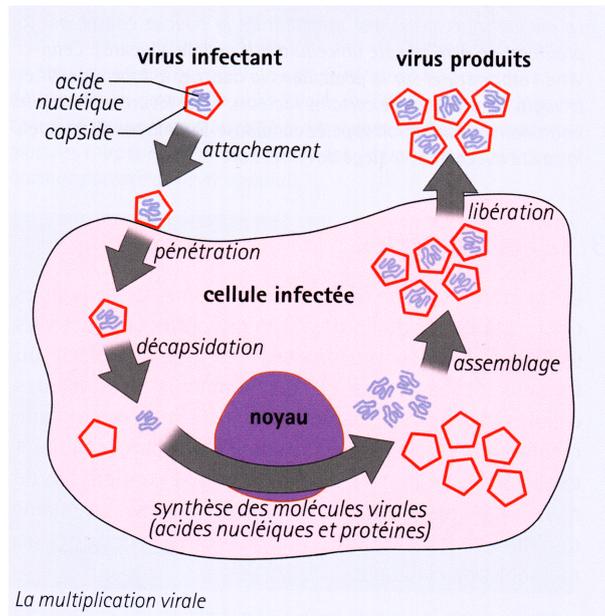
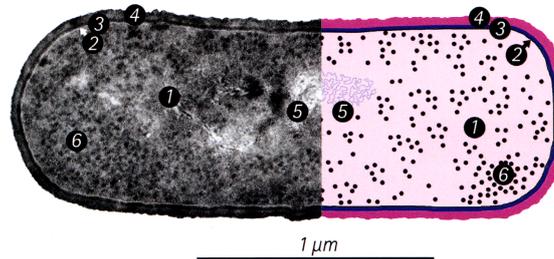


FIGURE 3 – Multiplication virale

1.2 Bactéries

Les bactéries ou procaryotes sont des êtres vivants. Cependant, il ne dispose pas d'un noyau protégeant leur ADN. Le brin d'ADN baigne avec des ribosomes dans le cytoplasme délimité par la membrane. Leur taille varie de un à une dizaine de microns.



Cellule de bactérie *Bacillus subtilis* (M.E.T.) G : 100 000 × et sa modélisation

① cytoplasme – ② membrane cytoplasmique – ③ paroi cellulaire –
④ capsule – ⑤ chromosome circulaire (ADN) – ⑥ ribosomes

FIGURE 4 – L'anatomie d'une bactérie

Les bactéries se reproduisent par mitose ou division cellulaire. Dans des conditions optimales, une nouvelle « génération » peut survenir toutes les 20 minutes. L'être humain vit en symbiose avec de nombreuses bactéries qu'il s'agisse des bactéries du gros intestin ou des bactéries vivant sur sa peau. Elles sont nécessaires à l'être humain pour sa survie. Cependant, elles peuvent produire de graves complications si elles « sortent » de leur zone (par exemple, la bactérie *Escherichia Coli* est inoffensive dans l'intestin, mais peut produire de graves séquelles si elle se situe dans les reins).

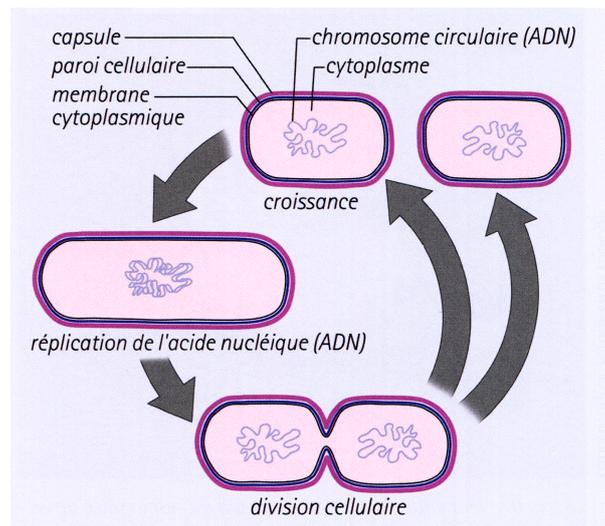


FIGURE 5 – Le développement bactérien

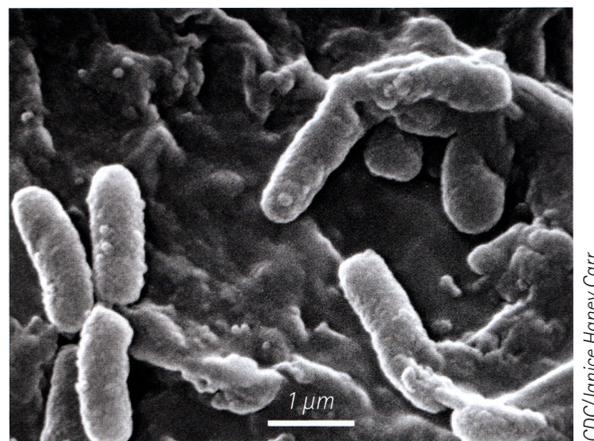


FIGURE 6 – Pseudomonas

1.3 Champignons

Les champignons n'existent pas que sous forme de champignons à chapeaux. De nombreuses espèces sont invisibles à l'œil nu, soit sous forme unicellulaires (levures) ou sous forme pluricellulaire (oïdium du fromage). Ils sont présents dans le gros intestin et aide à la digestion. Ils peuvent être pathogènes quand ils se développent sur la peau (mycoses) ou sur les muqueuse (muguet).

2 Les aspects bénéfiques des micro-organismes

2.1 Le rôle des micro-organismes dans les écosystèmes

Les scientifiques ont pu mettre en évidence que les virus peuvent influencer l'évolution par le transfert d'ADN.

Les bactéries et les champignons jouent un rôle essentiel dans la dégradation des organismes morts et la formation des sols.

2.2 Les symbioses

2.2.1 Le microbiote intestinal

Diverses bactéries et champignons vivent en symbiose dans le gros intestin de l'être humain. Une symbiose est une situation où deux espèces se favorisent l'un l'autre.

Nous nourrissons le microbiote intestinal, mais il nous fournit 3 services :

- fonction physiologique : modifications de l'épaisseur et le renouvellement de la muqueuse de l'intestin, de la taille des villosités ;
- fonction immunitaire : sans microbiote, le système immunitaire est moins actif. Le microbiote est impliqué dans certaines maladies inflammatoires et allergiques. La diversité biologique des bactéries microbiotes évite ainsi la pullulation d'une seule espèce bactérienne ou la colonisation du tube digestif par d'autres micro-organismes qui seraient pathogènes ;
- fonction digestive : les matériaux alimentaires non-digestibles (ex. : fibres de polysaccharides végétaux) sont dégradés par les microbiotes, permettant la digestion de nombreuses substances :
 - La fermentation colique qui produit des acides gras volatils
 - Le microbiote produit des acides aminés essentiels non métabolisable par l'être humain
 - Le microbiote produit des vitamines
 - Sans microbiote intestinal, l'organisme humain ne peut utiliser les polysaccharides complexes tels que les fibres alimentaires car les cellules humaines ne possèdent pas les enzymes nécessaires à leur dégradation.

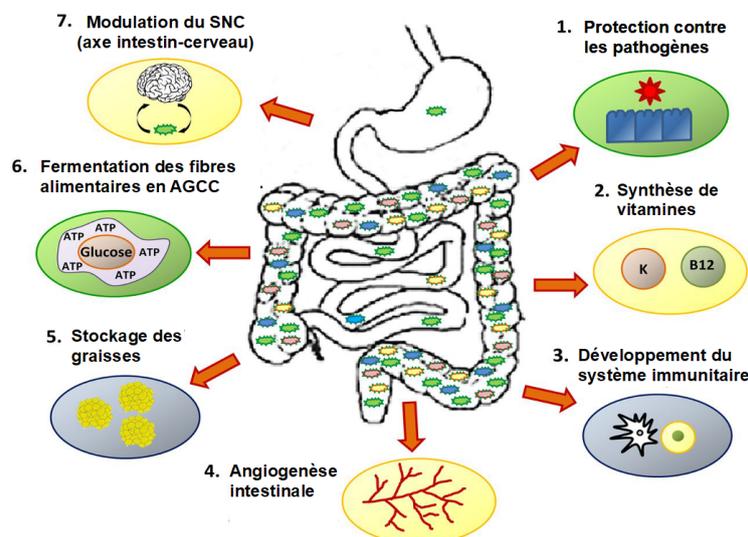


FIGURE 7 – Rôles du microbiote

2.2.2 Le microbiote cutané

Le microbiote cutané humain (ou « microflore » de la peau humaine) est la communauté de micro-organismes opportunistes, saprobiontes, souvent symbiotes et parfois pathogènes qui composent la « flore cutanée ». C'est la partie externe du microbiote de l'organisme humain. De manière générale, la biodiversité bactérienne limite le risque de colonisation de la peau par une bactérie pathogène, constitue une protection contre l'inflammation de la peau et permet l'élimination progressive de l'épiderme et du sébum produit par la peau.

2.3 Les produits de la fermentation

2.3.1 Le pain

Le pain est issu de la fermentation de la farine essentiellement avec des levures (*Saccharomyces cerevisiae*). Des levains sont parfois aussi utilisés (cfr. Les produits lacto-fermentés).

2.3.2 Les fromages

Les fromages sont le résultat de la coagulation des graisses et des protéines du lait. Cette coagulation est souvent produit par la fermentation lactique (donc bactérienne).

De plus, certains fromages sont des lieux privilégiés de développement de champignons (« moisissures nobles », Roquefort, camembert, brie, ...).

2.3.3 Le vin

Le vin est le résultat de la fermentation bactérienne du jus de raisin.

2.3.4 La bière

La bière est le résultat de la fermentation bactérienne ou fongique de l'orge auquel on a rajouté du houblon comme aromate.

2.3.5 Les produits lacto-fermentés

Dans toutes les civilisations, des techniques de conservation par fermentation lactique ont été utilisées, même si évidemment l'être humain n'était pas conscient de son utilisation (principe d'essai/erreur). Ce type de fermentation est facile à réaliser puisqu'il suffit de mettre le produit à fermenter dans un récipient hermétique à l'air et de vérifier que le résultat est digestible et non-toxique.

On peut citer :

- la choucroute : fermentation du chou blanc
- le yaourt ou yoghourt : fermentation de lait
- cornichons, ... : conservation dans du vinaigre
- kéfir : fermentation de lait ou de fruit
- levain naturel
- Kombucha : fermentation de thé

2.4 Les produits industriels

On peut citer :

- la production de pénicilline par des champignons ;
- l'utilisation de bactéries modifiées génétiquement pour la production pharmaceutique (insuline, ...);
- l'utilisation de virus dans le génie génétique (bactériophages);
- l'utilisation de bactéries dans les stations d'épuration.

3 La peau et les muqueuses

3.1 La structure de la peau

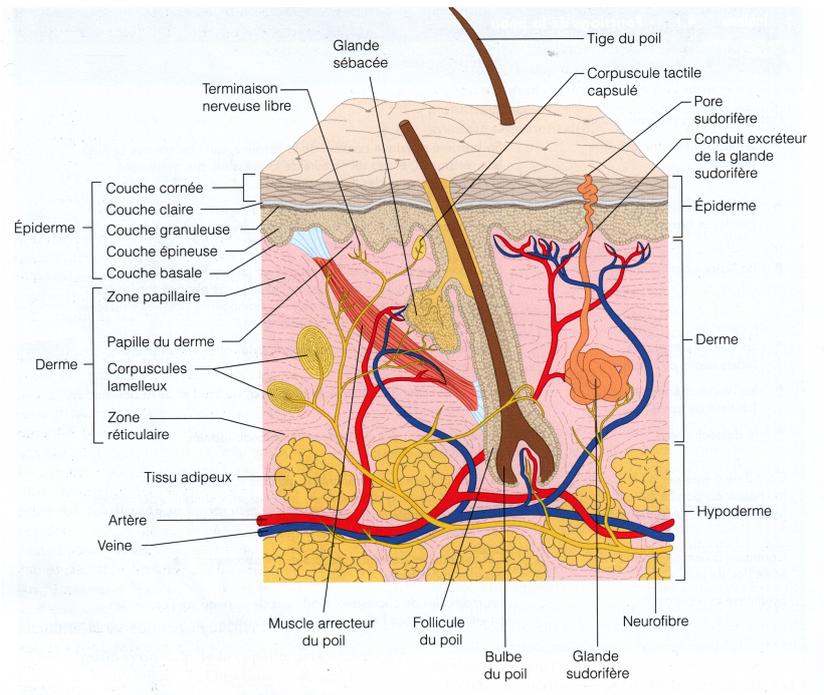


FIGURE 8 – La structure de la peau

La peau est constituée de 3 structures principales qui se superposent :

- l'hypoderme est constitué de cellules adipeuses, de terminaisons nerveuses et de capillaires sanguins
- le derme est une couche de cellules vivantes se régénérant sans cesse et repoussant les « anciennes » cellules vers l'épiderme
- l'épiderme est une couche de cellules mortes fortement kératinisées (gorgé d'une protéine appelée "kératine") et donc imperméables.

3.2 Muqueuses et mucus

L'ensemble des muqueuses produit des sécrétions qui vont de l'intérieur vers l'extérieur. Cela crée un mouvement qui tend à repousser les agents pathogènes. Certaines ont des propriétés antiseptiques comme la salive, les larmes, les mucus bucco-nasaux ou les sucs gastriques.

3.3 La régénération

Suite à un traumatisme, la régénération se fera par division cellulaire (mitose). Cette division se fera de façon centrifuge (de l'intérieur vers l'extérieur), ayant donc tendance à expulser les corps étrangers. Si des corps étrangers sont enfoncés trop profondément pour être expulsés (balles, ...) , ils seront enkystés pour les isoler du métabolisme interne.

4 Généralités sur l'immunologie

4.1 Les réponses non-spécifiques

4.1.1 Phagocytose

Tous les organismes de surface ont des protéines de surface. Comme ces protéines sont spécifiques à l'espèce (et parfois même à des groupes d'individus), elles permettent de distinguer les cellules du « soi », des cellules du « non-soi ».

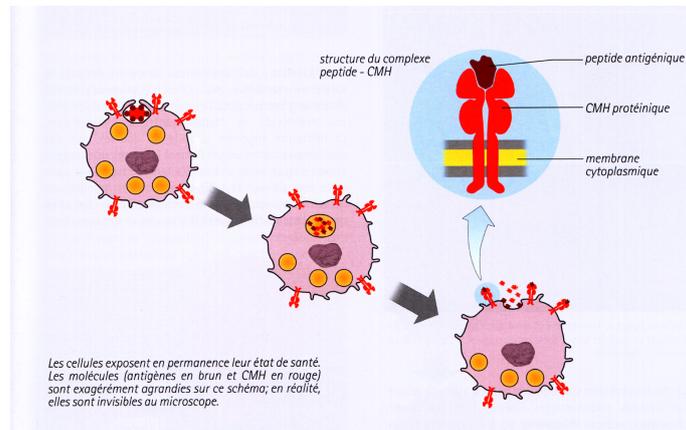


FIGURE 9 – Le Complexe Majeur d'Histocompatibilité

Cette reconnaissance se fait par la présentation de protéines inversées qui peuvent ou non s'emboîter dans la protéine de surface. On utilise l'image de la clef et de la serrure pour expliquer ce système. Si la clef ouvre la serrure, c'est que je suis chez moi ...

Les antigènes sont les protéines de membrane qui déclenchent une réponse immunitaire. Il s'agit donc de protéines du « non-soi ».

Les anticorps sont les protéines qui s' « emboîtent » dans les antigènes.

Chez l'être humain, les principales protéines de surface qui identifient le « soi » sont le Complexe Majeur d'Histocompatibilités et les groupes sanguins (ABO, Rhésus).

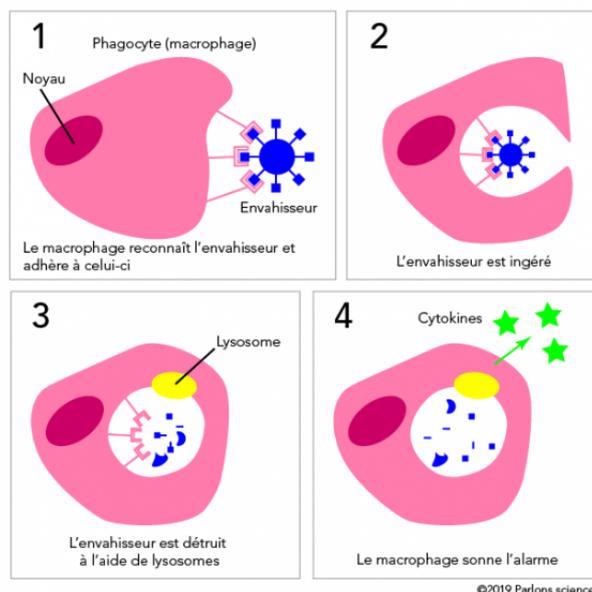


FIGURE 10 – La phagocytose

Il existe des cellules sanguines de type globules blancs capables de phagocyter les agents pathogènes reconnus comme « non-soi ».

La phagocytose consiste à envelopper l'agent pathogène, à l'intégrer à l'intérieur de la cellule et à dégrader les composés de l'agent pathogène.

4.1.2 Inflammation

L'inflammation est une réaction générale face à une agression. Elle provoque un afflux sanguin sur une zone localisée avec pour conséquence un gonflement, une rougeur et un échauffement de la zone. Toutes les maladies dont le suffixe est -ite sont définies par leur symptôme inflammatoire (pharyngite, bronchite, hépatite, ...).

4.1.3 Fièvre

La fièvre est une augmentation généralisée de la température d'un individu. Elle se produit lorsque l'infection a tendance à se généraliser. En effet, une augmentation de température améliorera la réponse immunitaire de façon plus importante que l'augmentation du métabolisme des agents pathogènes.

4.2 Étude de cas : une coupure

La peau est déchirée. Les agents pathogènes entrent. Les cellules du derme libèrent des médiateurs chimiques (cytokines) qui produiront l'inflammation.

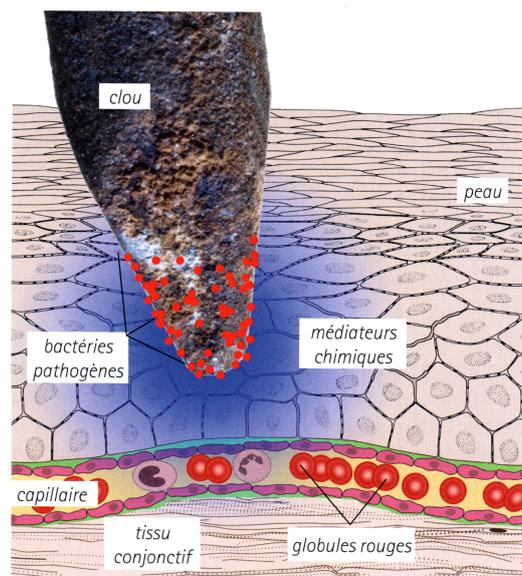


FIGURE 11 – Lésion avec apport d'agents pathogènes

La zone se gonfle de sang. Le plasma gonfle les tissus permettant le passage des globules blancs responsable de la phagocytose.

Les globules blancs commencent la phagocytose des agents pathogènes qui sont reconnus par l'absence du Complexe Majeur Histocompatibilité. Les plaquettes colmatent la brèche par coagulation et empêchent l'intrusion de nouveaux agents pathogènes. Le nombre d'agents pathogènes diminue, l'émission de médiateurs chimiques suit aussi cette tendance, l'inflammation régresse.

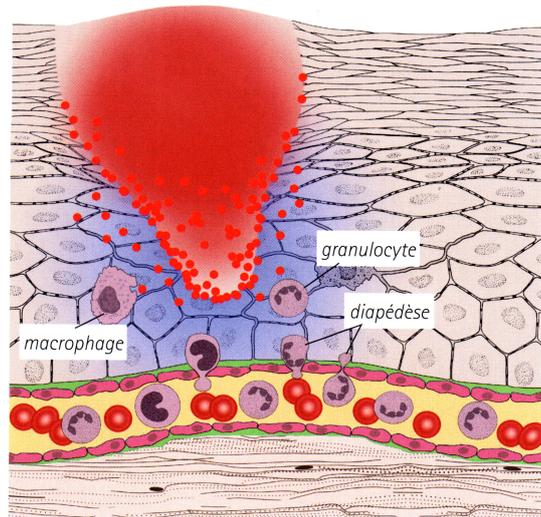


FIGURE 12 – Inflammation et diapédèse

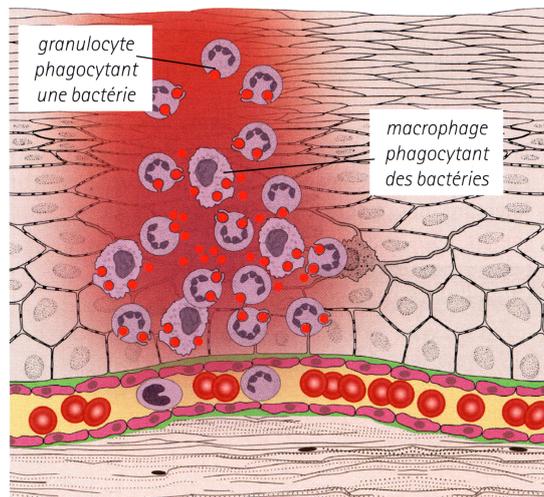


FIGURE 13 – Phagocytose des agents pathogènes

4.3 La « mémoire » immunitaire

En plus de la réaction immunitaire innée qui se déclenche rapidement, l'organisme dispose d'un moyen de spécifique à l'agent pathogène, plus efficace mais plus lent à mettre en œuvre. C'est la réaction immunitaire acquise (ou adaptative, ou non-spécifique) qui font intervenir les lymphocytes qui sont un autre type de globules blancs.

De façon générale, le processus suit les étapes suivantes :

- après phagocytose, les anti-gènes sont présentés aux lymphocytes
- les lymphocytes « cherchent » à produire des anti-corps, c-à-d, des molécules qui « s'emboîtent » dans les anti-gènes (phase
- des lymphocytes compétents sont produits massivement par mitose produisant l'élimination des agents pathogènes
- des souches lymphocytes compétents sont conservés dans les ganglions lymphatiques et maintenus par mitose, favorisant une réponse rapide en cas d'infection ultérieure.

Il est important de conserver en mémoire, que la « mémoire » immunitaire n'a rien à voir avec la

mémoire cognitive. Cette « mémoire » immunitaire n'est qu'une conservation de souches de lymphocytes spécifiques qui se reproduisent par mitose. A un moment, ces souches de lymphocytes peuvent ne plus être multipliés. Cette mémoire s'éteint donc, sauf si l'organisme est remis en présence des agents pathogènes.

5 Médicaments et produits antiseptiques

5.1 Hygiène des mains et du corps

Un savon est un produit désinfectant. Se nettoyer régulièrement les mains est un moyen efficace pour éviter l'ingestion ou l'inhalation d'agents pathogènes. En effet, les mains manipulent de nombreux objets (potentiellement infectés) et peuvent être ensuite portés à proximité de la bouche et du nez.

5.2 Antiseptiques

Les antiseptiques ou désinfectants sont des substances à usage cutané qui permettent de limiter l'entrée des agents pathogènes tels que les bactéries et champignons en les tuant ou en arrêtant leur croissance. Les antiseptiques les plus courants sont l'alcool (éthanol), l'éosine et des composés iodés (appelés improprement « iode »).

5.3 Antalgiques

Les antalgiques (ou analgésiques), c-à-d des « anti-douleurs », sont des substances qui inhibent la douleur et le sentiment de « mal-être » dû à l'émission des médiateurs chimiques du système immunitaire (cytokines). Il s'agit donc d'un traitement des symptômes et non des causes de la maladie.

5.4 Anti-inflammatoires

Comme leur nom l'indique, les anti-inflammatoires sont des substances dont l'objectif est de limiter l'inflammation. Ils ont aussi souvent une action « anti-fièvre » (par inhibition de la réponse immunitaire). Du fait, de la diminution de la pression sur la zone inflammée, ils produisent aussi une baisse de la douleur (baisse de pression sur les cellules sensorielles par diminution de l'afflux sanguin). De plus, ils ont tendance à empêcher la coagulation du sang (risque d'hémorragie). Il s'agit donc d'un traitement des symptômes et non des causes de la maladie.

La nécessité, dans certains cas de ces anti-inflammatoires, montre que l'évolution a retenu une réaction assez violente. Si la réaction inflammatoire est très violente, l'individu sera peut-être incommodé, mais survivra. Par contre, une réaction trop faible engendre un risque de mortalité.

5.5 Antibiotiques

Les antibiotiques sont des substances qui soit empêchent la reproduction des bactéries, soit tuent les bactéries. Il s'agit donc de bactériostatiques ou de bactéricides. Ils ne doivent être utilisés que pour les maladies d'origine bactérienne. Les antibiotiques sont spécifiques à certaines bactéries ou groupes de bactéries. Les premiers antibiotiques étaient d'origine naturelle produits par des champignons ou d'autres bactéries. Actuellement, la majorité des antibiotiques sont produits de façon artificielle.

L'usage abusif des antibiotiques, tant chez l'être humain que dans les élevages industriels, a conduit à ce que naturellement ce soient les bactéries résistantes à ces antibiotiques qui se développent et que les bactéries sensibles aux antibiotiques soient moins présentes. Malgré le fait que l'industrie pharmaceutique tente de créer sans cesse de nouvelles molécules, le résultat a été la création de souches bactériennes multi-résistantes pour lesquelles plus aucun antibiotique n'a d'effets. En milieu hospitalier, cela conduit aux développements des maladies nosocomiales¹, et notamment du développement du staphylocoque doré (*Staphylococcus aureus*).

1. Les maladies nosocomiales sont les maladies dues aux soins médicaux.

5.6 Sérums

Un sérum est une purification du sang qui concentrent des anti-corps libres. L'injection d'anti-corps chez un individu infecté provoquera donc automatiquement l'immobilisation des anti-gènes correspondants. Il s'agit donc d'un traitement curatif. Actuellement, ils existent de nombreux sérums pour lutter contre l'infection de bactéries et de virus ou contre l'effet de toxines (venins de serpents, piqûre d'insecte, ...)

5.7 Vaccins

Un vaccin est l'injection d'antigène sans risque de prolifération de l'agent pathogène (souche atténuée ou mortes, molécules pures, ARN messenger, ...), permettant à l'individu, un laps de temps pour produire ses propres anti-corps.

En cas d'infection future, la réponse immunitaire sera tellement rapide que l'individu ne développera pas la maladie. Le vaccin n'est donc pas adéquat lors d'une infection, mais doit être pris de façon préventive.

Le but d'un vaccin est double :

- protéger l'individu
- éviter la prolifération de l'agent pathogène au sein d'une population

Table des matières

1	Les différents types de micro-organismes	1
1.1	Virus	1
1.2	Bactéries	2
1.3	Champignons	3
2	Les aspects bénéfiques des micro-organismes	4
2.1	Le rôle des micro-organismes dans les écosystèmes	4
2.2	Les symbioses	4
2.2.1	Le microbiote intestinal	4
2.2.2	Le microbiote cutané	5
2.3	Les produits de la fermentation	5
2.3.1	Le pain	5
2.3.2	Les fromages	5
2.3.3	Le vin	5
2.3.4	La bière	5
2.3.5	Les produits lacto-fermentés	5
2.4	Les produits industriels	5
3	La peau et les muqueuses	6
3.1	La structure de la peau	6
3.2	Muqueuses et mucus	6
3.3	La régénération	6
4	Généralités sur l'immunologie	7
4.1	Les réponses non-spécifiques	7
4.1.1	Phagocytose	7
4.1.2	Inflammation	8
4.1.3	Fièvre	8
4.2	Étude de cas : une coupure	8
4.3	La « mémoire » immunitaire	9
5	Médicaments et produits antiseptiques	10
5.1	Hygiène des mains et du corps	10
5.2	Antiseptiques	10
5.3	Antalgiques	10
5.4	Anti-inflammatoires	10
5.5	Antibiotiques	10
5.6	Sérums	11
5.7	Vaccins	11