

Introduction à la microbiologie infectieuse et santé.

- Introduction générale aux infections

Les infections constituent un problème majeur de santé publique à l'échelle mondiale. Elles résultent de l'interaction entre un agent infectieux et un hôte, pouvant entraîner des manifestations cliniques variables allant d'une infection asymptomatique à des maladies graves, voire mortelles. La compréhension de la nature de ces infections, leurs mécanismes et les moyens de prévention est fondamental pour la microbiologie médicale et la santé publique, essentiellement pour le diagnostic, le traitement et la prévention des maladies infectieuses.

Une infection survient lorsqu'un microorganisme, capable de provoquer une maladie, pénètre dans l'organisme, se multiplie et déclenche une réponse de l'hôte. L'étude des infections implique la compréhension de la nature des agents pathogènes, des mécanismes de transmission, de la réponse immunitaire de l'hôte et des stratégies de prévention.

1. Définitions

-Infection : C'est la pénétration et la multiplication d'un micro-organisme dans un organisme vivant, accompagnée d'une réponse biologique de l'hôte (inflammatoire et/ou immunitaire). Elle ne conduit pas toujours à une maladie. **Exemple**: La présence de *Staphylococcus aureus* dans les narines d'un individu sain (portage nasal) est une infection asymptomatique.

-Maladie infectieuse : Il s'agit de l'expression clinique de l'infection, traduisant un déséquilibre entre la virulence de l'agent et les défenses de l'hôte. Elle est caractérisée par des symptômes et des signes biologiques ou pathologiques. **Exemple** : La tuberculose causée par *Mycobacterium tuberculosis* provoque des symptômes respiratoires et des lésions pulmonaires.

-Agent pathogène : C'est un micro-organisme capable de provoquer une maladie. Sa pathogénicité dépend de facteurs tels que l'adhésion, l'invasion, la production de toxines et l'échappement immunitaire. Il peut être bactérien, viral, parasitaire ou fongique.

➤ Différence entre colonisation, infection et maladie

La Colonisation est la présence d'un microbe sans effet pathologique par exemple : *E. coli* dans l'intestin.

L'infection est la multiplication du microbe dans l'hôte, possible activation immunitaire par exemple : *S. aureus* sur la peau.

La maladie c'est une infection entraînant des signes cliniques et pathologiques par exemple : Pneumonie à *S. pneumoniae*.

Tableau 1 : Colonisation, infection et maladie : distinctions essentielles.

Concept	Présence du micro-organisme	Réponse de l'hôte	Signes cliniques
Colonisation	Oui	Absente ou minime	Non
Infection	Oui	Présente	Pas toujours
Maladie	Oui	Importante	Oui

-Exemple : *Staphylococcus aureus* sur la peau (colonisation), dans une plaie sans symptôme (infection), avec abcès et fièvre (maladie).

2. Agents infectieux

Un agent infectieux est un micro-organisme ou une entité biologique capable de pénétrer dans un organisme hôte, de s'y multiplier (ou d'y persister) et de provoquer une infection, pouvant conduire ou non à une maladie infectieuse.

Il se caractérise par :

- sa capacité d'invasion de l'hôte,
- son pouvoir de multiplication ou de réplication,
- son pouvoir pathogène (capacité à provoquer des lésions ou des troubles),
- et parfois sa transmissibilité d'un hôte à un autre.

Les principaux agents infectieux sont :

- les **bactéries**,
- les **virus**,
- les **parasites** (protozoaires et helminthes),
- les **champignons**,
- et, dans certains cas particuliers, les **prions**.

La présence d'un agent infectieux dans l'organisme n'entraîne pas systématiquement une maladie.

L'évolution vers une maladie dépend de facteurs liés :

- à l'agent (virulence, dose infectante),
- à l'hôte (immunité, âge, état physiologique),
- et à l'environnement.

2.1. Les bactéries

Les bactéries sont des micro-organismes **procaryotes** capables de se multiplier de manière autonome. Leur pouvoir pathogène est lié à :

- la production de **toxines** (exotoxines, endotoxines),
- la formation de **biofilms**,
- la résistance aux antibiotiques.

Exemples : *Escherichia coli*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Streptococcus pneumoniae*.

Certaines bactéries sont **pathogènes primaires** (ex. *Mycobacterium tuberculosis*), d'autres opportunistes (ex. *Pseudomonas aeruginosa*). Certaines produisent des toxines (ex. toxine diphtérique).

2.2. Les virus

Les virus sont des agents **acellulaires**, constitués d'un acide nucléique (ADN ou ARN) entouré d'une capside, parfois d'une enveloppe. Ils sont des **parasites intracellulaires obligatoires**, utilisant la machinerie cellulaire de l'hôte pour se répliquer.

➤ **Conséquences microbiologiques** :

- cytolysse cellulaire,
- infections persistantes ou latentes,
- mutations rapides (ex. virus ARN).

Exemples : VIH, grippe, COVID-19. Ils provoquent des infections aiguës (grippe) ou chroniques (hépatite B).

2.3. Parasites

Sont des organismes eucaryotes, les parasites comprennent :

- **Protozoaires** (unicellulaires) : *Plasmodium*, *Entamoeba*
- **Helminthes** (multicellulaires) : vers plats et ronds

Ils provoquent souvent des infections **chroniques**, associées à une réponse immunitaire complexe et parfois délétère pour l'hôte. **Exemples** : *Plasmodium falciparum* (paludisme), *Giardia lamblia* (giardiase).

2.4. Champignons

Les champignons sont des eucaryotes responsables de mycoses :

- superficielles (dermatophytes),
- opportunistes (ex. *Candida*, *Aspergillus*).

Ils touchent préférentiellement les **patients immunodéprimés**. Donc ils peuvent provoquer des infections superficielles (ex. *Candida albicans* dans la bouche) ou systémiques chez l'immunodéprimé (aspergillose invasive).

Tableau 2 : Comparaison des agents infectieux.

Agent	Organisation	Multiplication	Sensibilité aux ATB
Bactéries	Procaryote	Autonome	Oui
Virus	Acellulaire	Cellule hôte	Non
Parasites	Eucaryote	Cycle complexe	Variable
Champignons	Eucaryote	Bourgeonnement/spores	Antifongiques

3. Chaîne de l'infection

La chaîne de l'infection décrit le processus nécessaire pour qu'une infection se produise. Chaque étape est un cible potentielle de prévention.

1. **Réservoir** : Source de l'agent infectieux (humain, animal, environnement).
Exemple : Chauves-souris pour le virus Nipah, humains pour la grippe.
2. **Porte de sortie** : Voie par laquelle l'agent quitte le réservoir.
Exemple : Salive, sécrétions respiratoires, urine, sang.
3. **Mode de transmission** : Voie par laquelle l'agent infectieux atteint un nouvel hôte.
 - Transmission directe : contact, morsure
 - Transmission indirecte : air, aliments, vecteurs (moustiques)
4. **Porte d'entrée** : Site où l'agent pénètre dans le nouvel hôte.
Exemple : muqueuse respiratoire, plaies cutanées, intestin.
5. **Hôte réceptif** : Individu susceptible, influencé par âge, état immunitaire, comorbidités.

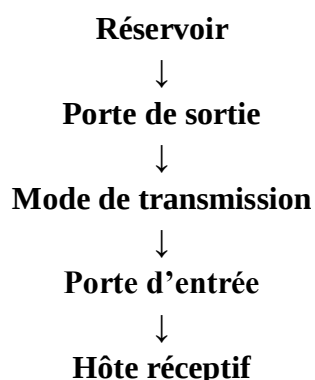


Figure 1 : Schéma global de la chaîne de l'infection.

4. Réponse de l'hôte

La réponse de l'hôte correspond à l'ensemble des mécanismes de défense mis en œuvre par l'organisme pour reconnaître, neutraliser et éliminer un agent infectieux. Elle repose sur deux grands systèmes complémentaires : l'**immunité innée** et l'**immunité acquise (adaptative)**. Ces deux types de réponses agissent de manière coordonnée afin d'assurer une protection efficace contre les infections.

4.1. Immunité innée

L'immunité innée constitue la première ligne de défense de l'organisme. Elle est rapide, non spécifique et dépourvue de mémoire immunologique. Elle intervient dès les premières minutes ou heures suivant l'entrée de l'agent infectieux, indépendamment de sa nature précise.

Elle comprend d'abord des **barrières physiques**, telles que la **peau** et les **muqueuses**, qui empêchent la pénétration des micro-organismes. À ces barrières s'ajoutent des **facteurs chimiques** (pH acide de l'estomac, enzymes digestives, lysozyme des sécrétions, peptides antimicrobiens) capables d'inhiber ou de détruire les agents infectieux.

Lorsque ces barrières sont franchies, des **cellules effectrices** interviennent, notamment les **macrophages** et les **neutrophiles**, qui assurent la phagocytose, ainsi que les **cellules NK (Natural Killer)**, spécialisées dans l'élimination des cellules infectées ou anormales. L'immunité innée joue également un rôle clé dans l'activation de l'immunité acquise par la production de cytokines et la présentation de l'antigène.

4.2. Immunité acquise (adaptative)

L'immunité acquise se développe plus lentement, en particulier lors du premier contact avec l'agent infectieux, mais elle se distingue par sa **grande spécificité** et par la présence d'une **mémoire immunologique**. Cette mémoire permet une réponse plus rapide et plus intense lors des expositions ultérieures au même agent.

Elle repose sur deux composantes principales. L'**immunité humorale** est assurée par les **lymphocytes B**, qui se différencient en plasmocytes producteurs d'**anticorps spécifiques** capables de neutraliser les toxines, de bloquer l'infection ou de faciliter la phagocytose. L'**immunité cellulaire**, quant à elle, implique les **lymphocytes T CD4⁺**, qui coordonnent la réponse immunitaire par la sécrétion de cytokines, et les **lymphocytes T CD8⁺**, responsables de la destruction des cellules infectées. L'immunité acquise est essentielle pour le contrôle durable des infections et constitue la base du **principe de la vaccination**.

Tableau 3 : Comparatif des réponses immunitaires.

Critère	Immunité innée	Immunité acquise
Spécificité	Non	Oui
Rapidité	Immédiate	Retardée (rapide lors d'un rappel)
Mémoire	Non	Oui
Cellules clés	Neutrophiles, macrophages, cellules NK	Lymphocytes B et T (CD4 ⁺ , CD8 ⁺)

5. Prévention générale des infections

La prévention des infections repose sur un ensemble de mesures visant à interrompre la chaîne de l'infection, à réduire l'exposition de l'hôte aux agents pathogènes et à renforcer les défenses immunitaires. Elle constitue un pilier fondamental de la santé publique, aussi bien en milieu communautaire qu'hospitalier, et repose principalement sur l'hygiène, la vaccination et l'utilisation raisonnée des traitements anti-infectieux.

5.1. Hygiène

Les mesures d'hygiène représentent la **première ligne de défense** contre les infections. Elles agissent principalement en empêchant la transmission des agents infectieux et en réduisant la charge microbienne dans l'environnement. Le **lavage des mains** est la mesure la plus simple et la plus efficace : il permet

d'éliminer les micro-organismes transitoires acquis par contact avec des surfaces contaminées ou des patients infectés, interrompant ainsi la transmission manuportée des pathogènes.

En milieu médical, la **stérilisation** et la **désinfection** des instruments et des surfaces sont essentielles pour prévenir les infections associées aux soins (IAS). La stérilisation vise l'élimination totale de toute forme de vie microbienne, y compris les spores, tandis que la désinfection réduit de manière significative la charge microbienne sans garantir l'élimination complète. Le **respect strict des règles d'asepsie**, notamment lors des actes invasifs (pose de cathéters, interventions chirurgicales), permet d'éviter l'introduction directe de micro-organismes dans l'organisme et limite la survenue d'infections nosocomiales.

5.2. Vaccination

La vaccination constitue une mesure majeure de **prévention spécifique** des maladies infectieuses. Elle repose sur l'administration d'un vaccin contenant un **antigène** (micro-organisme atténué ou inactivé, toxoïde ou fragment antigénique) capable de stimuler le système immunitaire sans provoquer la maladie. Cette stimulation entraîne l'**activation des lymphocytes B et T**, suivie de la mise en place d'une **mémoire immunitaire** durable.

Grâce à cette mémoire, l'organisme est capable de répondre **rapidement et efficacement** lors d'un contact ultérieur avec l'agent pathogène réel, empêchant l'infection ou en réduisant la gravité. Au-delà de la protection individuelle, la vaccination contribue à l'**immunité de groupe**, en limitant la circulation des agents infectieux au sein de la population et en protégeant indirectement les personnes non vaccinées ou immunodéprimées. Ainsi, la vaccination représente un outil essentiel dans la lutte contre les épidémies et l'éradication de certaines maladies infectieuses.

5.3. Antibiothérapie et résistance bactérienne

L'antibiothérapie est une stratégie thérapeutique et préventive ciblant spécifiquement les **infections bactériennes**. Les antibiotiques agissent en inhibant des fonctions essentielles de la bactérie, telles que la synthèse de la paroi, la réplication de l'ADN ou la synthèse protéique. Cependant, leur efficacité est aujourd'hui menacée par l'**émergence de la résistance bactérienne**.

L'utilisation excessive, inappropriée ou incorrecte des antibiotiques exerce une **pression de sélection** favorisant la survie et la multiplication de souches résistantes, parfois multirésistantes. Ce phénomène constitue un problème majeur de santé publique, limitant les options thérapeutiques disponibles. En microbiologie, la prévention de la résistance repose sur la réalisation systématique de l'**antibiogramme**, permettant de choisir l'antibiotique le plus efficace et le plus adapté. Elle implique également un **usage raisonné des antibiotiques**, fondé sur des indications précises, des posologies correctes et une durée de traitement appropriée, ainsi qu'une **surveillance épidémiologique continue** des résistances bactériennes.