


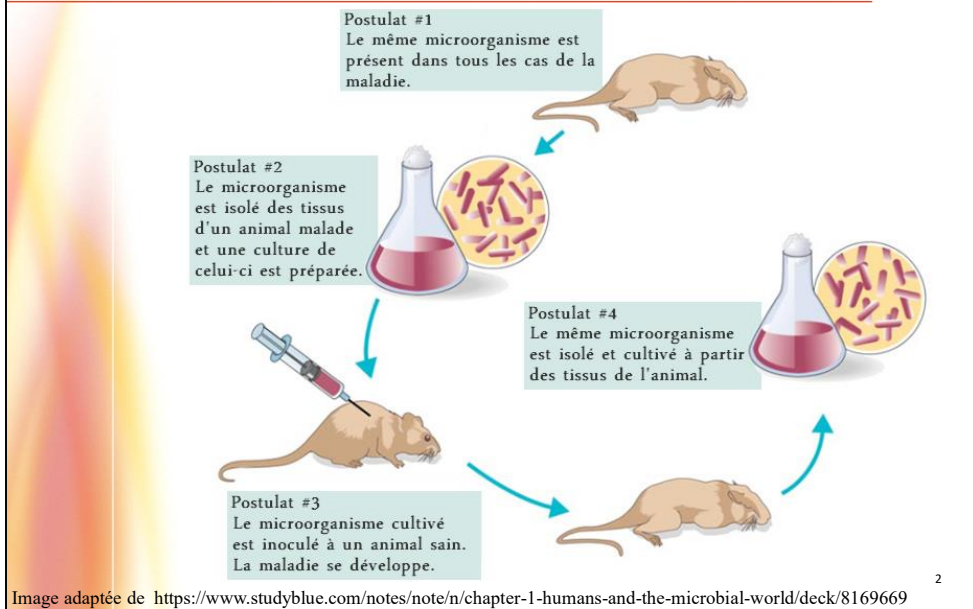
Module 8
Microorganismes infectieux

MCB-1909 Les microbes et vous



Les microorganismes sont omniprésents et nous cohabitons avec la majorité d'entre eux sans problème. Toutefois, certains de ces organismes microscopiques vivent au détriment d'un hôte, une victime dont la santé se trouve alors menacée. Ce sont les microorganismes infectieux.

Introduction



L'idée que des microorganismes puissent être la cause de certaines maladies n'a été scientifiquement démontrée qu'à partir du début du 19^e siècle. Les travaux du docteur Robert Koch y ont grandement contribué. Il a en effet démontré que *Bacillus anthracis*, une bactérie, était présent chez tous les animaux atteints de la maladie du charbon (aussi connue en anglais sous le nom d'anthrax), mais pas chez les animaux en santé. Il a pu isoler cette bactérie à partir d'un animal malade en la cultivant en laboratoire et l'injecter à un animal sain qui développa alors la maladie du charbon. *Bacillus anthracis* pouvait par la suite être retrouvé chez ce nouvel animal malade. Il est ainsi possible d'en conclure que la maladie du charbon est causée par *Bacillus anthracis*.

Qu'est-ce qu'une infection ?

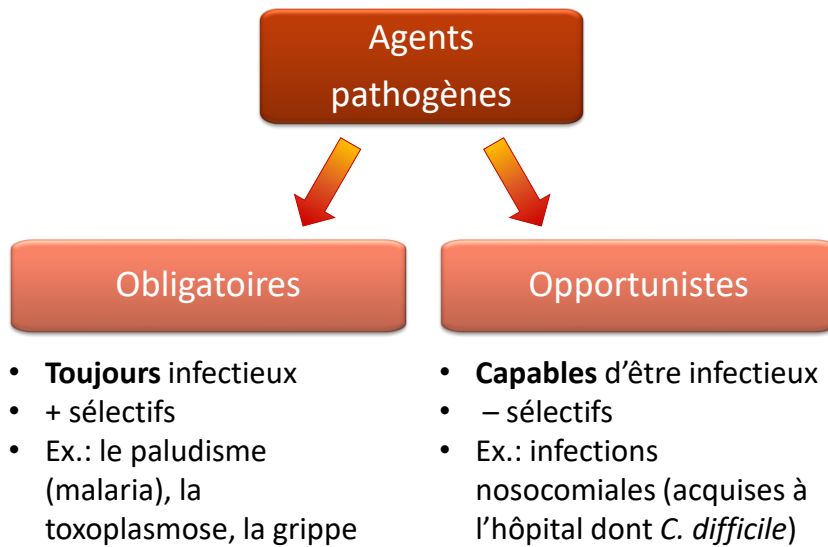
- **Infection** : Invasion et développement d'un **microorganisme pathogène** à l'intérieur d'un hôte.
- Les **agents pathogènes** peuvent être :
 - Des eucaryotes
 - Des eubactéries (bactéries)
 - Des virus
 - Des archées ?
- Les agents pathogènes affectent chacun **spécifiquement** un ou certains hôtes. Aucun d'eux n'est capable d'infecter tous les organismes vivants.

3

Les maladies qui sont provoquées par l'invasion et le développement d'un microorganisme pathogène à l'intérieur d'un hôte sont appelées des **infections**. Elles peuvent être dues à des microorganismes eucaryotes, des bactéries ou bien des virus. À l'heure actuelle, nous ne connaissons pas encore d'archées pathogènes.

Les agents pathogènes les plus connus sont évidemment ceux capables d'affecter les humains. Pour cette raison et parce que c'est probablement de ces microorganismes infectieux que vous entendrez le plus souvent parler, les exemples donnés dans cette section seront orientés dans cette direction. Vous devez toutefois savoir que tous les organismes vivants (y compris les microorganismes eux-mêmes) peuvent être infectés par des agents pathogènes, mais qu'un microorganisme pathogène donné ne peut pas infecter tous les organismes vivants existants. Heureusement!

Qu'est-ce qu'une infection ?



4

Les agents pathogènes peuvent être divisés en deux grands groupes. D'un côté, les agents pathogènes obligatoires, qui ne peuvent se multiplier qu'en infectant un hôte. De l'autre côté, les agents pathogènes opportunistes, plus nombreux, qui peuvent très bien vivre dans un hôte sans l'infecter, mais qui, dans certaines conditions, peuvent être infectieux. En général, les agents pathogènes obligatoires sont plus spécifiques quant aux hôtes qu'ils infectent c'est le cas des virus, alors que les opportunistes sont moins spécialisés. Les infections opportunistes sont souvent provoquées par toutes sortes de microorganismes profitant du système immunitaire affaibli des personnes pour causer des infections.

Qu'est-ce qu'une infection ?

- **Virulence** : Capacité d'un microorganisme à se multiplier rapidement à l'intérieur de l'hôte qu'il infecte.
- **Facteur de virulence** : Composantes microbiennes ou molécules produites par l'agent pathogène qui contribuent à sa virulence.



5

La **virulence** permet de qualifier la facilité d'un agent pathogène à causer une infection. Plus un agent est virulent, plus il est capable de se multiplier rapidement à l'intérieur d'un hôte. Il n'en sera cependant pas automatiquement plus dangereux, car la gravité de l'infection qu'il causera sera, elle, liée aux facteurs de virulence de l'agent. Les **facteurs de virulence** sont les armes que l'agent pathogène a à sa disposition pour lui permettre d'être virulent, par exemple en augmentant sa résistance aux antibiotiques ou en accentuant son agressivité. Tous les facteurs de virulence ont donc pour but d'avantager le développement de l'infection, mais certains, comme les toxines, sont plus dommageables que d'autres pour l'hôte.

Au-delà d'une simple infection

Exotoxines

- **Sécrétées**
- Protéines
- Généralement sensibles à la chaleur
- Effets différents pour chaque exotoxine
- Nocives à très petite dose (nanogrammes)
- Responsables d'un grand nombre de maladies connues

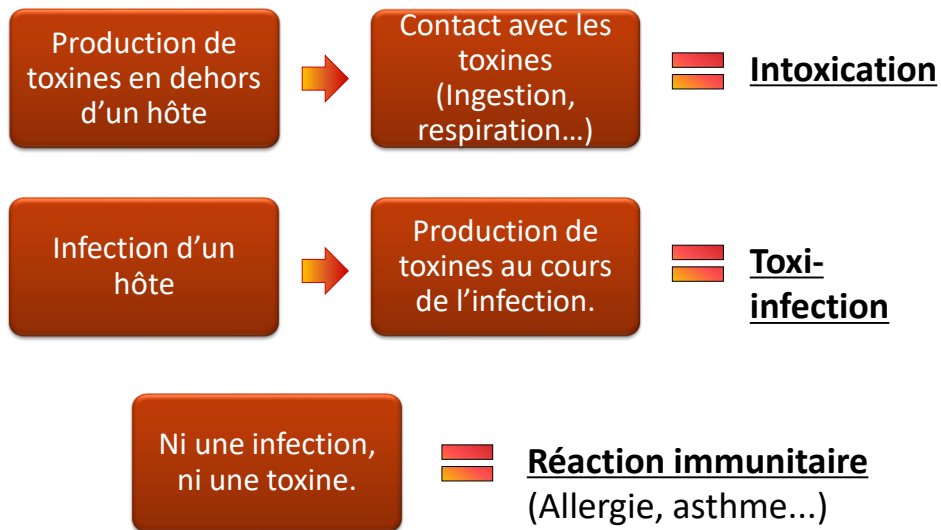
Endotoxines

- **Non sécrétées**
- Composants de la membrane cellulaire des bactéries Gram –
- Résistantes à la chaleur
- Effets systémiques (fièvre...)
- Nocives à dose plus grande que pour les exotoxines (microgrammes)

En fait, la présence de **toxines** est l'un des facteurs de virulence microbiens de grande importance. Il en existe deux grands types : les **exotoxines**, qui sont sécrétées par les microorganismes qui les produisent, et les **endotoxines**, qui sont un composant de la membrane cellulaire des bactéries à Gram négatif et ne sont donc pas sécrétées.

Il existe également d'autres caractéristiques propres à chacune de ces deux classes de toxines, entre autres, quant à leurs effets sur le corps humain. Les exotoxines tout particulièrement, qui peuvent s'avérer dangereuses à des doses aussi faibles qu'un millionième de gramme, sont l'élément responsable d'un grand nombre de maladies dont vous avez probablement déjà entendu parler : la maladie du hamburger, le botulisme, le tétanos, le choléra, etc. En fait, si on pouvait retirer à ces bactéries leur capacité à produire des toxines, elles deviendraient bien moins dangereuses pour la santé humaine.

Au-delà d'une simple infection



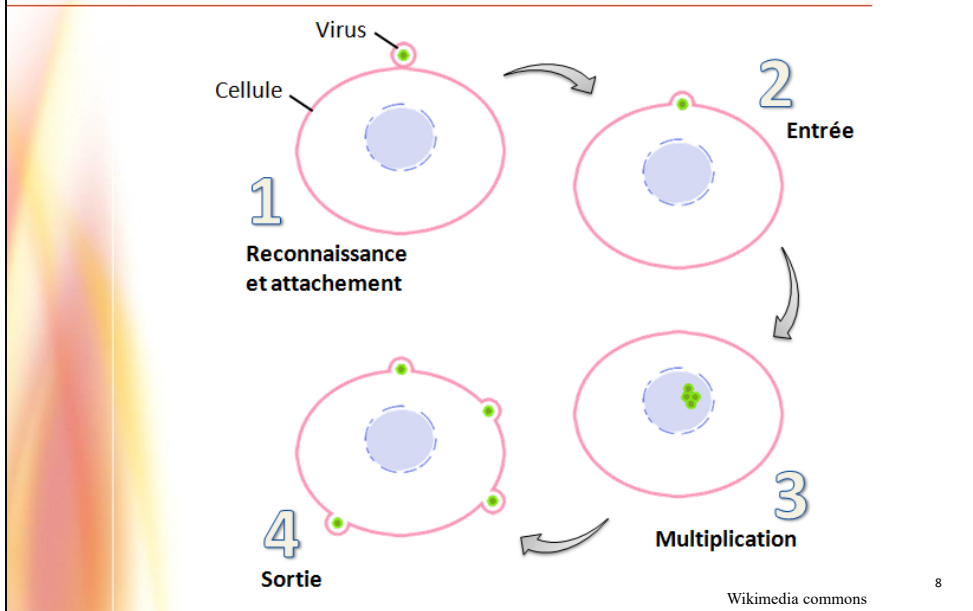
7

Les toxines sont des poisons si efficaces que, dans certains cas, une infection préalable n'est pas nécessaire pour rendre une personne malade. Ainsi, l'ingestion d'une toxine perdurant sur un aliment, malgré la mort des microorganismes lors de la cuisson, ou l'aérosolisation d'une toxine à des fins de bioterrorisme, peuvent rendre un grand nombre d'individus grandement malade, sans qu'ils aient jamais été infectés par le microorganisme producteur de la toxine. Ces atteintes, qui n'impliquent pas une infection et qui ne sont le fruit que de l'action de toxines, sont appelées des [intoxications](#).

Une atteinte combinant l'infection et l'intoxication est également possible. Ce phénomène se produit lorsqu'au cours d'une infection, le microorganisme en cause se met à produire une toxine à l'intérieur de l'hôte. Ce dernier subit alors les effets de l'infection en elle-même et de la libération de toxines qui y est associée. Lorsque cela se produit, on parle de [toxi-infections](#).

Finalement, il peut arriver que le corps humain réagisse à la présence dans l'environnement de particules microbiennes autres que les toxines. En effet, des composants cellulaires présents notamment dans l'air peuvent être irritants et entraîner des allergies ou de l'asthme si le système immunitaire de la personne exposée réagit trop fortement.

Les virus, les champions de l'infection



Les virus ne font pas partie des trois grands domaines de la vie, entre autres, parce qu'ils ne peuvent se reproduire par eux-mêmes. En effet, pour se multiplier, ils doivent compter sur le matériel d'une cellule hôte. Par conséquent, tous les virus sans exception sont obligatoirement des agents infectieux.

De façon simplifiée, l'infection d'une cellule par un virus suit les étapes suivantes :

- 1- Adhésion du virus à la surface de la cellule cible.
- 2- Entrée du virus ou injection du matériel génétique viral à l'intérieur de la cellule.
- 3- Reproduction du virus à l'aide du matériel de la cellule infectée.
- 4- Relâchement de nouveaux virus hors de la cellule infectée.

Souvent, cette étape cause la mort de la cellule infectée.

On distingue deux grandes catégories de virus : les virus lytiques et les virus tempérés. Les virus lytiques entraînent généralement une destruction des cellules qui peut être très rapide. Au contraire, les virus tempérés peuvent n'effectuer que les deux premières étapes de l'infection virale, puis résider dans une cellule pendant des mois, des années ou même des décennies sans lui causer trop de tort. Divers stress peuvent provoquer la « réactivation » du virus : lorsque ce dernier sent que la cellule qui l'abrite est en danger, il se « réveille » et enclenche les étapes 3 et 4 du cycle. Le zona et l'herpès sont tous deux causés par des virus tempérés qui peuvent « dormir » dans les cellules de l'hôte pendant très longtemps.

Classification des agents pathogènes

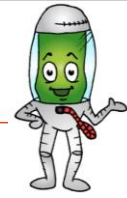
- Les **groupes de risque biologique** prennent en considération :
 - La dose infectieuse 50 (DI_{50}) qui donne une indication de la virulence du microorganisme
 - Quantité nécessaire de l'agent pathogène pour provoquer l'infection
 - Le mode de transmission
 - Le ou les hôtes possibles
 - La disponibilité de mesures préventives efficaces
 - La disponibilité de traitements efficaces

9

Outre le fait d'être pathogènes obligatoires ou opportunistes, les agents pathogènes peuvent être classés de toutes sortes de façons différentes. Distinguer les bactéries des eucaryotes et des virus ou les catégoriser en fonction du type de symptômes qu'ils engendrent en sont des exemples. Existe-t-il une méthode qui soit meilleure que les autres ? En microbiologie, la méthode qui a été retenue est celle des groupes de risque biologique. Cette façon de faire prend en considération cinq éléments qui permettent de déterminer si un agent pathogène donné présente un risque faible, moyen ou élevé pour la santé d'un individu et pour la société dans son ensemble.

Ces éléments à prendre en compte sont : la dose infectieuse, le mode de transmission, les hôtes possibles, et enfin la disponibilité de mesures préventives ainsi que de traitements efficaces.

Classification des agents pathogènes



↳ • **Groupe 1** : Non pathogènes



Image : Université Laval

• **Groupe 2** : Capables de causer une maladie, mais généralement sans gravité pour une personne en bonne santé

• **Groupe 3** : Causant une maladie grave, mais qui peut habituellement être traitée

Image : Wikimedia Commons

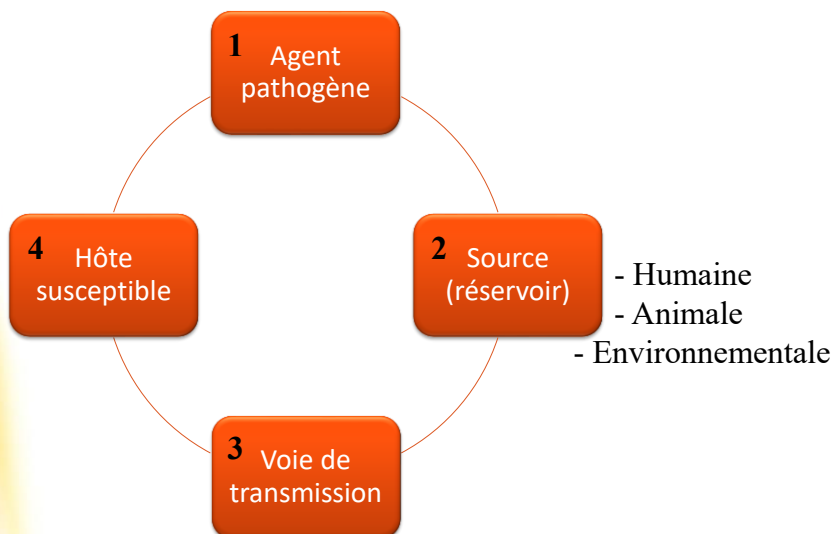


↳ • **Groupe 4** : Causant une maladie grave, impossible à traiter et qui se propage facilement

Les agents pathogènes sont ainsi regroupés en quatre groupes de risque, allant du groupe 1, qui réunit les microorganismes normalement sans danger tels que ceux utilisés dans l'industrie alimentaire, au groupe 4, où l'on retrouve uniquement des virus associés à de hauts taux de mortalité.

Cette classification est très utilisée, notamment lors de travaux de recherche en laboratoire, puisqu'elle permet d'établir des lignes directrices sur les précautions à prendre. En effet, les mesures de sécurité à respecter lorsque l'on travaille avec des microorganismes du groupe 1, qui sont sans danger, sont logiquement moins contraignantes que lors de la manipulation des microorganismes du groupe 2, qui peuvent présenter un risque, du groupe 3, qui sont relativement dangereux, et des virus hautement dangereux faisant partie du groupe 4. Chaque groupe exige des précautions supplémentaires par rapport à celles du groupe inférieur.

L'origine d'une infection



Afin de permettre une infection, il faut bien sûr un agent infectieux, mais trois autres éléments doivent également être présents. Il faut une source de cet agent pathogène, c'est-à-dire un réservoir où il se trouve normalement. Cette source peut être humaine, lorsque la contamination se fait de personne à personne, animale, si le microorganisme se trouvait chez un animal avant d'infecter un humain, ou environnementale. Une voie de transmission est également nécessaire pour permettre au microorganisme infectieux de passer de la source où il réside à un hôte qu'il est capable d'infecter.

Voies de transmission



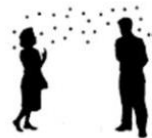
Contact direct, où la peau de deux personnes entre en contact.



Contact indirect, où il y a contact avec un objet inanimé qui peut servir de véhicule à la transmission d'agents pathogènes.



Transmission par gouttelettes, où de grosses particules respirables se déplacent sur une distance pouvant atteindre 2 mètres.



Transmission par voie aérienne, où de petites particules se déplacent sur de longues distances.



Exemple de transmission par véhicule commun : un flacon à doses multiples contaminé.



Les maladies transmises par des insectes sont un exemple de transmission par vecteur.

Images : http://publications.gc.ca/collections/collection_2014/aspc-phac/HP40-83-2013-1-fra.pdf

12

Ainsi, selon les critères de l'agence de la santé publique du Canada, il existe cinq voies de transmission possibles des agents infectieux.

- Tout d'abord, il y a le **contact** avec une personne infectée. Celui-ci peut être direct, par exemple par une poignée de main, ou indirect, c'est-à-dire par l'entremise d'un objet ou d'une surface.
- Ensuite, il y a la transmission par **gouttelettes**, des particules de grande taille émises dans l'air et ne voyageant pas bien loin.
- Ces particules peuvent s'assécher, diminuant ainsi de volume, et donc résider dans l'air plus longtemps ou être transportées très loin. On parle alors de transmission par **voie aérienne de bioaérosols**.
- Une source de contamination causant l'infection d'un grand nombre de personnes est, quant à elle, impliquée dans une voie de transmission par **véhicule commun**.
- Finalement, lorsqu'un insecte ou un animal sert d'intermédiaire pour propager une maladie infectieuse, il s'agit d'une voie de transmission par **vecteur**.

Les précautions à prendre pour qu'une personne infectée ne contamine pas d'autres individus varient donc en fonction des voies de transmission que le microorganisme en cause est capable d'emprunter. C'est l'une des raisons, mais pas la seule, pour lesquelles certaines infections sont très contagieuses, parce qu'elles peuvent utiliser plusieurs voies de transmission pour se propager.

Conclusion

- Qu'est-ce qu'une infection ?
- Qu'est-ce qu'un agent pathogène ? (2 grands groupes)
- L'importance des facteurs de virulence (dont les toxines)
- La classification des agents pathogènes la plus utilisée (4 groupes de risque)
- Les voies de transmission des agents pathogènes

Vous devriez désormais être en mesure de définir ce qu'est une infection ainsi qu'un agent pathogène. Vous devriez également avoir pris conscience de l'importance du rôle joué par les facteurs de virulence, comme les toxines. De plus, vous connaissez maintenant l'existence du système de classification des agents pathogènes en quatre groupes, basé sur le risque qu'ils représentent, et vous comprenez qu'il existe plusieurs voies de transmission possibles des microorganismes infectieux.

Dans le document écrit associé à ce module, vous serez aussi introduit à de notions d'épidémiologie, aux zoonoses, à des notions de bases sur le système immunitaire et au concept de la vaccination.

Bien que les choses soient différentes pour les gens n'ayant pas accès à des soins de santé ainsi que pour les personnes dont le système immunitaire est plus faible que la normale, il faut garder en tête que les microorganismes sont omniprésents, souvent nécessaires, et que la grande majorité d'entre eux ne nous causeront jamais de problèmes.