

Chapitre IV : Immunologie

Noms des créateurs : Mr Abraham et Mme Fenitra

Date de création : 2023

TABLE DES MATIÈRES

I.	Les organes lymphoïdes.....	5
1.	Les organes lymphoïdes primaires.....	6
2.	Les organes lymphoïdes secondaires	6
II.	Les cellules immunitaires :.....	9
1.	Les phagocytes	10
2.	Les polynucléaires ou granulocytes	11
3.	Les lymphocytes :.....	11
III.	Les réactions immunitaires :.....	13
1.	Le non-soi et le soi :.....	14
a.	Le non-soi :.....	14
b.	Le soi :	15
2.	Rappel sur l'immunité non spécifique ou naturelle	17
a.	Les barrières naturelles	18
b.	La réaction inflammatoire	20
c.	La Phagocytose :.....	23
3.	L'immunité spécifique ou acquise :	24
a.	La réponse à médiation humorale.....	25
b.	La réponse à médiation cellulaire	33
IV.	Le dysfonctionnement ou défaillance du système immunitaire :.....	36

1.	Un déficit immunitaire	37
a.	Les leucémies	37
b.	Le SIDA.....	39
2.	Les allergies	41
a.	Les allergènes :.....	42
b.	L'allergie immédiate :.....	43
c.	L'allergie retardée	44
3.	Les maladies auto-immunes.....	45
V.	La vaccination et la sérothérapie :	46
1.	La vaccination :.....	46
2.	La sérothérapie :	46
3.	Les greffes et immunité :	48

Programme scolaire en Immunologie

Durée : 5 semaines de 5 heures

Objectif général : L'apprenant doit être capable de reconnaître le fonctionnement du système immunitaire.

Objectifs d'apprentissage	Contenus	Observation
L'apprenant doit être capable de (d') : <ul style="list-style-type: none"> • Localiser les organes lymphoïdes • Identifier les cellules immunitaires 	1. Les organes lymphoïdes primaires et secondaires 2. Les cellules immunitaires	<ul style="list-style-type: none"> • Leucocytes, macrophages, plasmocytes, lymphocytes, ...
<ul style="list-style-type: none"> • Expliquer les mécanismes de défense immunitaire 	3. Les Réactions immunitaires <ul style="list-style-type: none"> • La réponse immunitaire spécifique • La réponse à médiation cellulaire • La réponse à médiation humorale 	<ul style="list-style-type: none"> • Rappel : défenses naturelles non spécifiques (barrières naturelles, phagocytose)
<ul style="list-style-type: none"> • Expliquer les causes de dysfonctionnement du système immunitaire 	4. Dysfonctionnement du système immunitaire : <ul style="list-style-type: none"> • Les allergies • Les maladies auto-immunes 	<ul style="list-style-type: none"> • Le changement climatique entraîne la pollution atmosphérique qui provoque les allergies, les maladies auto-immunes....

Sciences de la Vie et de la Terre Terminale S

Première partie : Biologie

Chapitre IV : Immunologie

L'immunologie est une branche de la médecine et de la biologie qui étudie les phénomènes d'immunité qui est l'ensemble des mécanismes de défense d'un organisme contre les éléments étrangers à l'organisme, en particulier les agents infectieux (virus, bactéries ou parasites).

L'organisme est constamment confronté à la possibilité de pénétration d'éléments émanant de son environnement, car notre environnement est peuplé d'une multitude de microbes dont certains sont pathogènes. Toutefois, les infections sont relativement rares et généralement de durée limitée. Certaines maladies ne se contractent qu'une seule fois au cours de la vie. L'organisme ayant surmonté l'infection est alors protégé contre l'agent responsable, on dit qu'il est immunisé (du latin *immunis*= « exempt de »).

L'organisme détecte en permanence la présence d'éléments étrangers grâce à un système de défense bien organisé constitué par des organes et des cellules et dont l'ensemble forme **le système immunitaire**.

Comme le système sanguin, le système immunitaire est présent dans tout le corps, dans un état de vigilance non-active. Les organes du système immunitaire s'appellent **les organes lymphoïdes**.

I. Les organes lymphoïdes

Les organes du système immunitaire sont classés deux groupes :

- Organes Lymphoïdes primaires ou centraux
- Organes Lymphoïdes secondaires ou périphériques.

Organes lymphoïdes primaires

Organes lymphoïdes secondaires

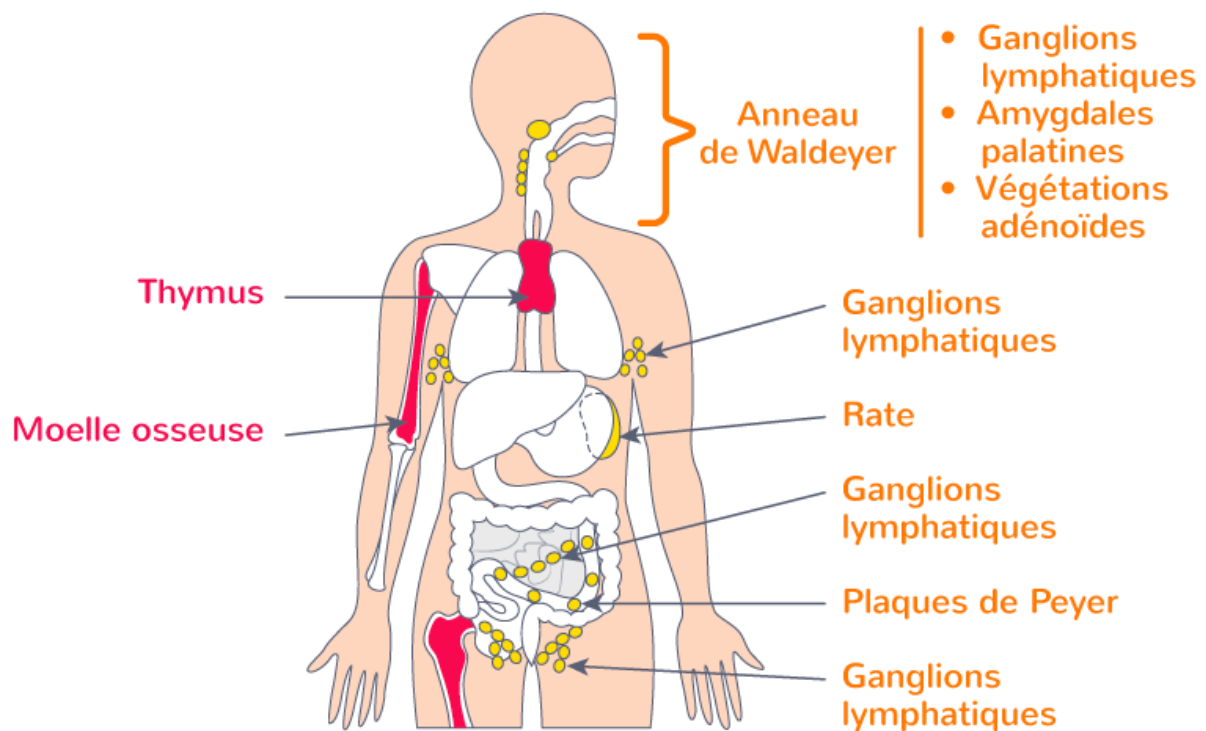


Figure 1: Les organes lymphoïdes

Source : https://media.kartable.fr/uploads/finalImages/final_5ea308e9f04575.91878251.png

1. Les organes lymphoïdes primaires

Les organes lymphoïdes primaires sont **les sites de production (de formation) et/ou de multiplication des globules blancs** ou leucocytes (cellules immunitaires). Il s'agit :

- de la **moelle osseuse** qui produit tous les différents types de globules blancs, notamment les neutrophiles, les éosinophiles, les basophiles, les monocytes, les lymphocytes B ainsi que les cellules qui se développent en lymphocytes T (les précurseurs des lymphocytes T).
- du **thymus**, **les lymphocytes T** se multiplient et apprennent à reconnaître les antigènes étrangers ainsi qu'à ignorer les propres antigènes de l'organisme. **Les lymphocytes T sont essentiels à l'immunité acquise.**

Lorsqu'ils sont nécessaires pour défendre l'organisme, les globules blancs sont mobilisés, principalement à partir de la moelle osseuse. Ils passent ensuite *dans la circulation sanguine* pour atteindre les zones dans lesquelles ils sont nécessaires.

Tout le développement et la maturation des lymphocytes B a lieu dans la moelle osseuse, les lymphocytes T immatures (précurseurs T) quittent la moelle osseuse et terminent leur maturation dans le thymus.

Ainsi à la sortie de la moelle osseuse et du thymus, les cellules sont **matures et immunocompétentes** *i.e.* elles sont capables de distinguer le soi du non-soi.

2. Les organes lymphoïdes secondaires

Les organes lymphoïdes secondaires comprennent : **la Rate, les Ganglions lymphatiques, les Amygdales, l'Appendice et les Plaques de Peyer dans l'intestin grêle.**

Ce sont les lieux de stockage des cellules immunitaires. Ces organes piègent les micro-organismes et les autres substances étrangères et permettent aux cellules matures du système immunitaire de se rassembler, d'interagir entre elles ainsi qu'avec les substances étrangères et de générer une réponse immunitaire spécifique.

Les ganglions lymphatiques sont répartis dans l'organisme sur des points stratégiques reliés par un important réseau de vaisseaux lymphatiques, le système lymphatique.

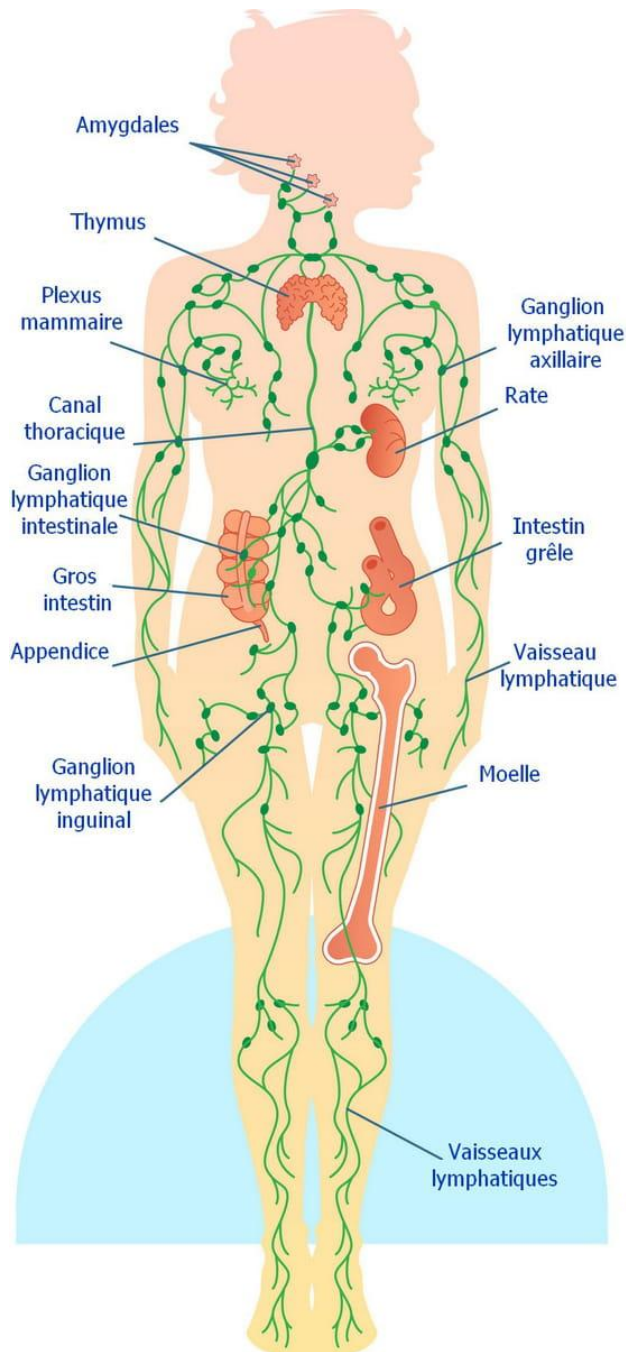
Le système lymphatique désigne le réseau de ganglions lymphatiques reliés par des vaisseaux lymphatiques qui aide l'organisme à transporter les micro-organismes, les autres substances étrangères, les cellules cancéreuses ainsi que les cellules mortes ou lésées/altérées pour qu'ils soient filtrés et détruits. Une fois filtrée, la lymphe retourne dans la circulation sanguine.

Les réponses immunitaires acquises sont déclenchées dans les ganglions lymphatiques.

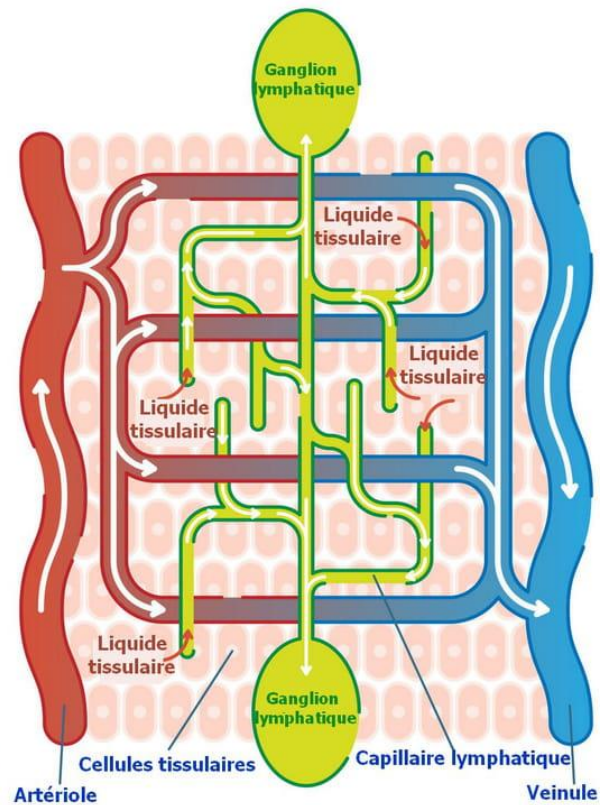
Les ganglions lymphatiques constituent ***l'un des premiers lieux à partir duquel les cellules cancéreuses peuvent se disséminer***. C'est la raison pour laquelle les médecins évaluent souvent l'état des ganglions lymphatiques pour établir si un cancer s'est disséminé. La présence de cellules cancéreuses dans un ganglion lymphatique peut induire une augmentation de son volume.

Les ganglions lymphatiques peuvent ***également gonfler suite à une infection***, car les réponses immunitaires acquises aux infections sont générées dans les ganglions lymphatiques. Il arrive qu'un ganglion

lymphatique gonfle, car les bactéries transportées vers lui ne sont pas tuées et l'infectent lui-même (lymphadénite).



Système Lymphatique



Source : https://img-3.journaldesfemmes.fr/pwvhpYBaGCYNvpPVcLUFi7_fqIY=/1080x/smart/d1d0be4e39ac4942ac882e4b3ecd04ac/ccmcms-jdf/16879392.jpg

Le système immunitaire est constitué d'un ensemble diffus d'organes (os ganglions lymphatiques...), d'un réseau de vaisseaux lymphatiques conduisant la lymphe et communiquant avec les vaisseaux sanguins de cellules et de molécules transportées par le sang. Tous ces éléments tendent à lacer l'organisme, à tout moment, dans un état d'immunité, c'est-à-dire d'absence de maladie.

II. Les cellules immunitaires :

Les cellules de l'immunité ont une origine commune : la moelle osseuse. Ces cellules sont les **globules blancs ou leucocytes** qui acquièrent des caractères très différents au cours de leurs maturations.

Ces cellules se déplacent par le système circulatoire, passant du sang à la lymphe pour se fixer temporairement ou définitivement dans les tissus. Cette grande mobilité leur permet de protéger tout l'organisme.

Les leucocytes existent sous différentes formes, telles que les monocytes, les neutrophiles, les éosinophiles, les basophiles et les lymphocytes (lymphocytes B et lymphocytes T), qui jouent chacun un rôle spécifique au sein du système immunitaire.

Les basophiles et les éosinophiles combattent ou sont responsables des processus allergiques.

Le système immunitaire comprend des cellules, des substances peptidiques libres. Les plusieurs catégories de globules blancs garantissent notre immunité :

- Les lymphocytes ciblent leur action sur un ennemi unique,
- Les cellules tueuses sécrètent des toxines,
- Les cellules phagocytaires ingèrent les indésirables.

-

1. Les phagocytes

Les **phagocytes migrent** dans la circulation sanguine. Elles y restent, quelques heures, avant de passer entre les cellules des capillaires.

Ces phagocytes ont pour rôle d'ingérer, tuer ou détruire les micro-organismes envahisseurs, les autres cellules ou fragments cellulaires. Les phagocytes comprennent les monocytes, les macrophages et les neutrophiles.

Les macrophages sont de grandes cellules (50 micromètres) qui se développent à partir de globules blancs appelés **monocytes**. Ils ingèrent les bactéries et d'autres cellules étrangères. Ils aident les lymphocytes T, à identifier les micro-organismes et les autres substances étrangères. Les macrophages sont normalement présents dans les tissus conjonctifs et organes comme les poumons, la peau, le foie et les ganglions lymphatiques. Ils phagocytent les cellules de grande taille : les débris cellulaires ou cellules infectées.

Les monocytes sont des petites cellules à noyau volumineux arqué qui se transforment en macrophages quand elles arrivent dans les tissus. Les monocytes donnent aussi les cellules dendritiques qui sont capables d'induire des réponses immunitaires en activant les lymphocytes T spécifiques de pathogènes.

Les neutrophiles sont des grosses cellules à noyau plurilobé et cytoplasme riche en granules. Les grains sont des vésicules remplis d'enzyme de lyse. Ils circulent dans le sang. Ils sont capables de reconnaître, d'englober puis de digérer des éléments étrangers.

2. Les polynucléaires ou granulocytes

Un granulocyte est aussi appelé polynucléaire à cause de son gros noyau plurilobés qui suppose plusieurs noyaux.

Les granulocytes sont les précurseurs de trois types de leucocytes qui réagissent différemment en fonction des types de coloration (neutre, basique ou à base d'éosine).

Ainsi, on distingue 3 catégories de granulocytes :

- Les neutrophiles qui réagissent aux colorants neutres, possèdent des fonctions de phagocyte

- Les basophiles qui réagissent aux colorants basiques, et qui synthétisent l'histamine (protéine impliquée dans la réaction inflammatoire et dans les allergies).

- Les éosinophiles qui sont colorés à l'éosine, et qui combattent les parasites en déversant les enzymes contenus dans les granules.

Le microscope électronique permet de suivre les étapes de la digestion intracellulaire de l'élément phagocyté : la phagocytose (voir plus loin).

3. Les lymphocytes :

Les **lymphocytes** sont les globules blancs responsables de l'immunité acquise (spécifique), notamment de la production d'anticorps (par les lymphocytes B), de la distinction entre les substances endogènes et les substances exogènes (par les lymphocytes T) et de la destruction des cellules infectées et des cellules cancéreuses (par les lymphocytes T Killer).

Les **lymphocytes T** sont des globules blancs impliqués dans l'immunité acquise. Il en existe trois types : Helper, Killer (cytotoxiques) et régulateurs.

Les cellules Helper sont des LT4 activés produisant des interleukines (les auto-activant : mitose) pour activer l'expansion clonale de LT8.

Les lymphocytes killer ou LTc (Lymphocyte T Cytotoxique) proviennent de la différenciation de LT8 activé.

Les **lymphocytes Natural Killer** sont un type de globule blanc capable de reconnaître et de tuer des cellules anormales, telles que certaines cellules infectées ou cancéreuses, sans avoir d'abord à apprendre que les cellules sont anormales.

Les **lymphocytes T régulateurs (suppresseurs)** sont des globules blancs contribuant à mettre fin à une réponse immunitaire et activation de LT8.

Remarque :

- Les cellules du système immunitaire communiquent entre elles en sécrétant des molécules appelées cytokines. **L'interleukine** est un type de messenger sécrété par certains globules blancs en vue d'affecter d'autres globules blancs.

- Les LB sont immunocompétentes à la sortie de la moelle osseuse et les LT sont matures dans le thymus.

III. Les réactions immunitaires :

On parle d'immunité innée permettant une défense de l'organisme contre les agents infectieux de façon immédiate. À l'inverse, on parle d'immunité adaptative pour une protection plus tardive, mais plus durable. Une réponse immunitaire est la réaction du système immunitaire à un antigène.

Les **antigènes** sont des substances que le système immunitaire peut reconnaître et qui stimulent une réponse immunitaire.

Une réaction immunitaire est une réponse du système immunitaire (SI) à un antigène.

L'organisme, le système immunitaire, les cellules et les substances (anticorps) qui ont la charge de défendre l'organisme doivent pouvoir faire la différence entre ce qui **lui est étranger, le « non-soi »**, et ce qui lui **appartient, le « soi »**. Pour distinguer le soi du non-soi, il a été mis en évidence de molécules spécifiques contenues dans les membranes cellulaires. Chez l'homme, ces « marqueurs » du Soi sont différents sur les hématies (cellules sans noyau) et sur les autres cellules, nucléés.

1. Le non-soi et le soi :

L'ensemble des mécanismes de pénétration et de développement des agents infectieux du non-soi dans un organisme qui a ses propres caractéristiques : le soi est ce qu'on appelle une infection.

Cette pénétration entraîne:

- Une défense contre ce non-soi ;
- Une pathologie locale ou générale (éventuellement).

L'angine (inflammation des amygdales), la grippe, la gastro-entérite (inflammation du tube digestif: estomac, intestins), la sinusite (inflammation des sinus de la face due à des virus ou bactéries) font partie des infections les plus courantes. La majorité de ces infections sont dues à des virus, plus rarement, à des bactéries (comme l'abcès dentaire).

a. Le non-soi :

Le non-soi est l'ensemble de ce qui est reconnu comme ne faisant pas partie du corps par le système immunitaire, il correspond à tout ce qui n'est pas toléré par l'organisme et qui doit être éliminé ou détruit.

Le non-soi peut être classé en deux catégories suivant leur origine :

- Le non soi exogène qui peut être :
 - Pathogène comme les agents infectieux : virus, les bactéries, et les parasites comme les vers.
 - Non pathogène comme les globules rouges étrangers (transfusion sanguine), les cellules d'un greffon compatible, ...
- Le non soi endogène qui est aussi appelé le « soi-modifié » tels que :
 - Les cellules cancéreuses,
 - Les cellules infectées...

A l'intérieur ou à la surface de ces non-soi peuvent présenter ce que l'on appelle **les antigènes**. Les antigènes sont des substances que le SI reconnaît comme étrangère et non tolérés par l'organisme, ils sont capables de déclencher une réaction immunitaire acquise (spécifique). Un antigène est **immunogène**. Dans d'autres cas, il s'agit de **substances indépendantes**, telles que des molécules alimentaires ou des pollens.

Les antigènes se présentent sous deux formes :

- **Les antigènes solubles ou libres** : secrétés par des cellules ou des microorganismes. Ce sont des substances chimiques ou toxines comme le venin. Ces antigènes rejoignent la circulation sanguine et ce sont les LB qui les éliminent.
- **Les antigènes particuliers** : situés sur la surface des cellules et des microorganismes :
 - Les cellules du soi modifié (les cellules infectées par des virus, les cellules cancéreuses), les cellules greffées sont éliminés par LT.
 - Les microbes

b. Le soi :

Le soi correspond à toutes les cellules ou molécules résultant de l'expression de l'information génétique de l'organisme.

Le taux de survie d'un greffon peut être de 100% quand une parenté étroite existe entre le donneur et le receveur. Cette constatation a conduit à envisager l'existence de « groupe tissulaire » comparable aux groupes sanguins. Ces groupes sont définis par des molécules (des glycoprotéines) portées par la membrane de toutes nos cellules (à l'exception des hématies). Elles ont d'abord été reconnues sur les leucocytes et nommées de ce fait

« système HLA » (pour Human Leukocyte Antigens). Ce terme est toujours utilisé, mais on tend à lui préférer actuellement celui de « complexe Majeur d'Histocompatibilité » en abrégé CMH (histo=tissu, compatible = qui est toléré)

Les protéines du CMH sont considérées par des gènes situés dans une zone précise du chromosome 6. Pour simplifier, nous considérerons que cette zone comprend 4 gènes (A, C, B, D dans cet ordre). Ces gènes ont trois propriétés essentielles :

- Ils comportent de nombreux allèles (notés $A_1, A_2, \dots, B_1, B_2, \dots$)
- Tous les gènes s'expriment, il y a codominance,
- Les gènes sont liés (les quatre gènes liés forment un haplotype) et transmettent en « bloc » de parents à enfants (le taux de recombinaisons est inférieur à 1%). Le groupe CMH d'un individu comporte donc huit gènes. Le nombre de combinaisons possibles atteint plusieurs milliards.

Il existe un polymorphisme important au niveau des gènes du CMH, si bien que, hormis chez les jumeaux homozygotes, il est quasiment impossible que deux personnes aient les mêmes marqueurs de CMH. Les molécules du CMH sont impliquées dans le phénomène de rejet de greffe. La combinaison des protéines codées par les gènes du CMH est la caractéristique de chaque individu : elle constitue une sorte de « carte d'identité cellulaire ». Les CMH sont les marqueurs du soi ou carte d'identité moléculaire d'où son identité biologique.

On distingue plusieurs types de molécules du CMH :

- Les molécules du CMH de type I présentes sur toutes les cellules nucléées et les plaquettes sanguines,

- Les molécules de CMH de type II, présentes sur certaines cellules du système immunitaire : macrophages, monocytes, lymphocytes B, cellules présentatrices d'antigènes...
- Les molécules de CMH de type III sont des molécules variées dont certaines font partie du complément ou des cytokines.

Les molécules du CMH de type I et II présentent les antigènes aux lymphocytes T. Le récepteur des lymphocytes T (TCR) interagit à la fois avec le peptide présenté et des acides aminés de la molécule du CMH. Les lymphocytes doivent différencier les antigènes de l'organisme (soi) des antigènes étrangers (non-soi) et les éliminer.

L'importance du système CMH

- La plupart des cellules du système immunitaire possèdent des récepteurs susceptibles de reconnaître les protéines du CMH. Ces dernières sont donc des antigènes dits antigènes du soi ou antigènes d'histocompatibilité. La reconnaissance des antigènes du soi permet à certaines cellules immunitaires de distinguer le non-soi du soi.
- Toutes les cellules nucléées de l'organisme portent de protéines A, B, C dite de classe I.
- Les protéines D dites de classe II n'existent que sur certaines cellules du système immunitaire ; elles leur permettent de se reconnaître et de communiquer entre elles.

2. Rappel sur l'immunité non spécifique ou naturelle

L'organisme peut subir des agressions externes, de nature microbienne ou physique. Des bactéries qui se multiplient ou libèrent des

toxines des virus qui pénètrent dans les cellules, le rayonnement solaire qui détruit les cellules de l'épiderme sont autant d'exemples courants.

a. Les barrières naturelles

Les microbes présents dans l'environnement de l'organisme sont excessivement variés tant par leur taille, leur structure ou leur mode de vie que par leur pouvoir pathogène. Les microbes pathogènes déclenchent une maladie infectieuse ou des troubles plus ou moins importants dès qu'ils sont présents dans le milieu intérieur. Ce dernier est protégé de l'environnement extérieur par un certain nombre de barrières dites naturelles.

- La peau, constamment renouvelée, est imperméable à la plupart des microbes, grâce à sa couche cornée ;

- Les glandes sudoripares déversent la sueur dont l'acidité (pH 3,5) s'oppose au développement des champignons microscopiques et de certaines bactéries.

- Les larmes, le mucus nasal, la salive, contiennent un enzyme (le lysozyme) qui provoque le mort de certaines bactéries en dégradant leur paroi externe.

- Le mucus (sécrétions nasales et bronchiques) enveloppe les bactéries qui peuvent être refoulées à l'extérieur grâce à des cils vibratiles.

- L'acide gastrique maintient dans l'estomac un milieu de pH 1 à 2 qui détruit de nombreux microbes.

- Dans le duodénum, des sécrétions alcalines (bile, ...) amènent un changement brutal du milieu (pH 8).

- Des bactéries non pathogènes, très nombreuses, vivent dans le tube digestif en y maintenant un changement brutal du milieu (pH 8).

- Des bactéries non pathogènes, très nombreuses, vivent dans le tube digestif en y maintenant des conditions défavorables pour de nombreux microbes.

- Chez l'homme, la spermine du sperme et chez la femme, des sécrétions vaginales, ont des propriétés antibiotiques.

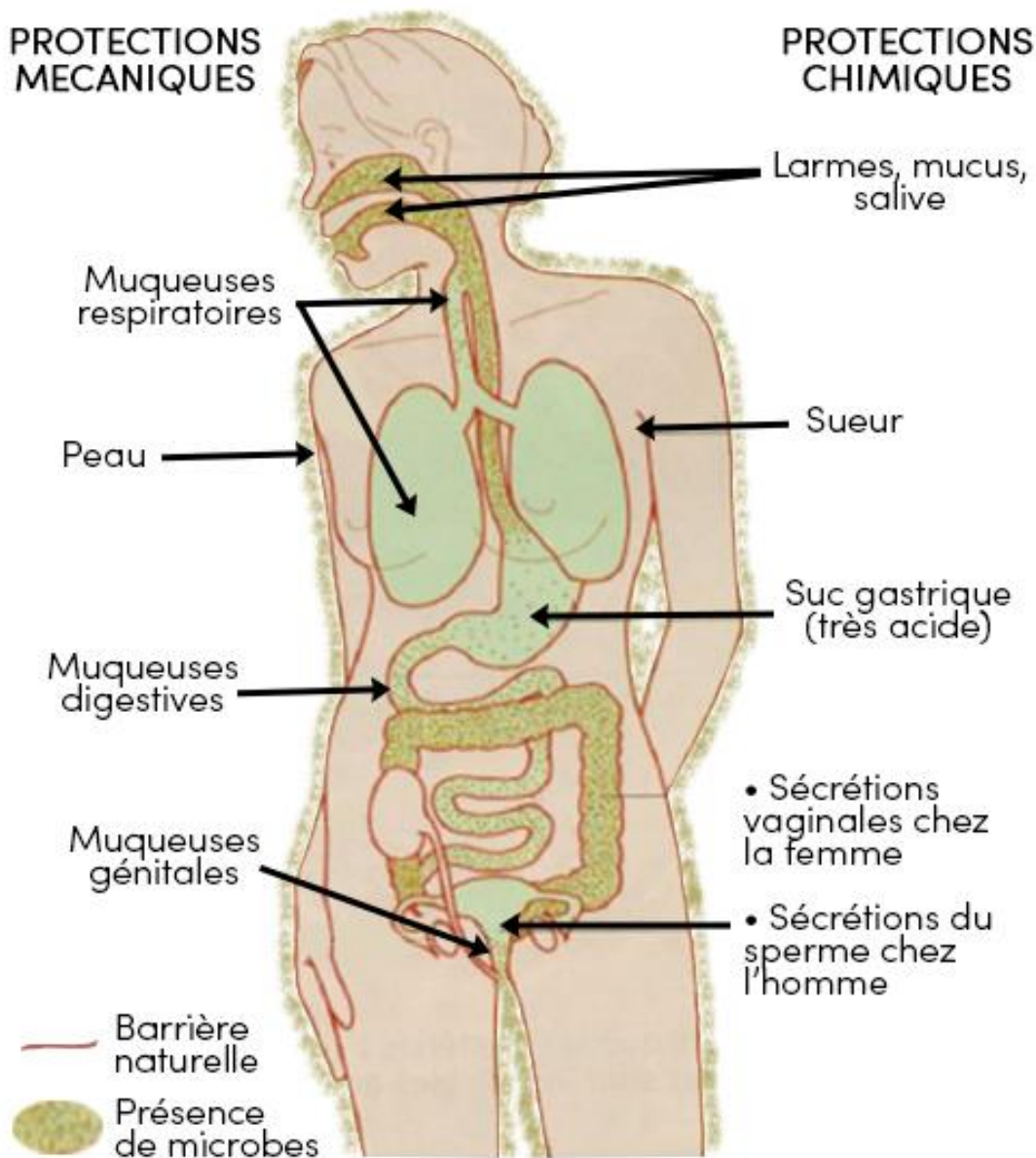


SCHÉMA DES BARRIÈRES NATURELLES DE L'ORGANISME

Figure 2: Les barrières naturelles de l'organisme

Source : https://www.lesbonsprofs.com/uploadImages/users//Barrie%CC%80res_naturelles2.png?1555681877446

b. La réaction inflammatoire

Les barrières de protection de l'organisme peuvent être franchies soit accidentellement (blessure, pique), soit naturellement (au niveau des voies respiratoires et digestives). Les agressions externes peuvent être, de nature physique ou microbienne. Les bactéries qui se multiplient ou libèrent des toxines, des virus qui pénètrent dans les cellules, le rayonnement solaire qui détruit les cellules de l'épiderme sont autant d'exemples courants.

L'entrée de micro-organisme dans le corps déclenche une réaction d'inflammation, une réponse universelle et rapide. Cette réaction est une première réponse de défense aux agressions. Elle est innée, immédiate et non spécifique à l'agent agresseur. Elle appartient à l'immunité innée qui s'oppose à l'immunité adaptative.

Cette réaction inflammatoire se caractérise par un ensemble de signes définis par la figure ci-dessous.

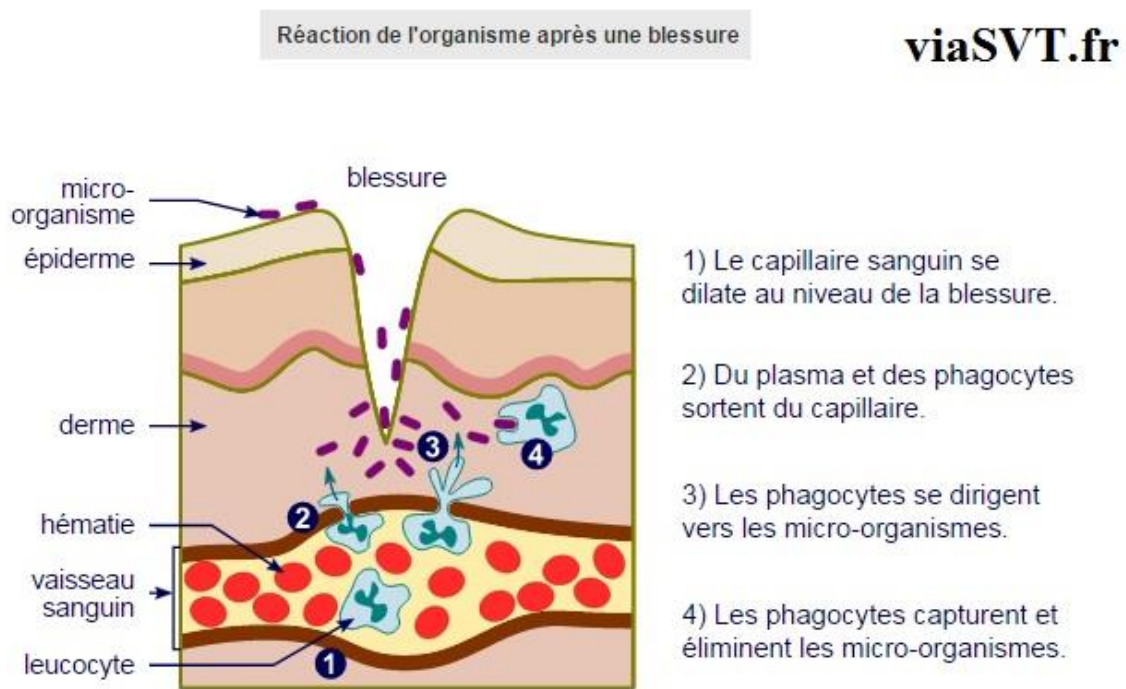


Figure 3: Schéma de réaction inflammatoire

Source : https://www.letudiant.fr/static/uploads/mediatheque/APP_BAC/5/1/186751-reactioninflammatoire1-400x.jpg

La rougeur, la chaleur, l'œdème (ou gonflement) s'expliquent par un afflux de sang dans les tissus de la zone d'inflammation. La douleur est due à la présence de substances excitant les terminaisons nerveuses spécifiques de la douleur.

Le déroulement de la réaction inflammatoire :



Cette réaction se divise en 2 phases successives : la phase d'initiation et la phase d'amplification.

La phase d'initiation

- La pénétration des bactéries ou une lésion tissulaire déclenche la production de signaux de danger détectés par des cellules sentinelles comme les cellules dendritiques ou les mastocytes.

- Les cellules sentinelle possèdent sur leur membrane des récepteurs non spécifiques, les PRR, qui peuvent reconnaître et se fixer à des molécules situées à la surface des bactéries.

- Elles sécrètent alors des facteurs chimiques, l'histamine ou le TNF qui déclenchent la réaction d'inflammation proprement dite. L'histamine

provoque la dilatation des capillaires sanguins, d'où la rougeur et la chaleur observées dans la zone d'inflammation. Le TNF favorise la sortie des cellules immunitaires du compartiment sanguin.

- Les PRR ne sont pas spécifiques d'un agent pathogène. Ces molécules ont donc la possibilité de reconnaître la plupart d'entre eux. L'immunité innée est non spécifique.

- On retrouve des PRR identiques chez des êtres vivants variés, plantes et insectes par exemple. Les mécanismes de reconnaissance non spécifiques ont donc été conservés au cours de l'évolution.

La phase d'amplification :

- L'histamine, avec d'autres facteurs chimiques attire des cellules immunitaires, les granulocytes et les macrophages circulants, tous des leucocytes.

- Ces cellules passent à travers la paroi distendue des capillaires. C'est la **diapédèse**. Du plasma s'échappe aussi dans les tissus, provoquant l'œdème dans la région d'inflammation.

- D'autres facteurs, **les cytokines**, stimulent la prolifération des cellules inflammatoires déjà sur place qui, en plus grand nombre, peuvent s'attaquer efficacement aux micro-organismes. Il y a **amplification de la réponse immunitaire**.

- Les granulocytes et les macrophages reconnaissent les bactéries et les englobent pour les absorber. C'est la phagocytose.

- Les débris cellulaires issus de la dégradation, des microorganismes ainsi que les cellules immunitaires s'accumulent dans un liquide caractéristique, **le pus**, qui lui aussi sera éliminé par la phagocytose.

La réaction inflammatoire initie l'élimination des pathogènes et prépare aussi la réponse adaptative. Elle est modulée, ce qui évite son emballement.

c. La Phagocytose :

La **phagocytose** est le processus par lequel une cellule enveloppe et ingère un micro-organisme envahisseur, une autre cellule ou un fragment cellulaire.

La phagocytose présente plusieurs étapes :

1. L'adhésion :
2. L'ingestion (ou absorption) : la membrane cellulaire du phagocyte enveloppe le corps étranger et forme la vésicule de phagocytose.
3. La digestion : les lysosomes (granules cytoplasmiques, produits par l'appareil de Golgi) s'accrochent à cette vésicule pour y déverser leur contenu (riche en enzymes). La conséquence habituelle est la lyse rapide (1h environ) de l'élément étranger.
4. Le rejet : après la digestion dans la vacuole digestive, les déchets sont rejetés à l'extérieur par exocytose.

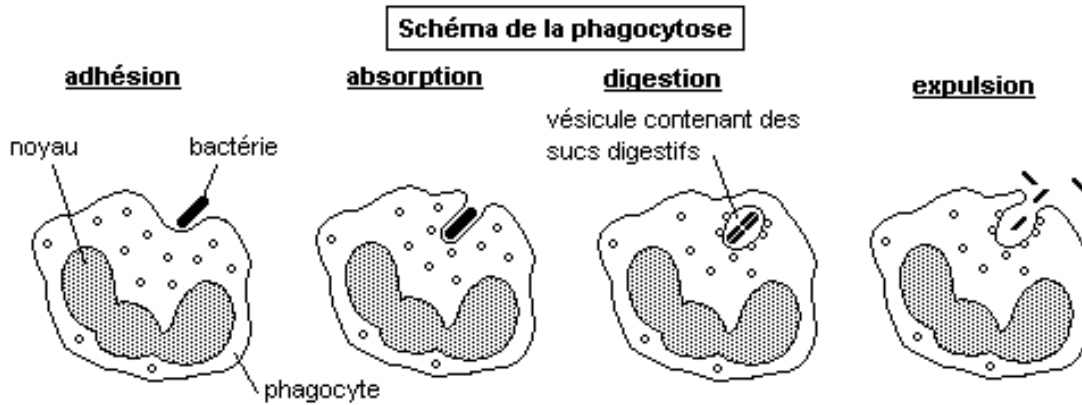
Après l'ingestion, trois cas peuvent se présenter :

1^{er} cas : les phagocytes détruisent totalement l'antigène présent (débris des bactéries sont rejetés), l'infection régresse : c'est la guérison.

2^{ème} cas : les phagocytes ne dégradent qu'incomplètement l'antigène (la bactérie reste intacte), il persiste et peut se multiplier plus tard : l'infection se poursuit.

3^{ème} cas : les phagocytes meurent.

Dans les deux derniers cas, d'autres types de cellules sont alors sensibilisées : les lymphocytes, c'est le début d'une réaction immunitaire spécifique.



<https://jovernes.pagesperso-orange.fr/svt/cours/images/phagocytose.gif>

Remarque :

Des cellules phagocytaires, comme les macrophages ou les cellules dendritiques ne digèrent que partiellement les pathogènes. Des fragments issus de leurs antigènes de surface sont conservés et exposés à la surface des cellules phagocytaires, associés à des molécules du Complexe Majeur d'Histocompatibilité. Le phagocyte devient alors **une cellule présentatrice de l'antigène (CPA)**.

L'association CMH-antigène exposée à la surface des phagocytes est spécifique. Elle possède une séquence propre qui lui donne une forme spécifique dans l'espace. Elle permettra le déclenchement de la réponse immunitaire adaptative.

3. L'immunité spécifique ou acquise :

L'organisme a recours à d'autres moyens, plus lents à mettre en œuvre, mais dirigés très précisément contre l'élément étranger, donc plus efficace, si les défenses étudiées précédemment sont insuffisantes.

La réponse immunitaire spécifique est basée sur la reconnaissance des antigènes de l'élément étranger.

Le micro-organisme infectieux comprend des molécules ou produit des toxines que l'organisme reconnaît comme différentes de ses propres molécules : ce sont des antigènes.

Ainsi, on appelle antigène toute substance capable de provoquer ce type de réponse immunitaire spécifique.

Cette réponse peut s'effectuer par :

- L'intermédiaire d'anticorps circulant dans le milieu intérieur, on parle de réaction à médiation humorale ou à médiation cellulaire,

- L'intervention directe de cellules « tueuse », on parle de réaction à médiation cellulaire.

Cette reconnaissance est effectuée par deux types de leucocytes appelés lymphocytes : les lymphocytes B et les lymphocytes T. Les lymphocytes B et T spécifiques d'un antigène reconnu se multiplient rapidement dans les organes lymphoïdes.

a. La réponse à médiation humorale

Cette médiation humorale agit contre les bactéries et les virus dans les liquides du corps humain. Les lymphocytes B sont les responsables.

Grâce à des molécules réceptrices localisées dans leur membrane, les lymphocytes B peuvent reconnaître des antigènes. Cependant, un lymphocyte B donné ne peut reconnaître qu'un seul modèle de récepteur membranaires. Ces récepteurs sont des immunoglobines.

Certains antigènes sont capables de provoquer directement la transformation qui permettra aux LB, porteurs des récepteurs spécifiques correspondants, de produire des anticorps. Mais dans la majorité des cas, la stimulation antigénique des LB ne s'effectue que si l'antigène est présenté au LB par un macrophage.

Les LB stimulés se multiplient et donnent deux catégories de cellules :

- L'un se différencie au bout de 5 à 7 jours en plasmocytes qui vont assurer la synthèse et la sécrétion des anticorps : c'est la réponse primaire car la durée de vie des plasmocytes n'excède pas quelques jours ou semaines.

- L'autre catégorie est formée par les cellules à mémoire ou LB mémoire. Ces cellules à mémoire sont responsables de la réponse secondaire qui confèrent une immunité spécifique durable. En cas de nouveau contact avec l'antigène, elles seront immédiatement sensibilisées permettant ainsi une réaction plus intensive et rapide. (D'où les vaccins)

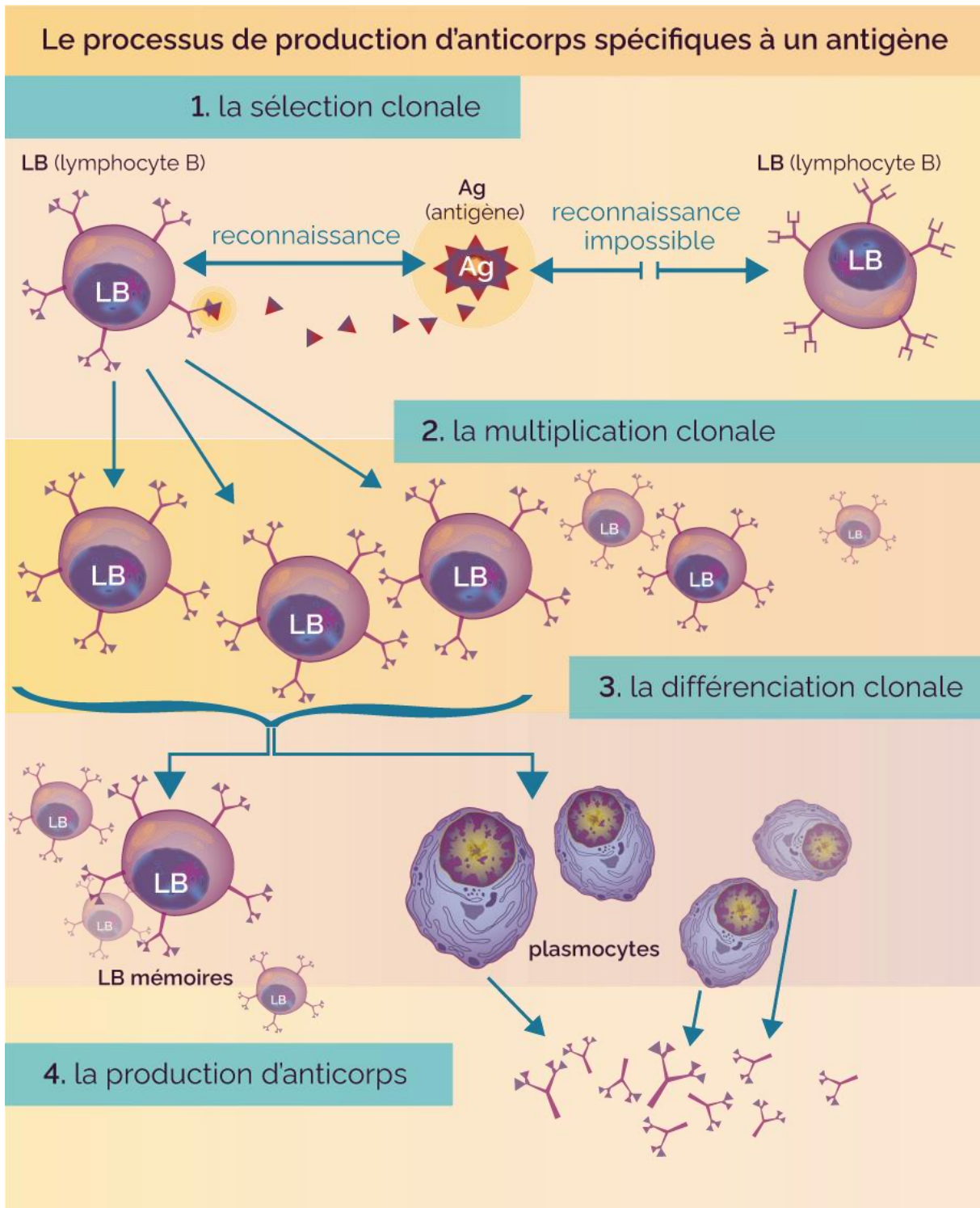


Figure 4: Le processus de production d'anticorps spécifiques à un antigène

Source : <https://e.educlever.com/img/5/9/5/6/595692.png>

Les anticorps

Les anticorps sont des protéines du groupe des globulines, encore appelées immunoglobulines (en abrégé Ig).

La structure de base d'un anticorps est formée par 4 chaînes polypeptidiques semblables deux à deux : deux chaînes légères et 2 chaînes lourdes. Chaque chaîne comporte une région constante, commune à toute une famille d'anticorps et une région variable caractérisant un anticorps spécifique d'un antigène. Les gènes codant pour ces différentes parties de la protéine présentent plusieurs caractéristiques importantes.

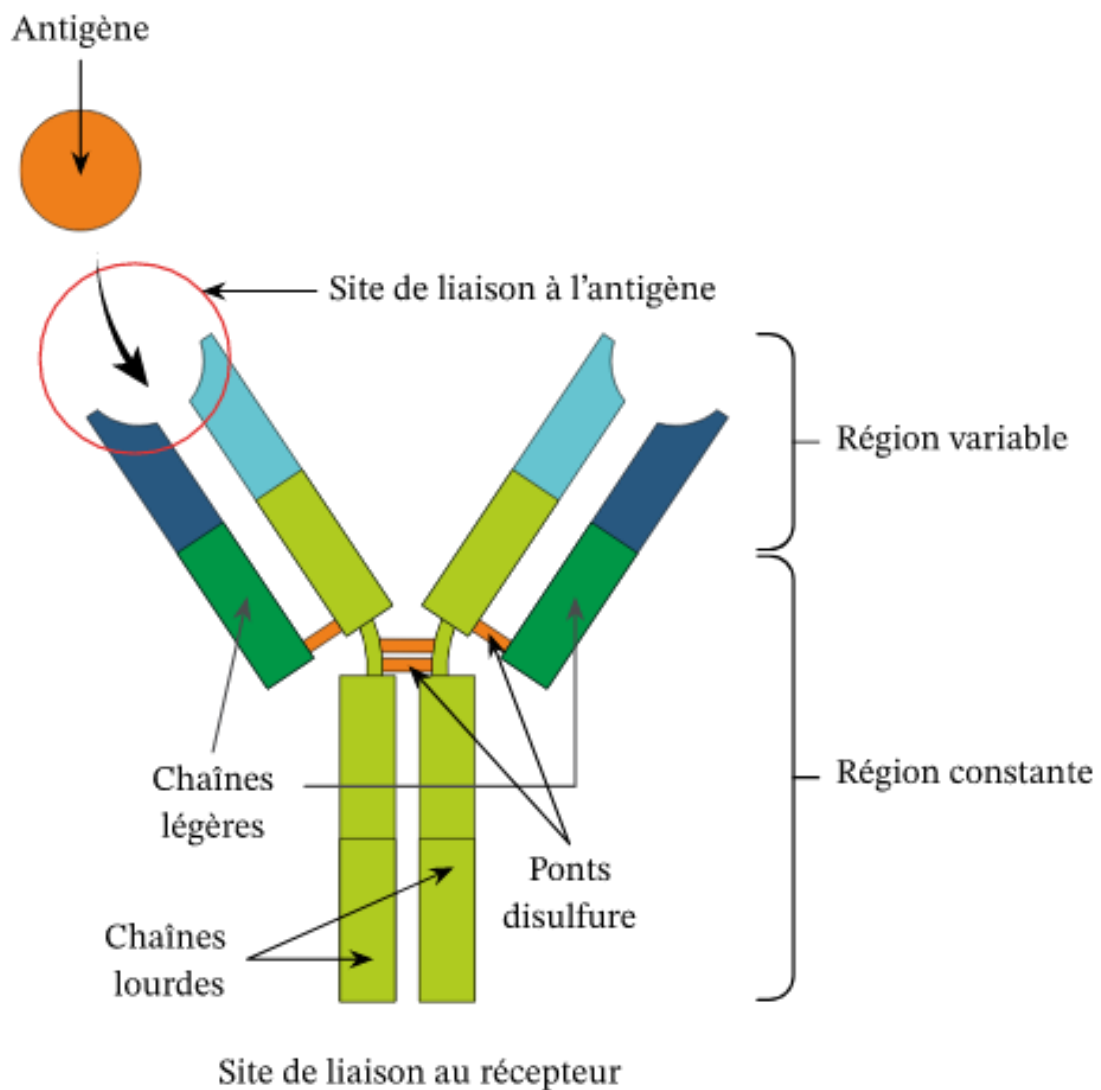


Figure 5: Schéma de la structure d'un anticorps soluble et d'un antigène complémentaire

Source : <https://images.nagwa.com/figures/explainers/207106952747/4.svg>

Un anticorps montre une symétrie bilatérale ; les extrémités des bras du Y, identiques entre elles, mais variables d'un anticorps à l'autre, constituent les sites de fixation de l'antigène.

Les gènes des anticorps ne sont pas tous rassemblés sur le même chromosome. Les gènes codant pour les chaînes lourdes sont portés par les chromosomes 14 et les gènes codant pour les chaînes légères sont portés par les chromosomes 2 et 22.

L'anticorps ne reconnaît pas la totalité de l'antigène, mais seulement un motif moléculaire précis appelé **déterminant antigénique (ou épitope)**.

L'épitope ou déterminant antigénique est la portion d'Ag reconnue comme étrangère et responsable du déclenchement de la réponse immunitaire acquise (spécifique).

Un antigène possédant généralement plusieurs déterminants antigéniques, et chaque anticorps ne reconnaissent qu'un seul déterminant antigénique, plusieurs anticorps différents peuvent agir qu'un même antigène ;

Le site de fixation e l'antigène a aune configuration spatiale déterminée par la séquence des acides aminés de cette région ; la variabilité de cette séquence (plus d'un milliard de combinaisons possibles entre acides aminés) explique la très grande diversité des anticorps.

On distingue quatre classes d'anticorps circulants :

- Les IgG sont les plus nombreuses (70 à 80%) ; plus abondante dans le sang, le plasma et les tissus.

- Les IgM (5 à 10%) sont formés par l'association de cinq unités de type IgG ; les agglutinines anti A et anti B sont des IgM. Elles sont les premières à être fabriquées surtout au cours de la réponse immunitaire primaire.

- Les IgA (15 à 20%) sont sécrétées au niveau des muqueuses (bouche, pharynx, intestin...) et dans le lait. Elles sont dominantes dans les sécrétions extracellulaires.

- Les IgE sont impliquées dans les réactions allergiques et la lutte contre les parasites.

- Les IgD : Elles sont en faible quantité dans le sérum.

Un **complexe immunitaire** est un anticorps fixé à un antigène.

Les anticorps (immunoglobulines), qui sont des protéines produites par les globules blancs appelés lymphocytes B, se lient solidement à l'antigène d'un envahisseur, en marquant l'envahisseur afin de l'attaquer ou en le neutralisant directement. Le corps produit des milliers d'anticorps différents. Chaque anticorps est spécifique à un antigène donné.

Un exemple de réaction à médiation humorale : le groupe sanguin

On sait qu'il existe 4 groupes sanguins, dont il faut tenir compte lors des transfusions de sang ; c'est le système ABO.

Expérimentalement, le mélange en quantité égale des sangs de deux personnes de groupe différent entraîne **un phénomène d'agglutination** des hématies ou **hémagglutination**.

Dans l'organisme, cette hémagglutination est suivie de la lyse des hématies transfusées et de la libération de l'hémoglobine qu'elles contiennent ; après plusieurs jours ; l'accumulation de ce pigment au niveau des reins entraîne un blocage fonctionnel grave.

Pour mettre en évidence cette agglutination, on utilise des sérums (extraits de plasma sanguin humain) employés pour la détermination des groupes sanguins.

Le sérum anti-A provient d'un individu de groupe B ;

Le sérum anti-B provient d'un individu de groupe A.

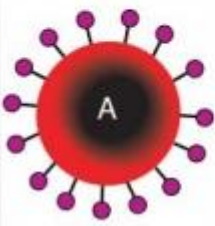
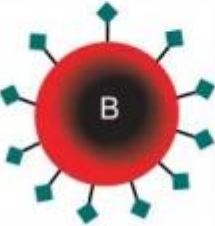
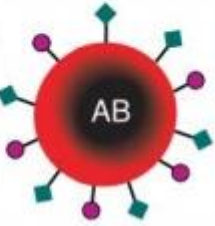







Mélangions successivement une goutte de chacun de ces sérums avec une goutte de sang prélevée sur des sujets différents.

On peut conclure de ces manipulations que l'hémagglutination qui se produit dans certains cas fait intervenir **une substance soluble, appelée agglutinine**, contenue dans le sérum et donc dans le plasma. Ainsi, certaines molécules sont capables de reconnaître spécifiquement certaines catégories d'hématies.

Généralités des réactions humorales

Les agglutinines (anti-A et anti-B) appartiennent à la catégorie des anticorps. Fait exceptionnel (et encore mal expliqué), elles existent avant la naissance.

Dans tous les autres cas, les anticorps dirigés contre des éléments étrangers n'apparaissent qu'après un premier contact entre l'élément et l'organisme.

	Groupe A	Groupe B	Groupe AB	Groupe O
Globule Rouge				
Anticorps	 Anti-B	 Anti-A	Aucun	 Anti-A et Anti-B
Antigène	 Antigène A	 Antigène B	 Antigène A et B	Pas d'antigène

<https://journals.openedition.org/bibnum/docannexe/image/521/img-2-small580.jpg>

b. La réponse à médiation cellulaire

La réponse à médiation cellulaire agit contre les cellules infectées par des virus, bactéries, et les cellules cancéreuses. Les lymphocytes T (ou cellule T) sont les responsables.

Certains lymphocytes T donnent naissance à des lymphocytes T cytotoxiques (LTc), efficaces au bout de quelques jours, se fixent sur des cellules présentant à la fois un antigène étranger et une protéine de classe I du CMH et les détruisent.

Les LTc libèrent une protéine « la perforine » qui va perforer la membrane de la cellule cible.

Les cellules NK (Natural Killer) reconnaissent des déterminants portés par des cellules tumorales dont elles assurent la destruction.

Les cellules K (Killer) s'attaquent à des cellules marquées par des anticorps auxquels elles se lient grâce à des récepteurs.

Les LT jouent un rôle central dans la réponse immunitaire, soit en détruisant eux-mêmes ces cellules, soit en s'assurant l'aide des lymphocytes B ou des cellules phagocytaires.

Ainsi, ces cellules K et NK sont capables de lyse cellulaire même en l'absence de contact avec un antigène.

Un exemple de réaction à médiation cellulaire : le rejet de greffe

Lorsqu'on greffe à un animal receveur, un organe prélevé sur un autre animal de même espèce, l'organe greffé est rejeté dans les deux semaines qui suivent. La structure d'un rein observé au microscope avant la greffe, puis au cours du rejet met en évidence l'action destructrice de certaines cellules : sur l'organe en cours de rejet, on distingue nettement une « infiltration » de petites cellules (principalement des lymphocytes) qui

induisent des lésions par contact direct avec les cellules de l'organe greffé (donc étranger).

Une telle réaction est très différente de la phagocytose : pas de digestion intracellulaire, mais émission de substances lysogènes (lymphotoxines, perforines) qui désorganisent les parois cellulaires puis les cellules elles-mêmes.

Autres exemples :

Des réactions semblables existent dans le cas d'infection, notamment d'origine virale. Des lymphocytes appelés **cytolytiques ou cytotoxiques ou encore « tueurs »** s'attaquent alors aux cellules infectées et les détruisent ainsi que les virus qu'elles contenaient. Certains lymphocytes peuvent éliminer de la même façon des cellules cancéreuses.

Comme les anticorps, les cellules cytotoxiques reconnaissent leur cible : la réponse est spécifique. De plus, une deuxième invasion du même microbe ou une autre greffe (provenant du même animal) mettent en jeu une contre-attaque beaucoup plus rapide et vigoureuse que la première : les réponses immunitaires sont mémorisées.

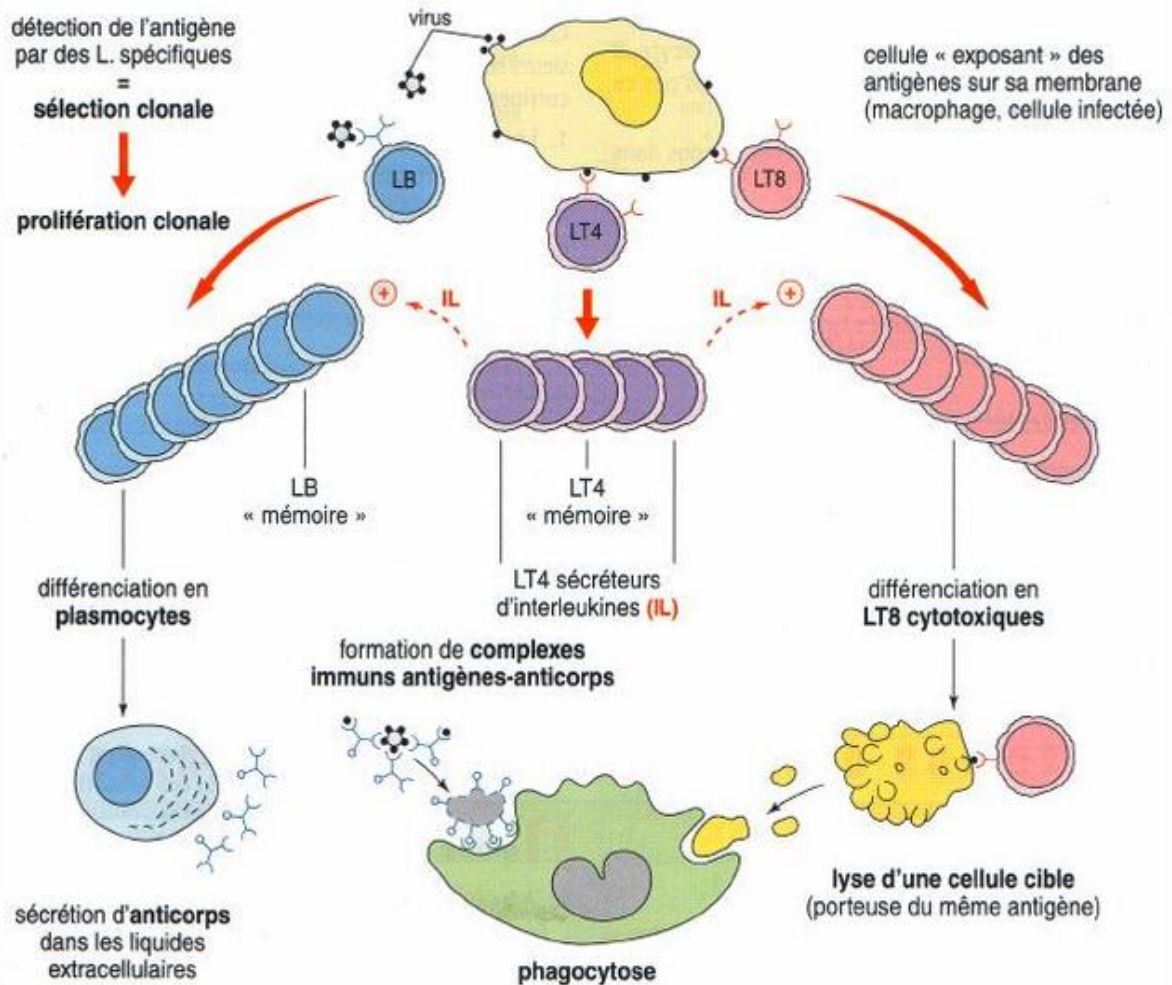


Figure 6: Les réactions immunitaires acquises, spécifiques d'un antigène

Source : <https://img.over-blog.com/650x588/4/03/04/08/svt-2/svt-3/svt-4/svt-5/svt-6/svt-7/svt-8/svt-9/synthese.png>

Remarque :

Les cellules dendritiques qui sont des dérivés des globules blancs. Elles résident dans les tissus et peuvent aider les lymphocytes T à reconnaître les antigènes étrangers.

Les cytokines désignent de nombreuses protéines différentes sécrétées par les cellules immunitaires ainsi que d'autres cellules, agissant comme messagers du système immunitaire pour contribuer à réguler une réponse immunitaire. Ex : l'interleukine sécrétée par les LT4 pour affecter les LB.

IV. Le dysfonctionnement ou défaillance du système immunitaire :

Une réponse immunitaire normale implique les éléments suivants :

- Reconnaissance d'un antigène étranger, potentiellement dangereux,
- Activation et mobilisation des forces pour se défendre contre cet antigène,
- Attaque de cet antigène,
- Contrôle et fin de l'attaque

Un trouble du système immunitaire se produit lorsque :

- L'organisme ne parvient pas à générer de réponse immunitaire appropriée contre des micro-organismes envahisseurs, on parle de déficit immunitaire.

- L'organisme génère une réponse immunitaire contre lui-même, on parle de maladie auto-immune.

- L'organisme génère une réponse immunitaire excessive à des antigènes étrangers, souvent inoffensifs, et endommage les tissus normaux, on parle de réaction allergique.

Le dysfonctionnement peut être groupé en deux catégories dysfonctionnement :

- Par défaut : déficit immunitaire ou immunodéficience,
- Par excès : allergies et maladies auto-immunes.

1. Un déficit immunitaire

Certaines cellules ou organes du système immunitaire peuvent être déficients : le phénomène est à l'origine de pathologies nommées immunodéficiences qui peuvent être innées ou acquises.

L'immunodéficiences innées apparaissent après les premiers mois de la naissance d'un enfant atteint, car l'enfant ne dispose plus des anticorps maternels. Puis l'enfant est victime d'infections multiples à répétitions (diarrhées, angines, ...) traduisant une incapacité innée à résister aux agressions microbiennes. Son organisme ne produit pas de lymphocytes B et T efficaces, et ce, à cause d'anomalies génétiques. On parle également de déficits congénitaux ou primaires. En attendant une greffe de moelle osseuse qui pourrait rétablir le fonctionnement normal du système de défense, l'enfant vit dans une enceinte stérile.

L'immunodéficiences acquises ou déficits secondaires résultent des maladies de carence alimentaires, de divers traitements médicaux, des infections virales aiguës conduisant à une baisse des défenses immunitaires (cas du SIDA).

a. Les leucémies

Les leucémies sont des cancers des globules blancs ou des cellules qui se développent en globules blancs. Les globules blancs sont issus de la différenciation (ou maturation) progressive de cellules souches dans la moelle osseuse. La différenciation se déroule parfois de façon anormale et des parties de chromosomes font l'objet de réarrangements. Les chromosomes qui présentent ces anomalies perturbent la division cellulaire normale, de sorte que les cellules touchées se multiplient de

manière incontrôlée ou deviennent résistantes à la mort cellulaire normale, ce qui est à l'origine de la leucémie.

Les types de leucémies sont définis en fonction de la rapidité de leur évolution et des caractéristiques des globules blancs qui deviennent cancéreux :

Les leucémies aiguës se caractérisent par un développement rapide, et présentent des cellules immatures.

Les leucémies chroniques progressent lentement et présentent des cellules plus matures.

Les leucémies lymphocytaires résultent de la transformation maligne de lymphocytes ou de cellules qui normalement produisent les lymphocytes. Elles peuvent être aiguës ou chroniques.

Les leucémies myéloïdes (myélocytaires ou myélogènes) proviennent de la transformation maligne de cellules qui produisent normalement les neutrophiles, les basophiles, les éosinophiles et les monocytes. Elles peuvent être aiguës ou chroniques.

La cause de la plupart des leucémies est inconnue. L'exposition à des radiations, à certaines chimiothérapies ou à certains produits chimiques (tels que le benzène, certains pesticides et certains produits chimiques de la fumée de cigarette) augmente le risque d'apparition de certains types de leucémie, même si celle-ci survient chez un très faible nombre de personnes exposées. Certaines maladies héréditaires, telles que le syndrome de Down et l'anémie de Fanconi, augmentent également le risque de leucémie. Chez certaines personnes, la leucémie est due à certaines anomalies des chromosomes.

On suspecte fortement qu'un virus appelé le virus lymphotrope T humain de type 1 ou HTLV-I (human T-cell lymphotropic virus type 1), proche du virus du SIDA (VIH-1), induit l'apparition d'une leucémie lymphocytaire rare que l'on appelle leucémie à cellules T de l'adulte. L'infection par le virus d'Epstein-Barr, qui provoque également la mononucléose, est associée à une forme rare de leucémie lymphoïde présente en Asie et en Afrique.

b. Le SIDA

Le SIDA ou Syndrome d'Immuno- Déficience Acquise fait partie des infections sexuellement transmissibles.

L'agent responsable est le VIH ou Virus d'Immunodéficience Humaine :

- Un virus fragile détruit par la chaleur et les antiseptiques,
- Comme tous les virus, le VIH se développe à l'intérieur d'une cellule hôte qui est spécifique : le lymphocyte T4 pour le VIH. Ces LT4 meurent après avoir bourgeonné de nouveaux virus. Le VIH peut se reproduire également dans les macrophages et certaines cellules nerveuses.

- Le VIH est un **rétrovirus** : virus à **ARN** ou code génétique porté par l'ARN et non par l'ADN. Le virus est injecté dans la cellule de l'organisme d'abord par adhésion puis fusion de l'enveloppe du virus et de la membrane cellulaire. Le contenu du virus (morceau d'ADN et autres) est injecté dans la cellule hôte. L'enzyme du virus une protéine appelée **transcriptase inverse** est capable d'intégrer son information génétique aux chromosomes des cellules infectées (transformer l'ARN viral en ADN viral dans la cellule hôte). Cet ADN viral va intégrer l'ADN des LT4. Ainsi, la cellule hôte va déclencher la synthèse des protéines virales. L'assemblage des constituants du virus (protéines, couches lipidiques) se fait dans la cellule hôte qui assure la dissémination du virus.

Schéma rétrovirus : bourgeonnement ?????

- Cycle de multiplication du VIH

1. Fixation du virus sur la membrane de LT4 cible (épitope Gp 120 et récepteur CD4)
2. Transcription inverse ou retro-transcription (ARN en ADN)
3. Intégration de l'ADN proviral dans l'ADN hôte
4. Transcription de l'ADN proviral en ARNm viral (LT4)
5. Traduction puis formation des protéines virales et de l'hôte
6. Multiplication de la charge virale par bourgeonnement suivie de la mort de la cellule parasitée et d'infection de nombreuses cellules

La transmission peut se faire de 3 manières :

- Par Voie sexuelle (80% de cas)
- Par Voie sanguine (transfusion, utilisation des matériels contaminés non stérilisés...)
- De la mère à l'enfant (au cours de la grossesse, l'accouchement, l'allaitement)

Le Dépistage :

- Lorsque le VIH arrive dans un organisme, les LB se transforment en plasmocytes et produisent d'**anticorps anti-VIH**
- Un sujet est dit **séropositif** quand les tests identifient dans son sérum la **présence d'anticorps anti-VIH.**

Le SIDA se développe en plusieurs phases :

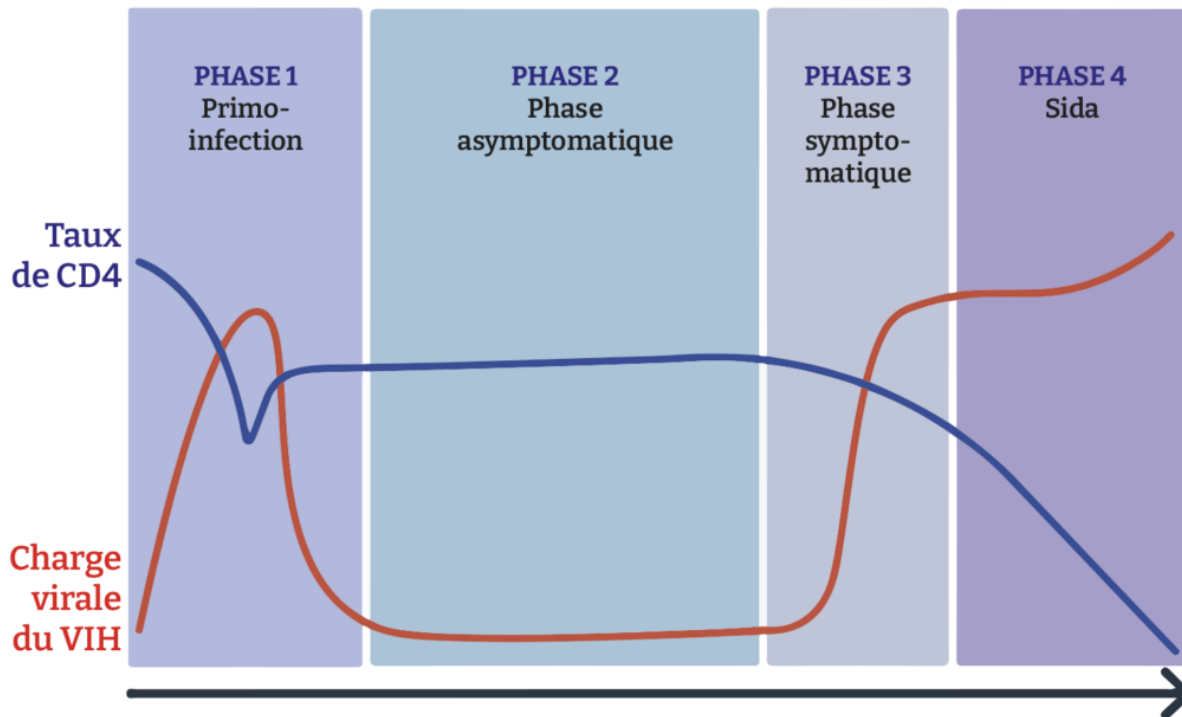


Figure 7: Les phases de développement du SIDA

<https://pvsq.org/wp-content/uploads/2021/12/Tableaux-evolution-infection-VIH-sida-sans-medicaments-1024x623.png>

- La primo-infection par le VIH peut passer inaperçue (légère fièvre, petite diarrhée...)
- Le sujet est séropositif, mais il ne présente aucun symptôme de maladie pendant plusieurs années, il est **porteur asymptomatique**
- Sans traitement médical, le VIH va continuer à se développer et à envahir toutes les parties du corps,
- Le nombre des cellules immunitaires diminuent, il y a un effondrement du taux de LT4 : c'est le stade de **maladie SIDA**
- Apparition des **maladies dites « opportunistes »** qui profitent du déficit immunitaire pour s'installer : pneumonie, cancer cutané ou affection neurologique. Ce sont ces maladies qui finissent par tuer l'individu.

2. Les allergies

L'allergie est une hypersensibilité de l'organisme à des substances, généralement inoffensives et présentes dans l'environnement. Ces

substances sont appelées **allergènes**. Elles peuvent se trouver dans l'air, dans l'alimentation ou dans les médicaments.

L'allergie est l'ensemble des symptômes qui surviennent lors de l'exposition à un allergène auquel la personne est sensible. L'allergie résulte d'un dérèglement du système immunitaire responsable d'une perte de tolérance à des substances. La personne allergique présente, à chaque nouveau contact, une réaction inadaptée de l'organisme et donc des manifestations de son allergie.

On distingue deux formes d'allergie : allergie immédiate et l'allergie retardée.

a. Les allergènes :

Les allergènes peuvent être :

- Aériens (pneumallergènes ou aéro-allergènes) : les acariens, les animaux domestiques, les pollens, les moisissures, ...

- Alimentaires (trophallergènes) :

- Chez l'enfant : le lait de vache, l'œuf, l'arachide, les fruits à coque (noix, noisette, amandes, ...), le gluten, ...
- Chez l'adulte, les allergies alimentaires sont souvent liées à la consommation de : certains fruits : fraise, ... ou légume : céleri, poissons, mollusques, crustacés, gluten.

La cuisson, le stockage, Des aliments peuvent jouer un rôle dans la survenue des allergies alimentaires.

- Médicamenteux : les antibiotiques, les anti-inflammatoires non stéroïdiens, certains médicaments en anesthésie...

- Le venin d'hyménoptère (pique d'abeilles, guêpes, ...) ou de serpent après une morsure de serpent.

b. L'allergie immédiate :

L'allergie immédiate est l'ensemble des manifestations apparaissant chez des personnes ayant une prédisposition génétique à fabriquer des anticorps IgE, impliqués dans l'apparition de l'allergie. On parle alors de « terrain atopique ».

➤ L'allergie survient en deux temps :

- Une première exposition à un allergène, l'organisme produit des anticorps particuliers appelés **immunoglobulines E (IgE)**. Ces dernières vont identifier l'allergène en cours et se fixer sur certaines cellules de défense de l'organisme situées dans le tissu conjonctif ou les muqueuses (**les mastocytes**). Cette **période de sensibilisation** ne s'accompagne **d'aucun symptôme** et sa durée est variable. Elle passe inaperçue, sans signe clinique.

- Une deuxième exposition, un nouveau contact avec l'allergène. Celle-ci va croiser le chemin des cellules portant ces IgE et les stimuler, entraînant la **libération de médiateurs comme l'histamine**. Cela provoque une **réaction inflammatoire** et des symptômes vont apparaître en **quelques minutes** le plus souvent (moins de deux heures) d'où le nom l'allergie immédiate.

C'est la **phase de révélation** des symptômes qui vont se répéter à chaque exposition à l'allergène.

Les **mastocytes** sont des cellules présentes dans les tissus qui libèrent de l'histamine et d'autres substances impliquées dans les réactions inflammatoires et allergiques.

➤ La réaction allergique peut être :

- Nasale (rhinite occasionnelle ou quotidienne) ;

- Respiratoire (crise d'asthme) ;
- Oculaire (conjonctivite) ;
- Cutanée (eczéma atopique ou urticaire d'origine allergique) ;
- Œdémateuse sur le visage (lèvres, paupière) et pouvant aussi toucher les muqueuses de la gorge (œdème de Quicke) ,...
- Généralisée (choc anaphylactique comportant un risque vital majeur et nécessitant un traitement d'urgence).

c. L'allergie retardée

Cette allergie peut toucher tout le monde et survient même en l'absence de terrain génétique favorisant l'allergie (absence d'atopie).

Le mécanisme de survenue est différent de celui de l'allergie immédiate : il n'y a pas de production d'anticorps IgE, mais une activation de certaines cellules de défense de l'organisme (**les lymphocytes T**).

L'allergie retardée **cible principalement la peau** sur laquelle **un eczéma** apparaît au contact de l'allergène responsable. On parle alors **d'eczéma de contact**.

Les symptômes apparaissent de façon retardée environ **48h après le contact** avec l'allergène. Ils se traduisent par des rougeurs, des démangeaisons associées à une sécheresse cutanée et des petites cloques. Le traitement repose sur l'arrêt du contact avec l'allergène et sur l'application de dermocorticoïdes lors de la poussée.

Remarques : La fréquence des allergies ne cesse d'augmenter depuis quelques années. En France, 25 à 30% de la population générale a une allergie. Cette augmentation semble liée à divers facteurs environnementaux qui favoriseraient l'expression de la sensibilité génétique à l'allergie (atopie) :

- Le réchauffement climatique induit un allongement de la période de pollinisation ainsi qu'une augmentation de la quantité des pollens et de leurs propriétés allergisantes.

- La pollution atmosphérique, les modifications de l'environnement intérieur (hygiène, matériaux utilisés, ...) majorent cet effet.

- Les changements dans les pratiques alimentaires, la multiplication des médicaments augmentent les risques d'exposition à des allergènes.

3. Les maladies auto-immunes

Le SI confond des substances endogènes et exogènes, il peut attaquer les propres tissus de l'organisme, induisant une maladie auto-immune telle que la polyarthrite rhumatoïde, la thyroïdite de Hashimoto ou le lupus érythémateux systémique (lupus), le diabète de type 1 ...

Le diabète de type 1, maladie auto-immune

Le diabète de type 1 (DT1) est causé par le dysfonctionnement **de lymphocytes T** (des cellules du système immunitaire) qui se mettent à identifier **les cellules β du pancréas comme des cellules étrangères** à l'organisme du patient, **et à les éliminer**. Il s'agit donc d'une maladie auto-immune, **détectable par la présence d'autoanticorps**.

Les symptômes apparaissent plusieurs mois, voire plusieurs années après le début de ces événements, lorsque la plupart de ces cellules productrices d'insuline ont été détruites. Longtemps considéré comme un « diabète de l'enfant », le DT1 peut survenir à tout âge.

V. La vaccination et la sérothérapie :

Les vaccins et les sérums ont pour but de rendre l'organisme résistant vis-à-vis de microbes bien définis. La mise au point des vaccins modernes s'appuie sur la connaissance du fonctionnement du système immunitaire.

1. La vaccination :

Les vaccins ont pour principe d'injecter une toxine (ex : toxine tétanique) traitée de façon appropriée, c'est-à-dire qui ne déclenche pas la maladie, car elle a perdu son caractère toxique, mais a gardé son caractère d'antigène. Ce caractère permet la formation d'anticorps (le complexe immune Ag-Ac).

Elle déclenche la production d'anticorps spécifiques d'un agent infectieux. Elle permet à l'organisme d'acquérir préventivement et durablement une mémoire immunitaire relative à un microorganisme déterminé.

Elle protège les individus de la société infectieuse et en évite la propagation.

2. La sérothérapie :

La sérothérapie est une injection de sérum contenant déjà des anticorps spécifiques d'un agent infectieux. Elle fournit des anticorps produits par un autre organisme et procure une immunité immédiate, mais peu durable. Elle peut pallier temporairement l'absence de vaccination, mais en aucun cas ne peut la remplacer.

Le sérum sanguin est la partie liquide du sang qui, à la différence du plasma, ne contient pas de fibrinogène (protéine abondante dans le sang, l'un des principaux facteurs de la coagulation).

Le mot sérum est souvent employé comme synonyme du terme soluté ; ainsi, le « sérum physiologique » est un liquide de synthèse, constitué d'eau et de sel, destiné à une injection par voie veineuse.

Le sérum sanguin ne renferme ni cellules sanguines (globules rouges, globules blancs, plaquettes), ni fibrinogène. Il contient des quantités réduites de certaines autres protéines impliquées dans la coagulation (la prothrombine, ou facteur II de la coagulation, le facteur V et le facteur VIII). Le sérum est soit issu de la formation d'un caillot, soit séparé des globules du sang défibriné (dont le fibrinogène a été éliminé) par centrifugation. Dépourvu de fibrinogène, il se prête mieux que le plasma (sang dont on a seulement ôté les globules) au dosage et à l'analyse de certaines protéines restantes, le fibrinogène gênant l'interprétation de l'électrophorèse des protéines (séparation des protéines du sérum sous l'effet d'un champ électrique, utilisée en particulier pour les recherches d'anticorps).

LES SÉRUMS THÉRAPEUTIQUES : sont issus du sérum humain ou proviennent de divers animaux, principalement du cheval, qui sont tantôt normaux, tantôt immunisés contre les microbes de diverses maladies infectieuses à l'aide de doses croissantes d'antigènes, ou bien soumis à des traitements divers.

LES SÉRUMS ANTITOXIQUES neutralisent les toxines microbiennes (sérum antidiphthérique), les sérums antimicrobiens agissent contre les germes (sérum antiméningococcique). Les principaux sérums sont : les sérums antituberculeux A, B, C, D, E, antidiphthérique, antigangréneux, antirabique, antitétanique et antivenimeux.

3. Les greffes et immunité :

Les connaissances en réaction immunitaire ont permis de déterminer certaines conditions pour réussir les greffes d'organes ou la transfusion sanguine.

Chez l'homme, le greffe d'un organe peut être réalisé si le donneur et le receveur sont du point de vue de leur programme génétique, les plus proches possibles. Et qu'un traitement immunodépresseur accompagne la greffe pour éviter le rejet de greffe.

Durant la transfusion sanguine, il est nécessaire que les hématies du donneur ne soient pas agglutinées par le plasma du receveur.

Immunodépresseur ou immunosuppresseur se dit de substances ou de procédés thérapeutiques capables de diminuer ou de supprimer la réponse immunitaire de l'organisme aux éléments exogènes (ex : corticoïdes, ciclosporine, radiations ionisantes).

Références :

<https://www.msmanuals.com/fr/accueil/troubles-cardiaques-et-vasculaires/maladies-lymphatiques/vue-d-ensemble-du-syst%C3%A8me-lymphatique>

<https://www.futura-sciences.com/sante/dossiers/medecine-vaccins-leurs-effets-notre-systeme-immunitaire-696/page/2/>

<https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/genetique-cmh-118/>

<https://www.msmanuals.com/fr/accueil/troubles-du-sang/leuc%C3%A9mies/pr%C3%A9sentation-des-leuc%C3%A9mies>

<https://www.inserm.fr/dossier/diabete-type-1/#:~:text=Le%20diab%C3%A8te%20de%20type%201%2C%20maladie%20auto%2Dimmune,patient%2C%20et%20%C3%A0%20les%20%C3%A9liminer.>

<https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/s%C3%A9rum/91534>