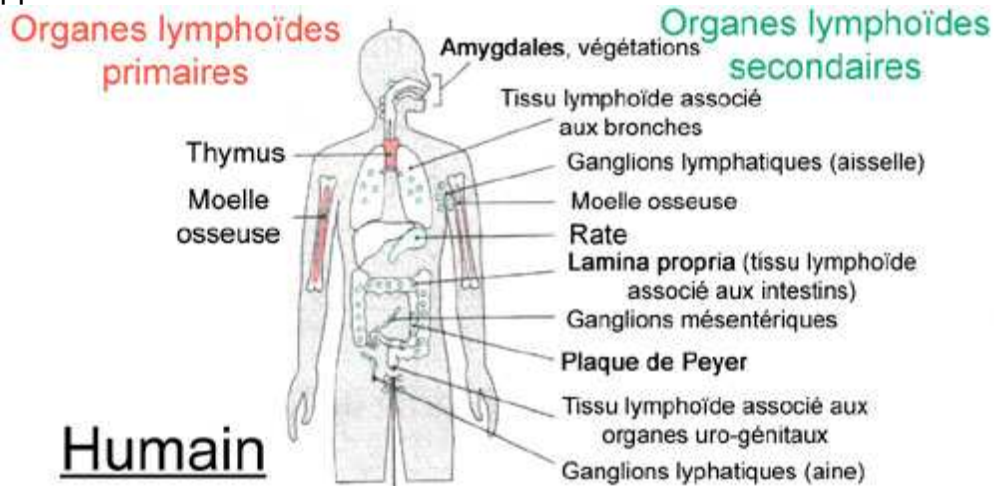
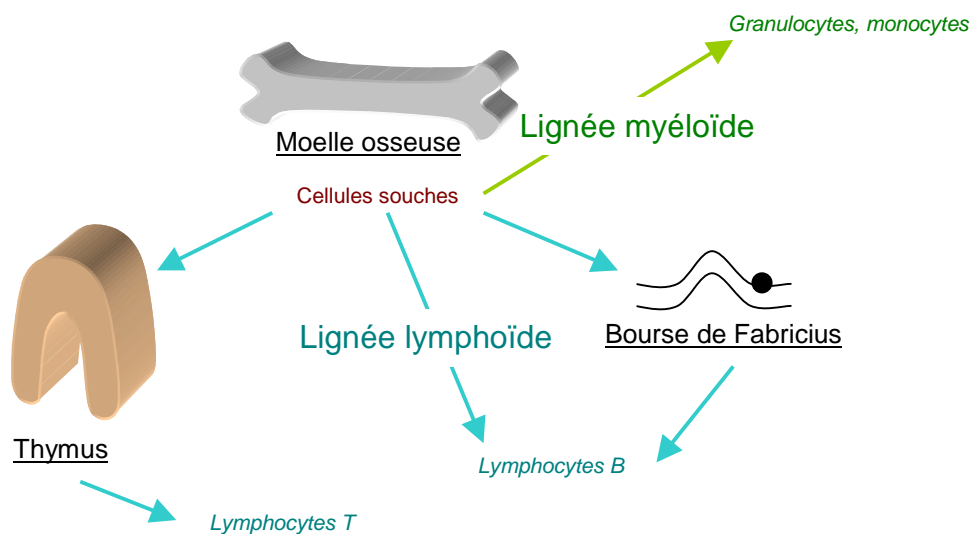


Le système lymphoïde

Ce système est réparti dans l'ensemble de l'organisme. Les cellules et molécules circulent en permanence dans tout l'organisme. Ce système est développé chez les oiseaux et les mammifères.



Il est composé d'une série d'organes qui contiennent un grand nombre de lymphocytes, parmi un réseau de cellules non lymphoïdes. Leurs interactions sont importantes pour le développement des lymphocytes ou pour l'établissement d'une réponse immunitaire.



On distingue : les **organes souches**, qui produisent les cellules immunitaires ; les **organes primaires**, où elles se différencient ; et les **organes secondaires**, où elles résident jusqu'à ce qu'une infection ait lieu et qu'elles se différencient une dernière fois.

I Organes souches

Au cours du développement embryonnaire et fœtal, ce ne sont pas les mêmes organes qui contiennent les cellules souches qui sont à l'origine de toutes les cellules immunitaires. Elles proviennent à l'origine du sac vitellin, puis vont dans le foie et la

rate, pour ensuite atteindre la **moelle osseuse**, l'organe définitif vers 10 semaines de gestation.

Vers 20 semaines, la production de cellules matures ou **hématopoïèse** est exclusivement médullaire. Enfin chez l'*enfant*, tous les os concourent à la formation de cellules sanguines puis, chez l'*adulte*, seuls les os du tronc et du bassin y concourent. Enfin chez les *vieux*, seules les *vertèbres et les os iliaques* restent source de cellules.

II_ Organes lymphoïdes primaires

Ce sont des organes où les lymphocytes arrivent à maturation. Ils acquièrent leurs fonctions immunitaires et apprennent à reconnaître le soi ; c'est un peu "l'école des lymphocytes". Ils se trouvent en dehors des voies de circulation et de pénétration des antigènes.

Ces organes ont plusieurs rôles :

- ➔ La multiplication des cellules souches qui les colonisent
- ➔ La production de lymphocytes reconnaissant les antigènes grâce à l'expression d'un récepteur membranaire (**sélection positive**)
- ➔ L'élimination des lymphocytes dont le récepteur agirait contre les molécules du soi (**sélection négative**)

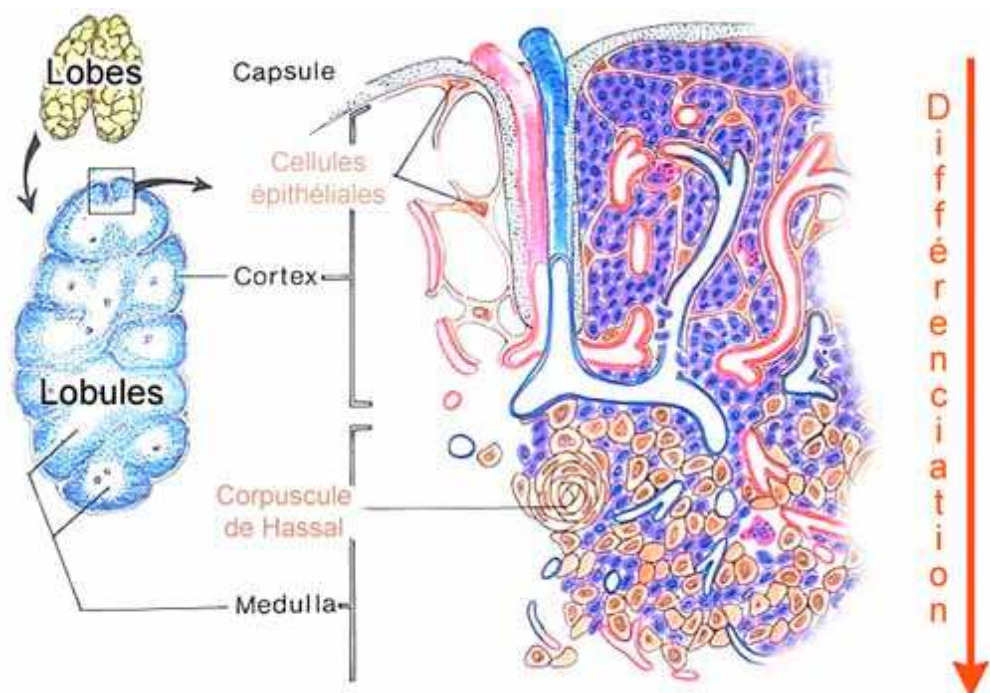
La multiplication des cellules en cours de maturation est indépendante de la présence d'antigènes. Les organes primaires sont :

- Le **thymus**, lieu de maturation des lymphocytes T
- La **moelle osseuse**, lieu de maturation des lymphocytes B chez les *mammifères*
- La **bourse de Fabricius**, lieu de maturation des lymphocytes B chez les *oiseaux*

A. Le thymus

1) Organe

Il est constitué de deux lobes entourés d'une capsule de tissu conjonctif. Chaque lobe est divisé en lobules séparés par des travées conjonctives.



Le thymus régresse avec l'âge à partir de la maturité sexuelle. Il est colonisé par des cellules souches indifférenciées provenant de la moelle osseuse. Celles-ci s'y multiplient et acquièrent les propriétés caractéristiques des lymphocytes T, essentiellement l'expression d'un récepteur d'antigène à leur surface.

La fonction du thymus est de produire un large répertoire de lymphocytes T capables de reconnaître les antigènes et de s'activer.

2) Sélection

Ces cellules sont sélectionnées au cours de leur maturation. D'une part les cellules exprimant un récepteur non fonctionnel sont éliminées, c'est la sélection positive. Ces récepteurs sont reconnus par le fait qu'ils n'assurent pas de communication avec des **cellules présentatrices d'antigènes**. Les cellules ayant un récepteur complémentaire d'une molécule de l'organisme sont éliminées. C'est la sélection négative.

3) Maturation des thymocytes

On distingue la zone corticale où les **thymocytes** (futurs lymphocytes T) sont moins matures et en très grand nombre. Il s'y produit une intense prolifération cellulaire au contact des cellules épithéliales, des **cellules interdigitées** et des macrophages.

Seulement 5% des lymphocytes T sont valides et peuvent ensuite atteindre la zone médullaire. Celle-ci contient des thymocytes plus matures. Ces cellules terminent leur maturation au contact des macrophages et des **cellules dendritiques**.

Finalement, seulement 1% des lymphocytes T matures quittent le thymus par les vaisseaux sanguins pour rejoindre les organes lymphoïdes secondaires, jusqu'à la rencontre spécifique avec leur antigène.

Remarque : On appelle un lymphocyte T mature qui n'a pas encore rencontré son antigène, un lymphocyte T **naïf**, au contraire des lymphocytes T **mémoires**.

B. La bourse de Fabricius

1) Organe

Cet organe ne se trouve que *chez les oiseaux*. Comme pour le thymus, cet organe régresse avec l'âge.

Les tissus sont en continuité avec l'intestin. Le tissu sous-épithélial contient des **follicules lympho-épithéliaux**. Comme pour le thymus, on distingue deux zones : le **cortex** contenant les cellules moins matures et la **medulla** contenant les cellules plus matures.

La fonction du thymus est de produire des lymphocytes B capables de reconnaître les antigènes et de s'activer.

Remarque : *chez les mammifères*, c'est la **moelle osseuse** qui assure la production de lymphocytes B matures.

2) Maturation

Les cellules-souches se multiplient, se différencient en acquérant un récepteur d'antigène puis elles sont sélectionnées.

Environ **10 %** des cellules formées quittent l'organe pour circuler dans l'organisme, dans l'attente de la rencontre de leur antigène.

III_ Organes lymphoïdes secondaires

Ces organes sont colonisés par les lymphocytes T et B matures, qui circulent en permanence dans l'organisme par la lymphe et le sang.

C'est dans ces organes que les lymphocytes rencontrent pour la première fois leur antigène. Il se produit alors une prolifération de ces cellules, qui acquièrent enfin leur capacités fonctionnelles. Les cellules quittent alors l'organisme pour rejoindre la circulation et le lieu de l'infection. Cette réaction spécifique a lieu *en 3 à 5 jours*.

Info : ces organes augmentent en taille lors d'une infection. C'est pour ça que le médecin vérifie si vos amygdales sont gonflées ...

Les organes secondaires sont :

- La **rate**
- Les **ganglions lymphatiques**
- Les **tissus lymphoïdes associés aux muqueuses**, ou MALT (*Mucosa associated Lymphatic Tissues*)

A. La rate

1) Organe

C'est un organe encapsulé, sous l'estomac. Il est organisé en lobules cloisonnés. La rate est un véritable filtre sanguin ; cependant elle n'a aucune connexion avec la lymphe. Sa fonction est d'épurer le sang en éliminant les globules rouges abîmés et d'assurer la rencontre de l'antigène avec les lymphocytes B et T.

On distingue deux zones principales dans la rate :

- ➔ La **pulpe rouge**, lieu de destruction des globules rouges
- ➔ La **pulpe blanche**, lieu de rencontre des antigènes avec les lymphocytes

La pulpe blanche se situe autour des artérioles. Elle est constituée de manchons de lymphocytes T et de follicules contenant surtout des lymphocytes B, appelés **corpuscules de Malpighi**.

2) Rencontre avec un antigène

Lorsqu'un un antigène pénètre dans la rate, les lymphocytes deviennent activés et entrent alors en prolifération, puis se différencient pour devenir des cellules effectrices. Les anticorps produits par les plasmocytes quittent la rate par la voie sanguine.

Les follicules jusqu'ici au repos se développent. On dit que de *follicules primaires* ils deviennent des *follicules secondaires*. Ils contiennent alors des **centres germinatifs** où a lieu une intense prolifération, avec au centre des **lymphoblastes** (ou grands lymphocytes).

La rate joue donc un rôle très important dans la réponse immunitaire spécifique de l'organisme.

B. Les ganglions lymphatiques

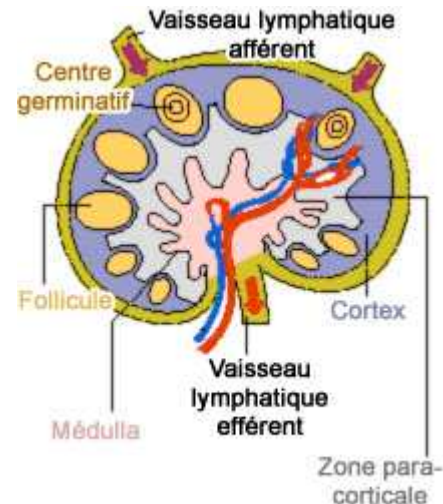
Ces organes sont encapsulés et situés le long des vaisseaux lymphatiques. Ces vaisseaux conduisent la **lymphe** formée dans les espaces intercellulaires vers les ganglions.

Ils peuvent apporter des antigènes provenant de sites d'infection vers les ganglions les plus proches. La lymphe quitte les ganglions par les vaisseaux efférents en apportant le produit de l'activation de la réponse immunitaire spécifique.

Les ganglions agissent ainsi comme des filtres pour la lymphe, permettant de déclencher une réponse immunitaire spécifique en activant des cellules présentatrices d'antigène.

On distingue trois zones fonctionnelles :

- ➔ Le **cortex sous-capsulaire** qui contient des **lymphocytes B** organisés en **follicules** primaires ou secondaires associés aux cellules dendritiques, qui sont des **cellules présentatrices d'antigène**.
- ➔ La **zone para-corticale** qui contient des **lymphocytes B et des macrophages** qui sont aussi des **cellules présentatrices d'antigène**.
- ➔ La **zone médullaire**, structurée en cordons ; elle contient des **lymphocytes B et T, des macrophages et des plasmocytes**.



C. Tissu lymphoïde associé aux muqueuses (MALT)

Il s'agit de tissus non-encapsulés (sauf les **amygdales**) présents dans divers organes. On distingue :

- ceux associés à l'appareil digestif, la plus grande muqueuse du corps (et donc la plus exposée), qui forment les **plaques de Peyer**. Ce sont une dizaines d'îlots lymphoïdes disséminés le long de l'intérieur de l'intestin grêle.
- ceux associés à l'appareil respiratoire
- ceux associés à l'appareil uro-génital

On trouve de nombreux lymphocytes T et B isolés dans les différents systèmes lymphoïdes qui permettent ainsi de protéger l'organisme dans son intégralité.

IV Circulation des lymphocytes

Les lymphocytes circulent dans l'organisme grâce aux vaisseaux sanguins et aux vaisseaux lymphatiques. Les cellules-souches, ainsi que les lymphocytes B, se trouvent dans la moelle osseuse puis passent dans le sang. Des cellules-souches peuvent quitter la moelle osseuse pour rejoindre le thymus et se différencier en lymphocytes T. Les lymphocytes B et T matures peuvent entrer dans la rate (par le sang) mais aussi dans les ganglions lymphatiques ou les tissus associés aux muqueuses grâce aux vaisseaux sanguins et lymphatiques.

Ces cellules, une fois activées, peuvent quitter les ganglions par les vaisseaux lymphatiques et rejoindre la circulation sanguine. 1 à 2 % de la population totale des lymphocytes est en circulation permanente. Cette circulation permet aux lymphocytes, chacun spécifique d'un antigène, d'augmenter ses chances de rencontre avec celui-ci, où qu'il se trouve dans l'organisme.