

UNIVERSITÉ DE CONSTANTINE 1
INSTITUT DES SCIENCES VÉTÉRINAIRES

Histologie spéciale

LE SYSTÈME IMMUNITAIRE

PLAN

Introduction

Généralité sur le système immunitaire

Les organes lymphoïdes

Le thymus

La rate

Les ganglions lymphatiques

Les tissus lymphoïdes associés aux muqueuse

Les bourses de Fabricius

La moelle osseuse



Introduction:

Introduction:

- Tous les tissus vivants sont soumis à de constantes menaces d'invasion par des organismes producteurs de maladies (agents pathogènes). En conséquence, trois principales lignes de défense se sont développées dans l'organisme :
- Des mécanismes de protection superficielle;
- Des défenses tissulaires non spécifiques;
- Des réponses immunitaires spécifiques.

Introduction:

- ❖ Mécanismes de protection superficielle:

Ils représentent chez l'homme une première ligne de défense(ex. peau, surfaces séromuqueuses du corps).

- ❖ Défenses tissulaires non spécifiques:

Les lésions tissulaires induisent habituellement une réponse non spécifique appelée inflammation, destinée à débarrasser l'organisme des tissus morts et des corps étrangers, à remplacer la perte tissulaire par une cicatrice et, dans certains cas, à régénérer un tissu normal.

- ❖ Le système immunitaire:

Le système immunitaire

- Ce système hautement spécifique dépend de la reconnaissance des matériaux exogènes comme étrangers à l'organisme, toute substance étrangère particulière ainsi reconnue étant appelée antigène.
- Ceci aboutit à l'activation du système immunitaire dans le but de neutraliser ou de détruire l'antigène.
- Ce sont les lymphocytes qui ont le rôle central dans la réponse immunitaire.
- Ce processus est hautement spécifique de l'antigène, mais dépend habituellement des cellules phagocytaires du système des monocytes-macrophages pour la présentation de l'antigène aux lymphocytes.

Le système immunitaire

- Les cellules du système immunitaire, particulièrement les lymphocytes, sont disséminées dans tout l'organisme, soit sous forme de cellules isolées, comme les agrégats non encapsulés des tractus gastrointestinal, respiratoire et autres (tissu lymphoïde associé aux muqueuses ou MALT = mucosa-associated lymphoid tissue), soit dans les organes lymphoïdes, à savoir le thymus, les ganglions lymphatiques et la rate.

- La spécificité du système immunitaire peut être entièrement attribuée à la remarquable structure chimique des récepteurs aux antigènes des lymphocytes, à savoir une immunoglobuline de surface (Igs) sur les cellules B et le récepteur lymphocytaire T (TCR = T cell receptor) sur les cellules T.

La réponse immunitaire

Réponse humorale

- Lymphocyte B
- Production des anticorps

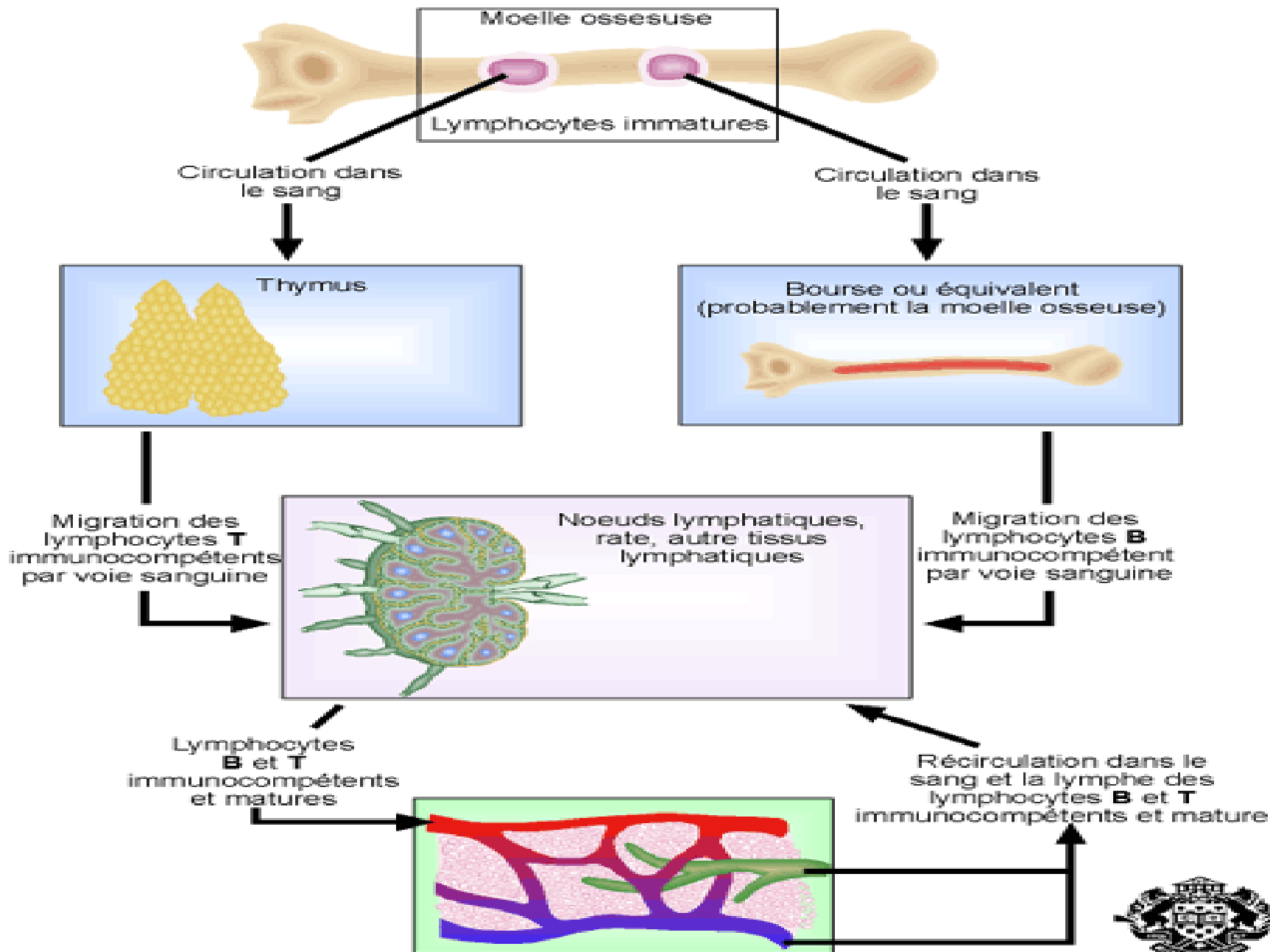


Réponse cellulaire

- Lymphocyte T
- Auxiliaire T4 (CD4)
- Cytotoxique T8 (CD8)

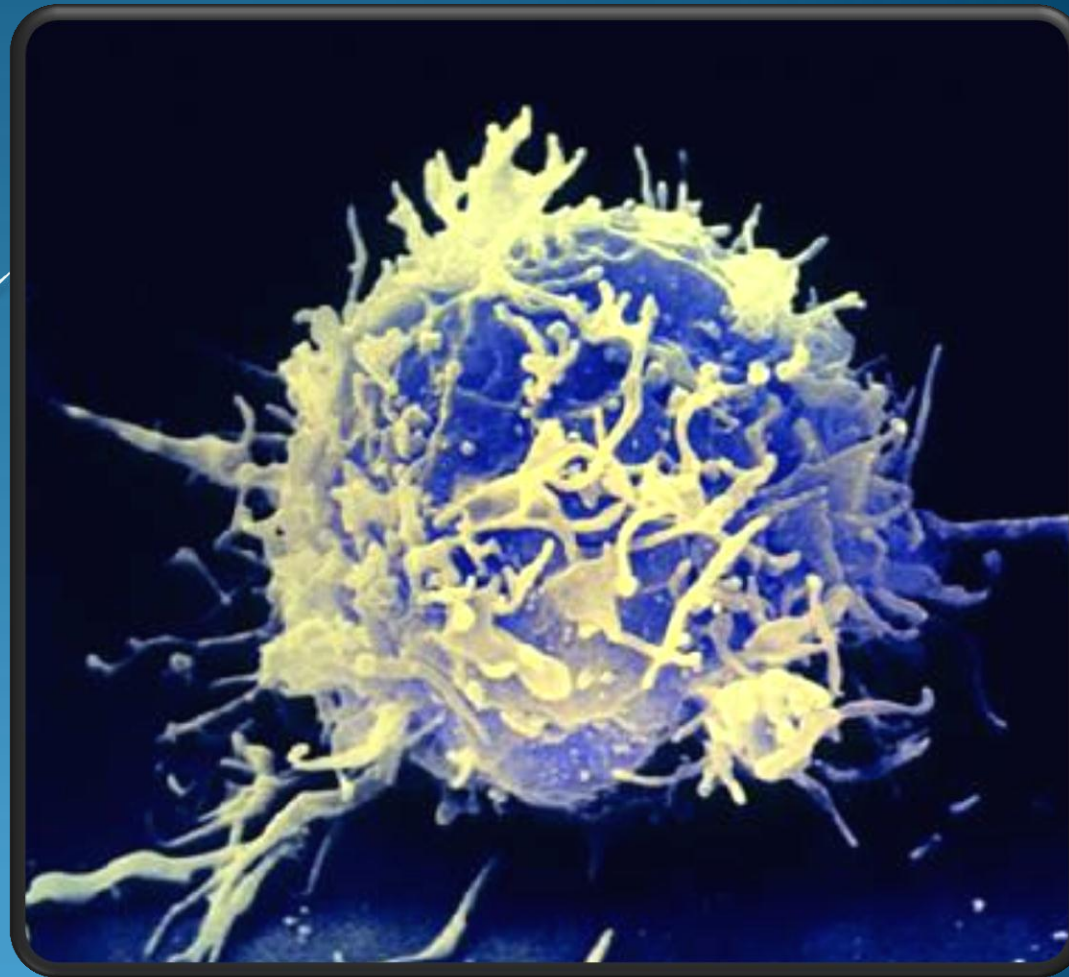


Developpement des lymphocytes



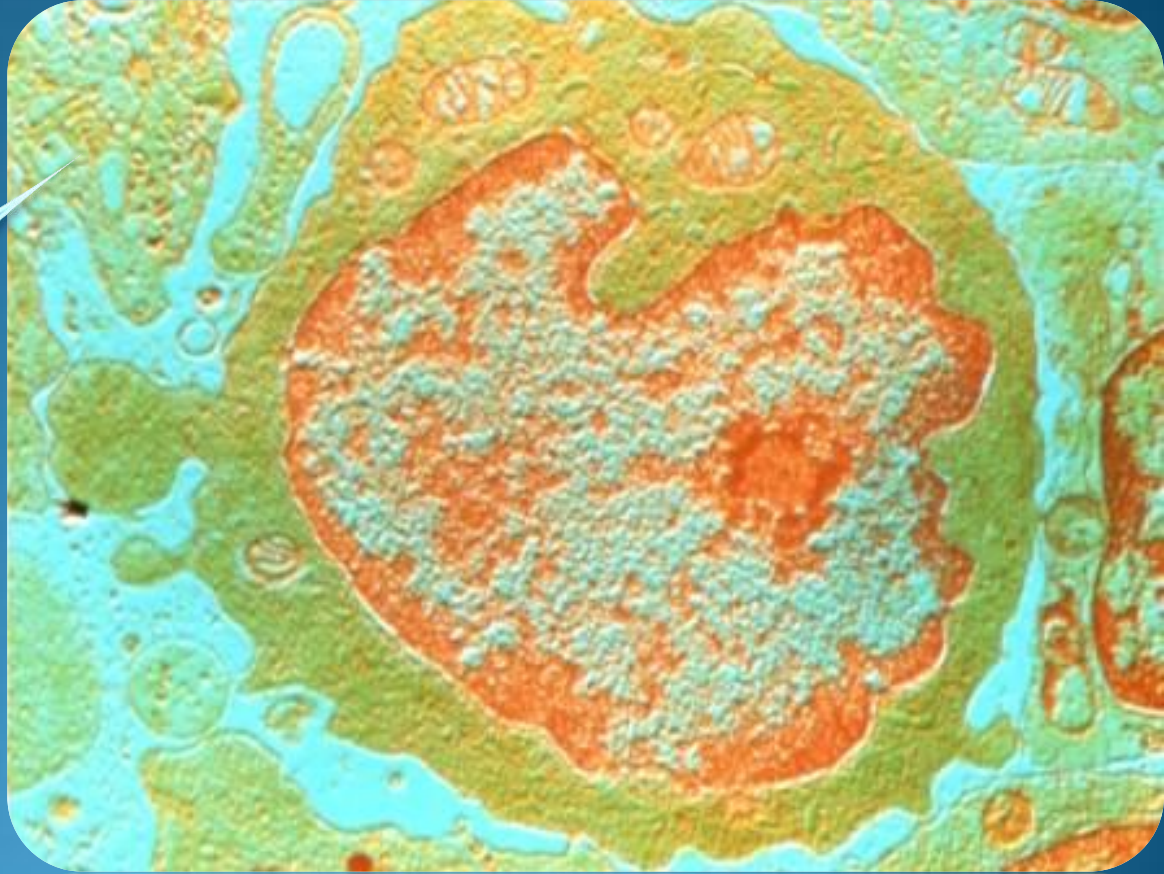
Handwritten signature

**LYMPHOCYTE
T**





**LYMPHOCYTE
B**



LES ORGANES LYMPHOIDES:

Organes Lymphoïdes

Système sanguin
Système Lymphatique

Cellules fixes
Voies de circulation
Organes

Cellules mobiles
Médiateurs
Transport de l'information

Organes Primaires
antigènes -

Organes secondaires
antigènes +

Thymus

Lymphocytes T

Bourses de Fabricius

Lymphocytes B

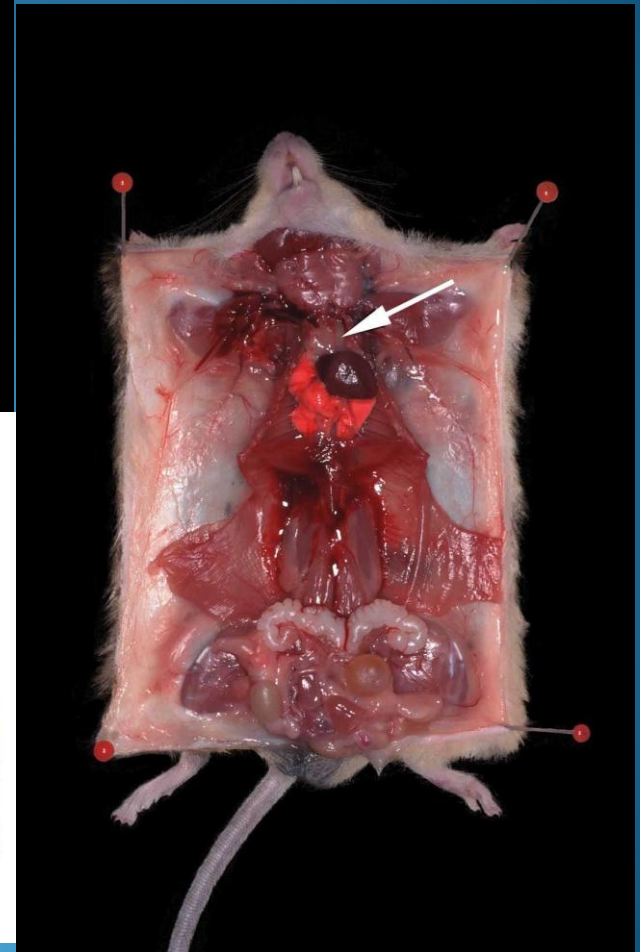
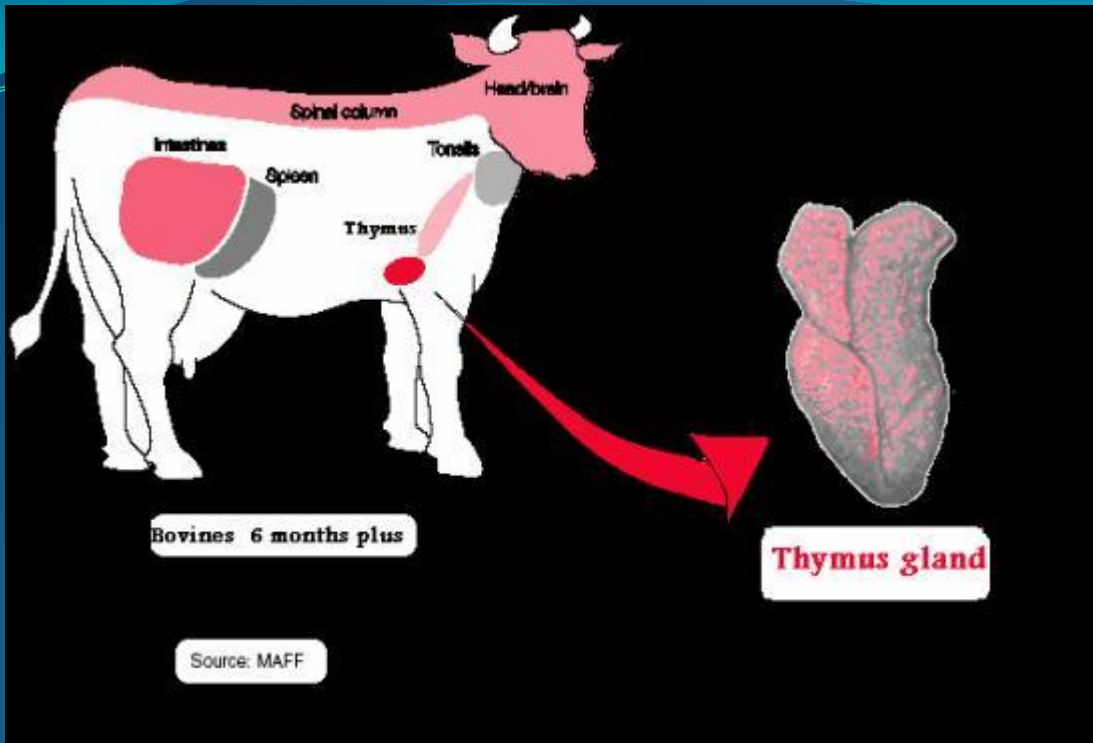
Rate

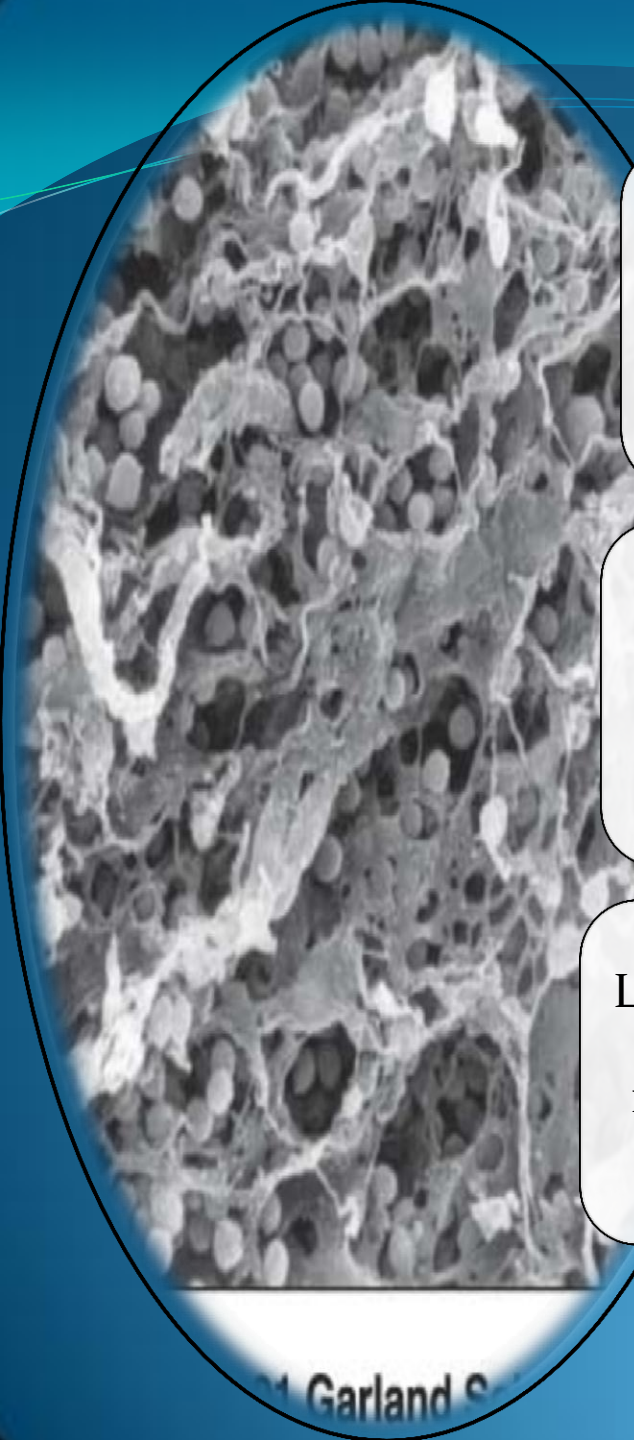
Ganglions

Amygdales

Moelle osseuse

Tissus Lymphoïdes





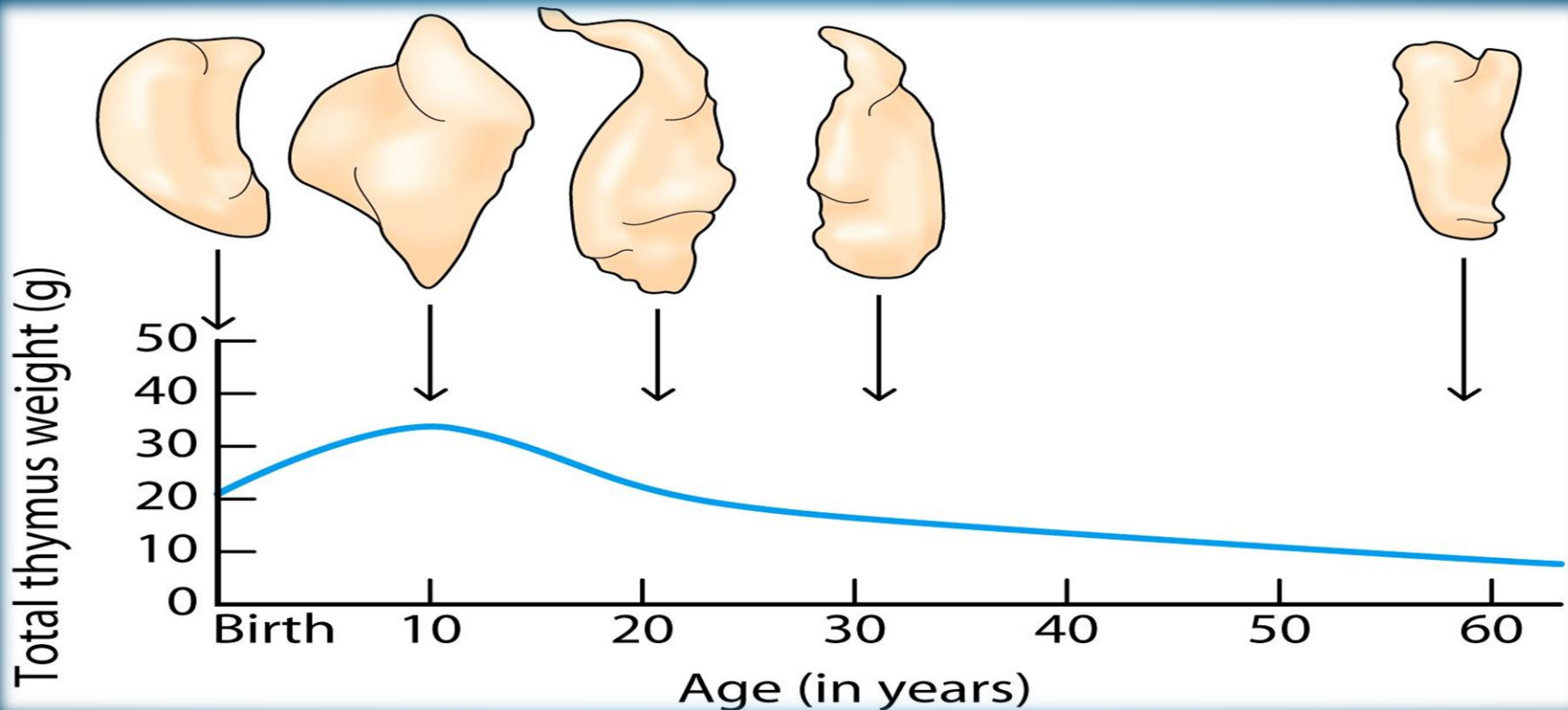
Le thymus est un volumineux organe lymphoïde aplati situé dans la partie antéro-supérieure du médiastin et à la partie basse du cou. Il comporte deux lobes divisés en nombreux petits lobules.

L'épithélium qui le constitue forme une structure spongieuse qui renferme un labyrinthe d'espaces anastomosés. Ceux-ci sont colonisés par des lymphocytes.

Les cellules épithéliales du thymus fournissent non seulement une charpente, elles assurent une fonction de «nourrice» en favorisant la différenciation, la prolifération et la maturation des sous populations cellulaires T.

Involution du thymus

De la naissance à la puberté, le thymus continue à croître, mais ensuite il involue lentement, au point d'être macroscopiquement difficile à différencier, chez le sujet âgé, du tissu fibro-adipeux voisin.



Généralités histologiques:

Capsule



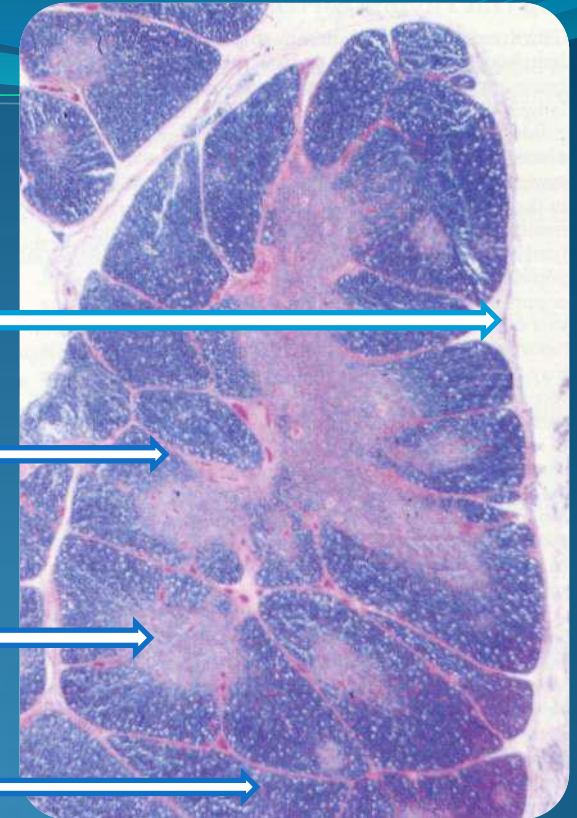
Septa conjonctifs



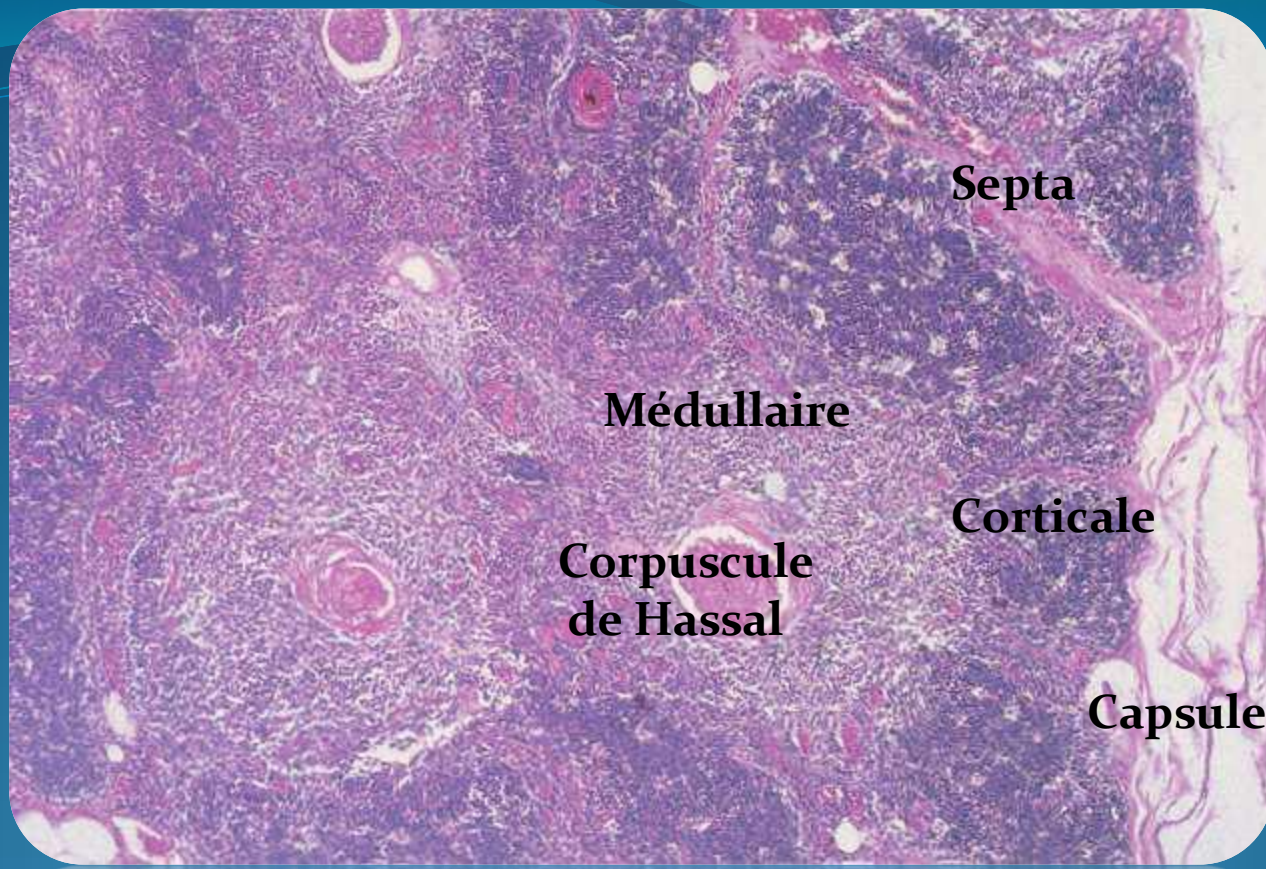
Médullaire



Corticale



Sur cette coupe au faible grossissement, le thymus apparaît très lobulé, entouré par une capsule de tissu conjonctif lâche d'où partent de courts septa contenant les vaisseaux sanguins, pénétrant en profondeur. Le parenchyme thymique est divisé en deux zones distinctes, une couche externe dense, le cortex et une zone interne, faiblement colorée, la médullaire.



La **charpente épithéliale de la médullaire** est relativement grossière et marquée ; ses interstices sont plus petits que dans le cortex et contiennent moins de lymphocytes.

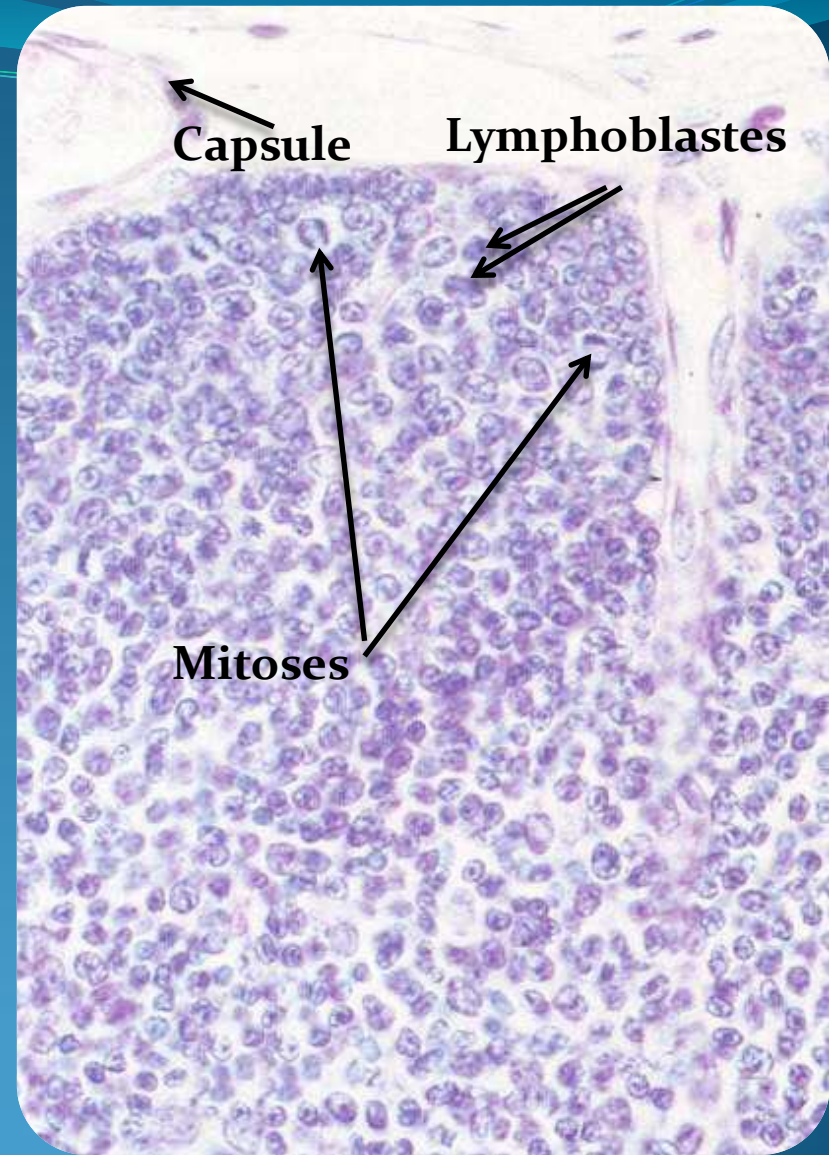
L'éosinophilie de la charpente et la relative rareté en lymphocytes expliquent la coloration rose pâle de la médullaire.

Au centre de la médullaire s'observent des structures lamellaires éosinophiles, appelées **corpuscules de Hassal**, et qui correspondent à des cellules épithéliales dégénératives.

➤ Le cortex thymique est essentiellement peuplé de lymphocytes T, ceux du cortex externe étant plus grands que ceux du cortex profond. Les grands sont des lymphoblastes qui produisent des clones de cellules T de plus petite taille. Celles-ci subissent une maturation au fur et à mesure qu'elles sont repoussées dans le cortex profond vers la médulla.

➤ Ils pénètrent dans les vaisseaux sanguins et lymphatiques pour rejoindre le pool des lymphocytes T circulants et peupler les régions lymphocytaires T des autres organes lymphoïdes.

➤ Il existe également de nombreux macrophages vacuolisés, faiblement colorés, qui absorbent les lymphocytes morts.

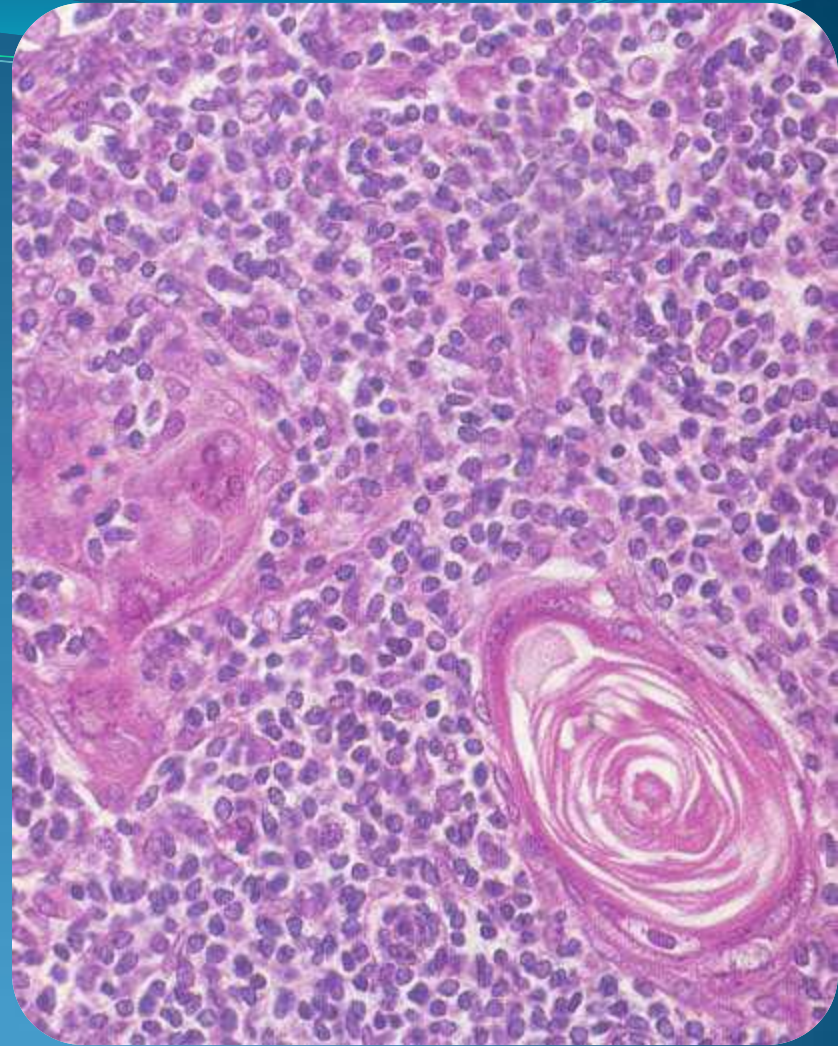


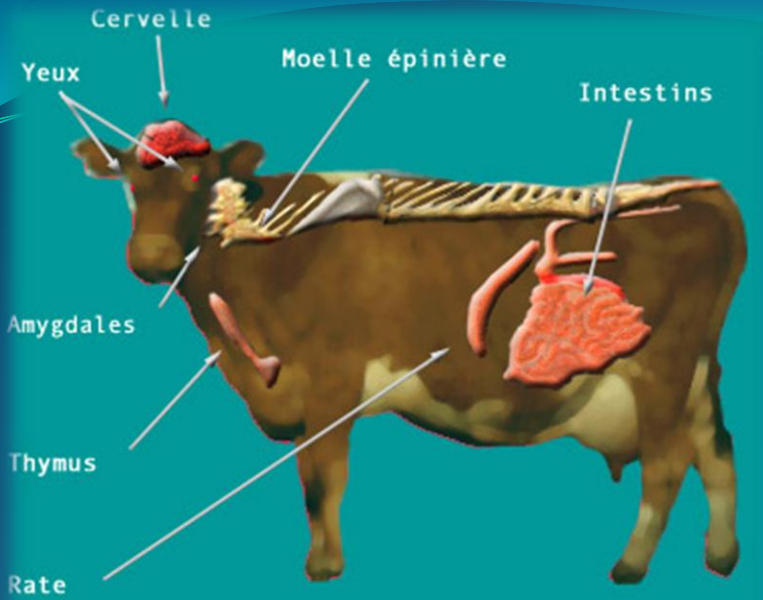
Le caractère dominant de **la médullaire thymique** est la **solide composante épithéliale**, dont les noyaux sont pâles, les cytoplasmes éosinophiles, noyés par les lymphocytes.

Les corpuscules de Hassal, lamellaires et concentriques, sont caractéristiques de la médullaire thymique. Ils apparaissent au cours de la vie fœtale et augmentent en nombre pendant toute la vie.

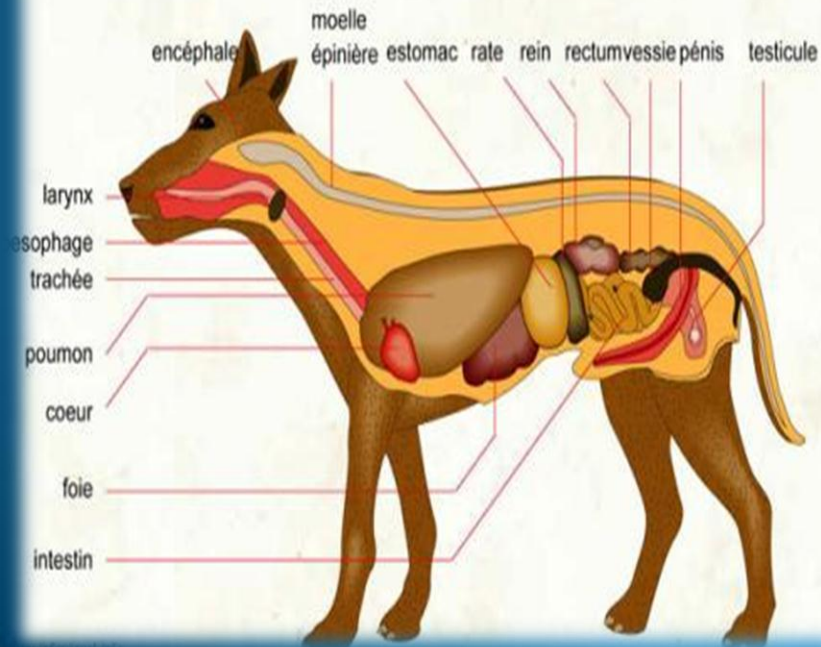
Au début, les corpuscules sont constitués par **une seule cellule** épithéliale médullaire qui grossit puis dégénère.

Ce processus se répète pour les cellules épithéliales voisines, avec la formation de masses lamellaires entourées de cellules dégénérescentes aplaties.

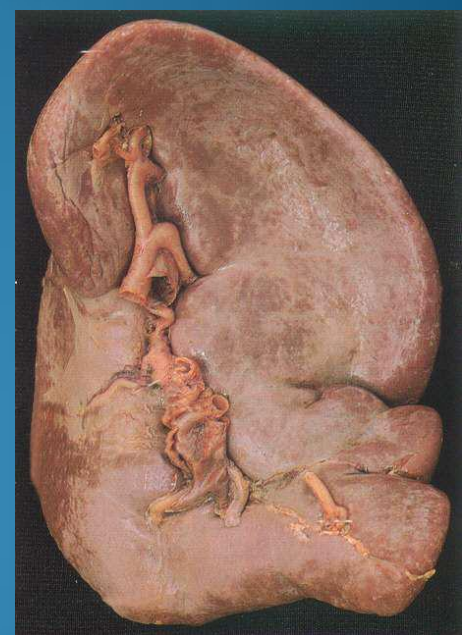
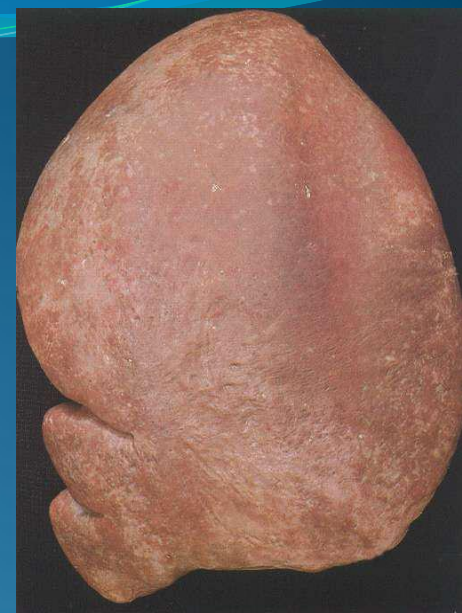


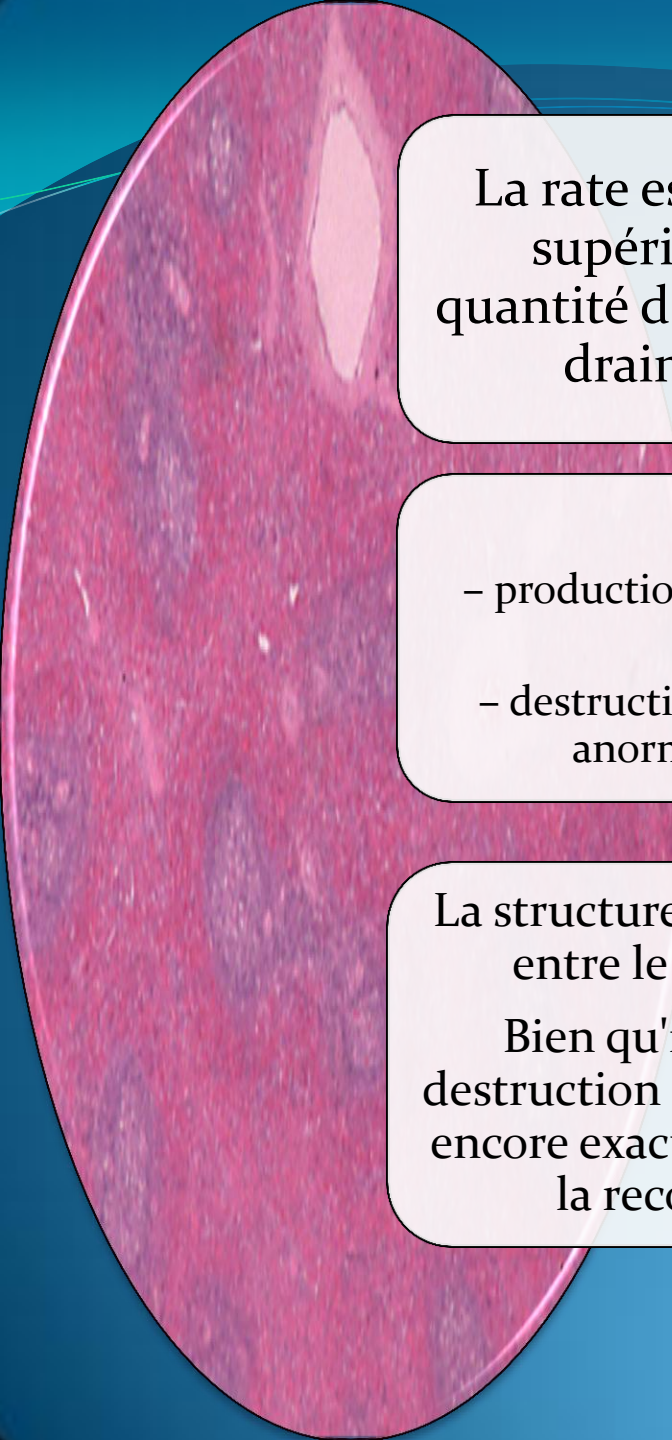


ANATOMIE INTERNE D'UN CHIEN



RATE





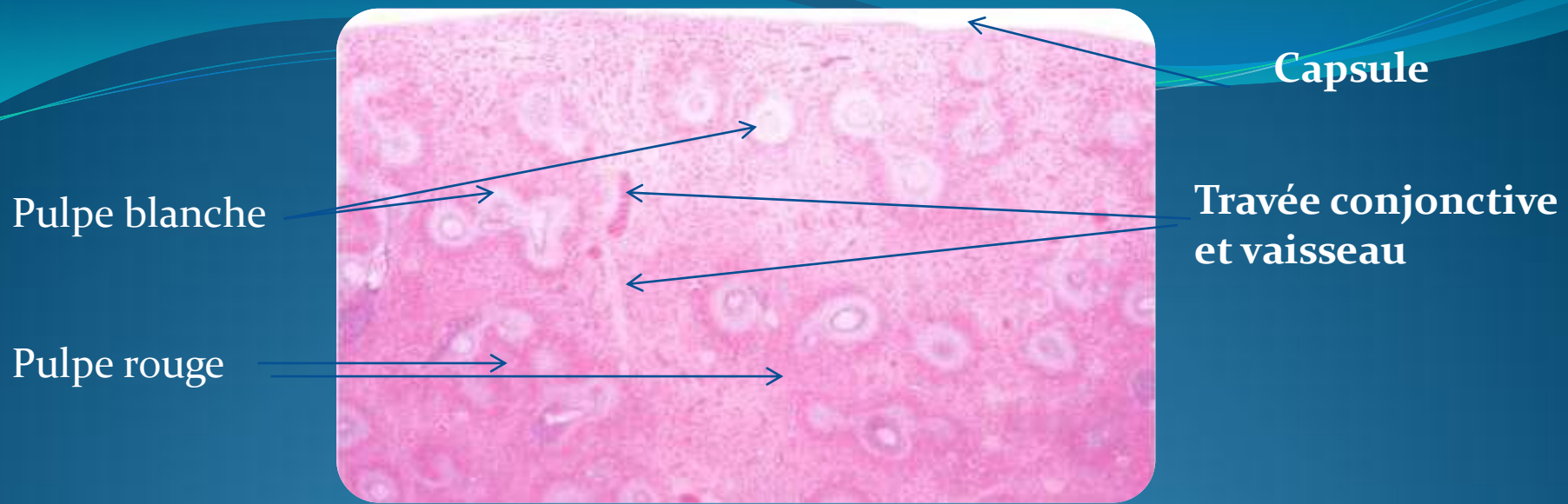
La rate est un organe lymphoïde volumineux situé à la partie supérieure gauche de l'abdomen; elle reçoit une grande quantité de sang par une artère unique, l'artère splénique, et est drainée par la veine splénique dans le système porte.

Chez l'homme, la rate a deux fonctions principales :

- production de réponses immunitaires contre des antigènes véhiculés par le sang.
- destruction de substances particulières et des cellules sanguines âgées ou anormales, en particulier des hématies, à partir de la circulation.

La structure de la rate est prévue pour que des contacts étroits existent entre le sang et les cellules immunologiquement compétentes.

Bien qu'il soit nettement établi que la rate est impliquée dans la destruction des cellules sanguines âgées ou défectueuses, on ne sait pas encore exactement s'il s'agit d'un processus purement mécanique ou si la reconnaissance immunologique joue un rôle important.



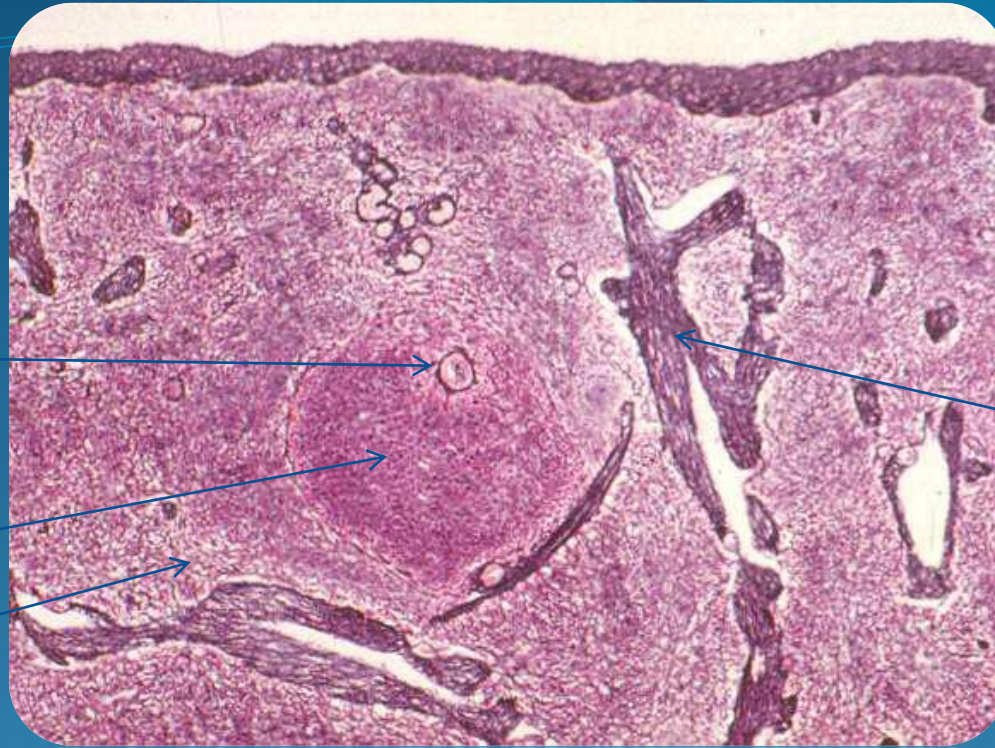
Généralités histologiques:

L'examen macroscopique d'un plan de coupe de la rate montre de petits nodules blanchâtres, appelés pulpe blanche, entourés d'une matrice rouge, la pulpe rouge.

Histologiquement, la pulpe blanche est constituée d'agrégats lymphocytaires et la pulpe rouge constituant l'essentiel de l'organe, est un tissu richement vascularisé.

La rate possède une capsule fibro-élastique mince mais résistante, donnant naissance à de courts septa qui s'étendent dans l'organe.

La capsule s'épaissit dans le hile et est en continuité avec le tissu conjonctif de soutien qui engaine les plus gros vaisseaux pénétrant dans l'organe et le quittant.



Artériole centrale

Travée
conjonctive

Pulpe blanche

Pulpe rouge

Une technique d'argentation permet de mettre en évidence l'architecture **réticulinique** de la rate.

La capsule et les travées constituent une solide charpente qui supporte un fin réseau de fibres de réticuline se ramifiant dans la pulpe rouge.

Le squelette réticulinique est presque **inexistant** dans le centre des nodules de la pulpe blanche mais est bien développé autour d'eux et de l'artériole centrale.

Vascularisation splénique et pulpe rouge

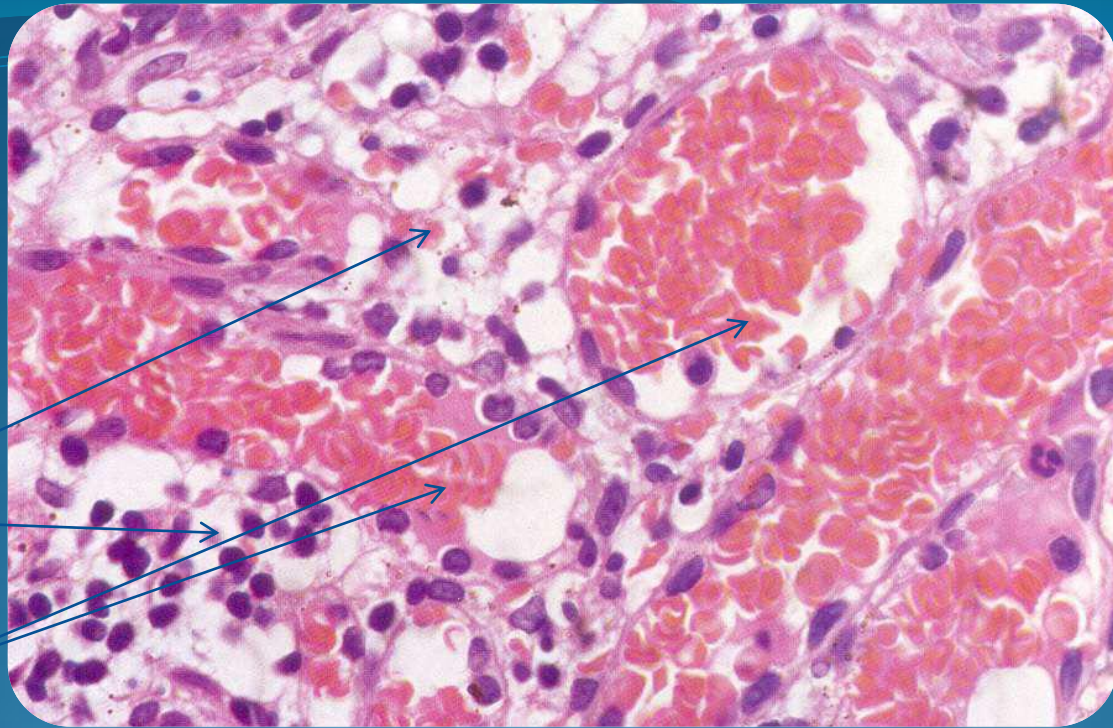
- Les artérioles spléniques se ramifient, à partir des petites artères, en capillaires de la pulpe rouge qui ont un revêtement cellulaire endothélial standard, décrit comme **des capillaires engainés**. Ces derniers se terminent brutalement dans des structures cylindriques de phagocytes mononucléés (**cordons de Billroth**).

Le sang s'écoule depuis les extrémités des capillaires engainés dans le parenchyme splénique proprement dit.

Le parenchyme splénique est parcouru par un réseau interconnecté de sinus qui se drainent dans **des sinus** de plus gros calibre ; ceux-ci à leur tour se jettent dans des affluents **de la veine splénique**, qui rejoint la **veine porte**.

- Les sinus sont bordés de cellules endothéliales aplaties qui reposent sur une membrane basale interrompue par de nombreuses fentes étroites. **Les fibres de réticuline** de cette membrane basale sont disposées de façon circulaire et sont en continuité avec **le réseau réticulinique** au sein du parenchyme.
- Les cellules sanguines qui pénètrent dans le parenchyme, provenant des capillaires engainés, passent en force à travers les parois des sinus pour se drainer, par la veine splénique.

Pulpe rouge



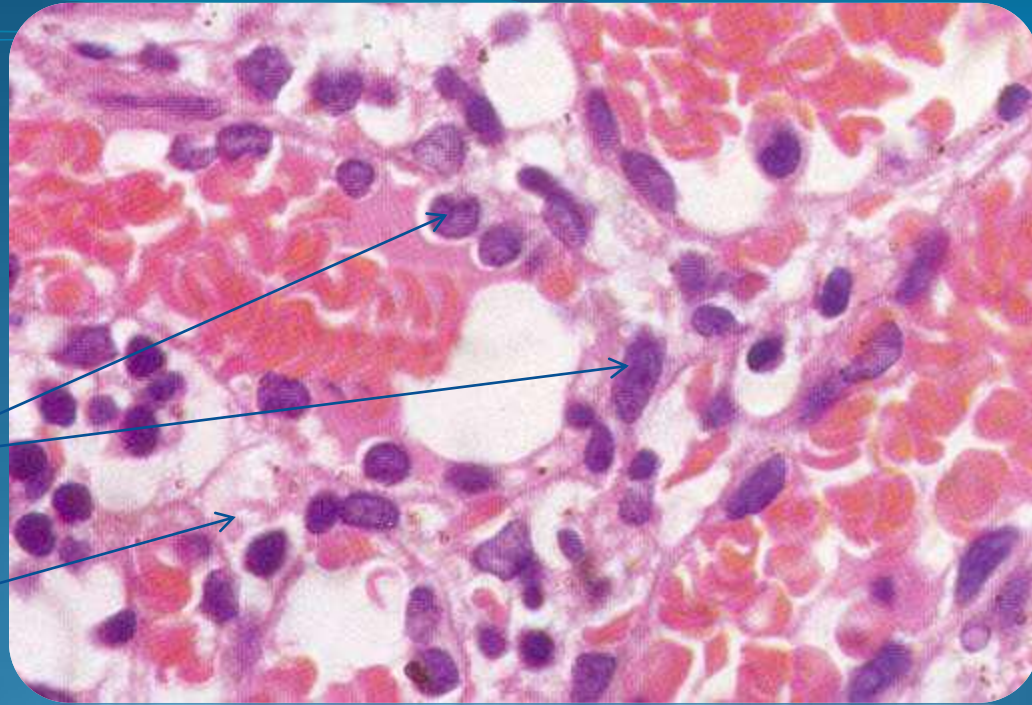
Cordons

Sinus veineux

Vu en coupe au fort grossissement

le tissu parenchymateux (**cordons**) situé entre les sinusoides est beaucoup plus mince que le diamètre de ceux-ci, qui occupent une plus grande surface que le parenchyme. Cependant, dans les trois dimensions de l'espace, le parenchyme représente 70 % du volume et les sinus seulement 30 %.

L'ensemble des sinus et du parenchyme qui les sépare constitue **la pulpe rouge**, dont la structure spatiale est analogue à un fromage de Gruyère, les trous représentant les sinus et le fromage correspondant au parenchyme.



Cellules endothéliales

Cordons de Bilroth

Le parenchyme (appelé cordons de Bilroth) est essentiellement constitué de **capillaires engainés**, composés de cellules phagocytaires mononucléées, d'autres macrophages et de cellules sanguines extravasées. Les cellules phagocytaires sont responsables de la destruction des cellules sanguines âgées ou altérées.

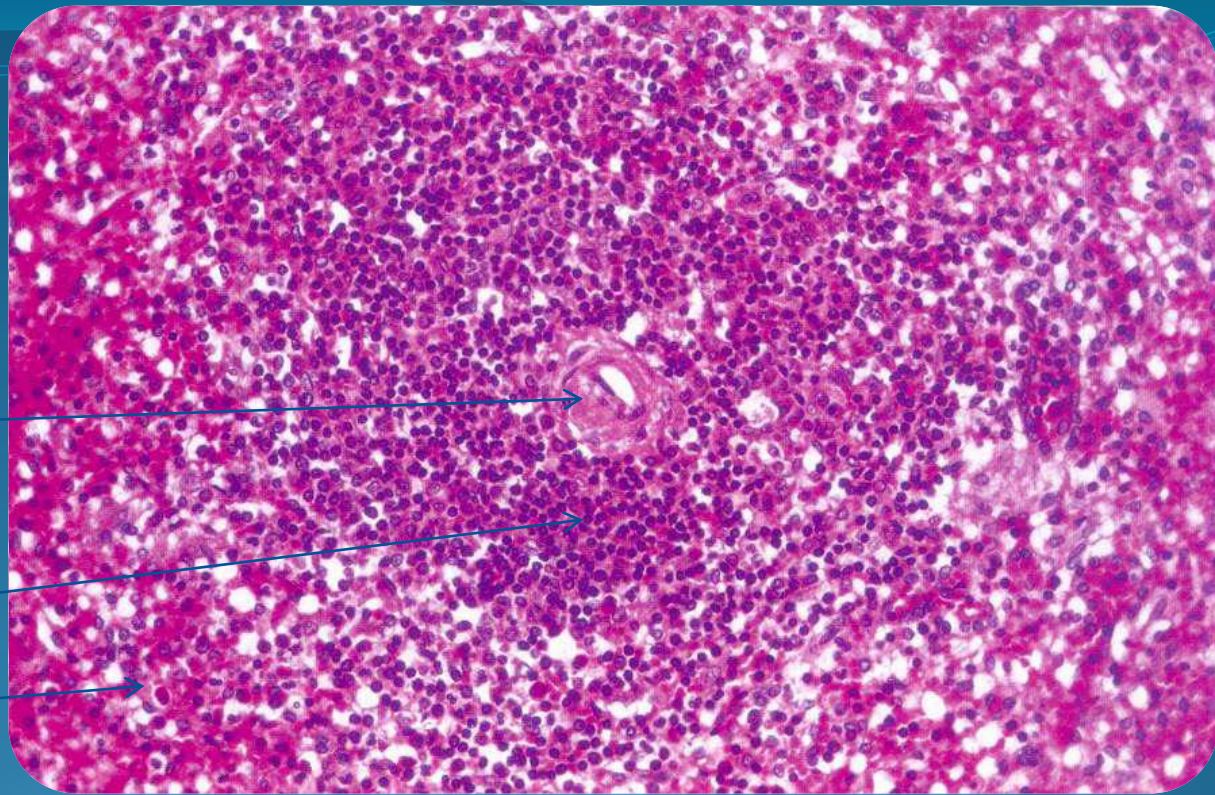
Les sinus veineux sont bordés par des cellules endothéliales très allongées, fusiformes, parallèles aux axes longitudinaux des sinus. Des espaces ou pores existent entre les cellules endothéliales, la membrane basale endothéliale étant discontinue au niveau des pores. Des cellules sanguines peuvent passer en force entre les cellules bordantes, s'ouvrant un passage vers les sinus veineux.

Tissu lymphoïde splénique

Artériole

Zone lymphocytaire T

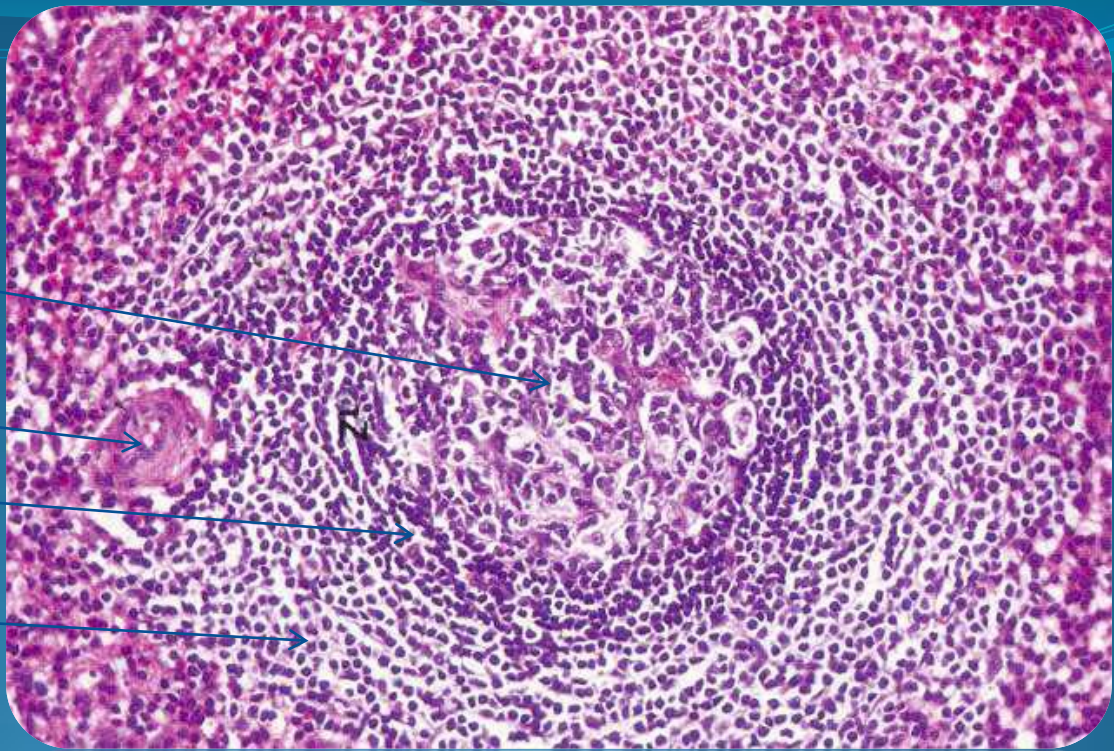
Pulpe rouge



Les amas lymphoïdes spléniques (**pulpe blanche**) sont de deux types, faits de cellules B et de cellules T, représentant ensemble 5 à 20 % de la masse totale de la rate.

Les fonctions de ces secteurs apparaissent respectivement similaires à celles du paracortex et du cortex superficiel des ganglions lymphatiques.

La zone lymphocytaire T, forme de façon caractéristique une masse irrégulière autour d'une artériole et renferme de petits lymphocytes essentiellement de la sous-population T « helper ».



Centre germinatif

Artériole

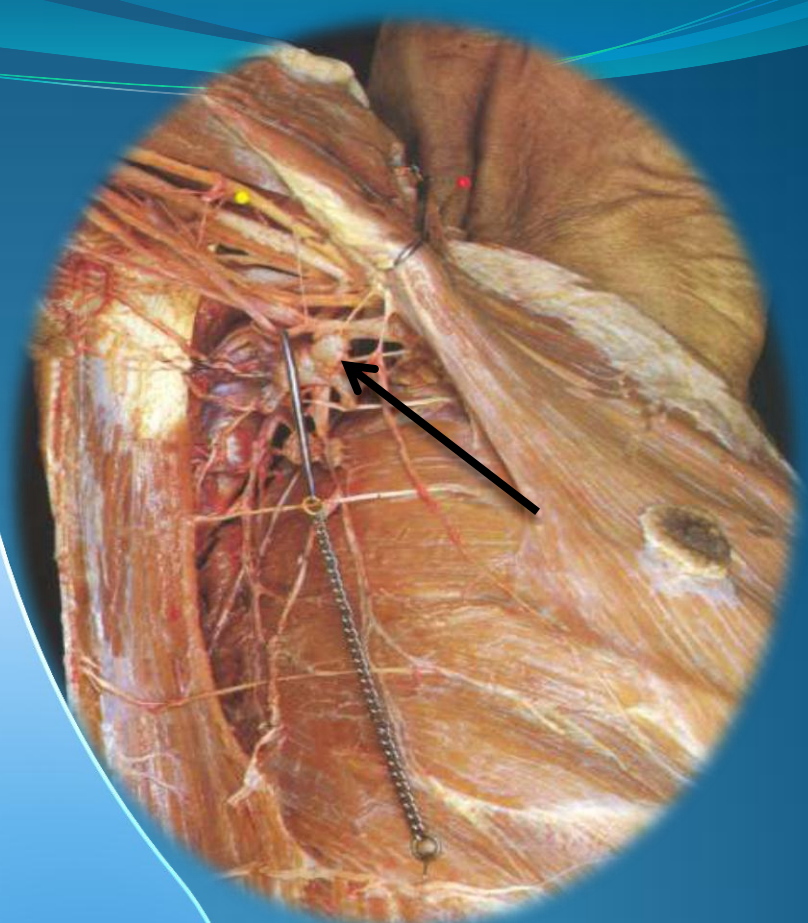
Zone du manteau

Zone marginale


Les cellules B forment des follicules habituellement situés à proximité d'une artériole.

Chez les sujets jeunes, beaucoup de follicules ont des centres germinatifs semblables à ceux des ganglions lymphatiques ; cependant la proportion de follicules à centre germinatif diminue avec l'âge.

A la périphérie du follicule, se trouve une étroite bande de petits lymphocytes, que l'on appelle la zone du manteau (couronne), au-delà de laquelle existe une zone marginale plus large, faite de plus grands lymphocytes, moins tassés.



GANGLION
LYMPHATIQUE



La plus grande majorité des lymphocytes sont situés dans des structures encapsulées, bien organisées, les ganglions lymphatiques qui siègent sur le trajet des gros vaisseaux régionaux du système lymphatique, particulièrement dans les zones où les lymphatiques convergent pour former des troncs plus larges

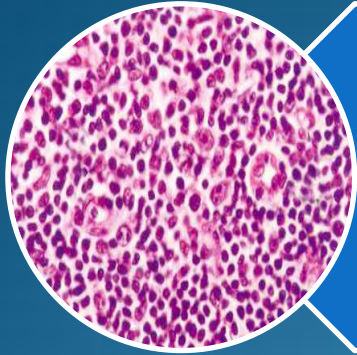
Les ganglions relativement inactifs mesurent seulement quelques mm de long, mais ils peuvent grossir de façon très importante lorsqu'ils sont le siège d'une réponse immunitaire active.

Les ganglions lymphatiques ont quatre fonctions, qui sont étroitement reliées

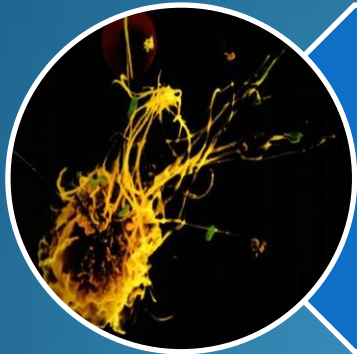
entre elles:

- Filtration non spécifique de substances particulières et de micro organismes, à partir de la lymphe, par activité phagocytaire des macrophages
- Interaction des lymphocytes circulants avec la lymphe qui contient l'antigène
- Agrégation, activation et prolifération des lymphocytes B
- Agrégation, activation et prolifération des lymphocytes T

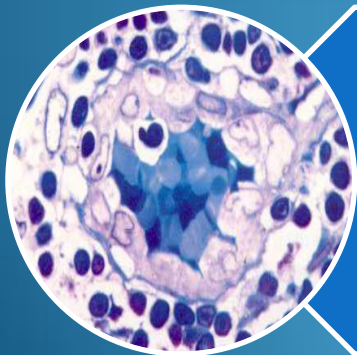
Types cellulaires du ganglion lymphatique



Cellules lymphoïdes, la majorité pénètrent dans le ganglion par voie sanguine, une faible proportion arrivant par le drainage lymphatique des tissus.



Cellules immunitaires accessoires. Il s'agit d'une grande variété de macrophages et d'autres cellules phagocytaires capables de traiter et de présenter les antigènes.



Cellules stromales. Elles comprennent les cellules endothéliales, lymphatiques et vasculaires, ainsi que les fibroblastes responsables de l'élaboration de la charpente supportant le ganglion.

Structure histologique :

Le ganglion lymphatique est encapsulé par un tissu conjonctif dense (**capsule**) d'où partent des travées qui pénètrent plus ou moins loin dans le ganglion.

Les vaisseaux lymphatiques afférents se divisent en plusieurs branches à l'extérieur du ganglion, puis percent la capsule pour se drainer dans un espace étroit, **le sinus sous-capsulaire**, qui s'étend à la partie interne de toute la surface convexe du ganglion.

A partir de là, un labyrinthe de canaux, appelés **sinus corticaux**, traverse la masse cellulaire corticale et se dirige vers la médullaire.

La principale caractéristique de la médullaire est le réseau de larges canaux lymphatiques interconnectés, que l'on désigne sous le nom de **sinus médullaires** et qui convergent vers le hile, dans la concavité du ganglion.

La lymphe se draine, depuis **le hile**, dans un ou plusieurs **vaisseaux lymphatiques efférents**.

Vaisseaux lymphatiques afférents

Capsule

Sinus sous-capsulaire

Sinus corticaux

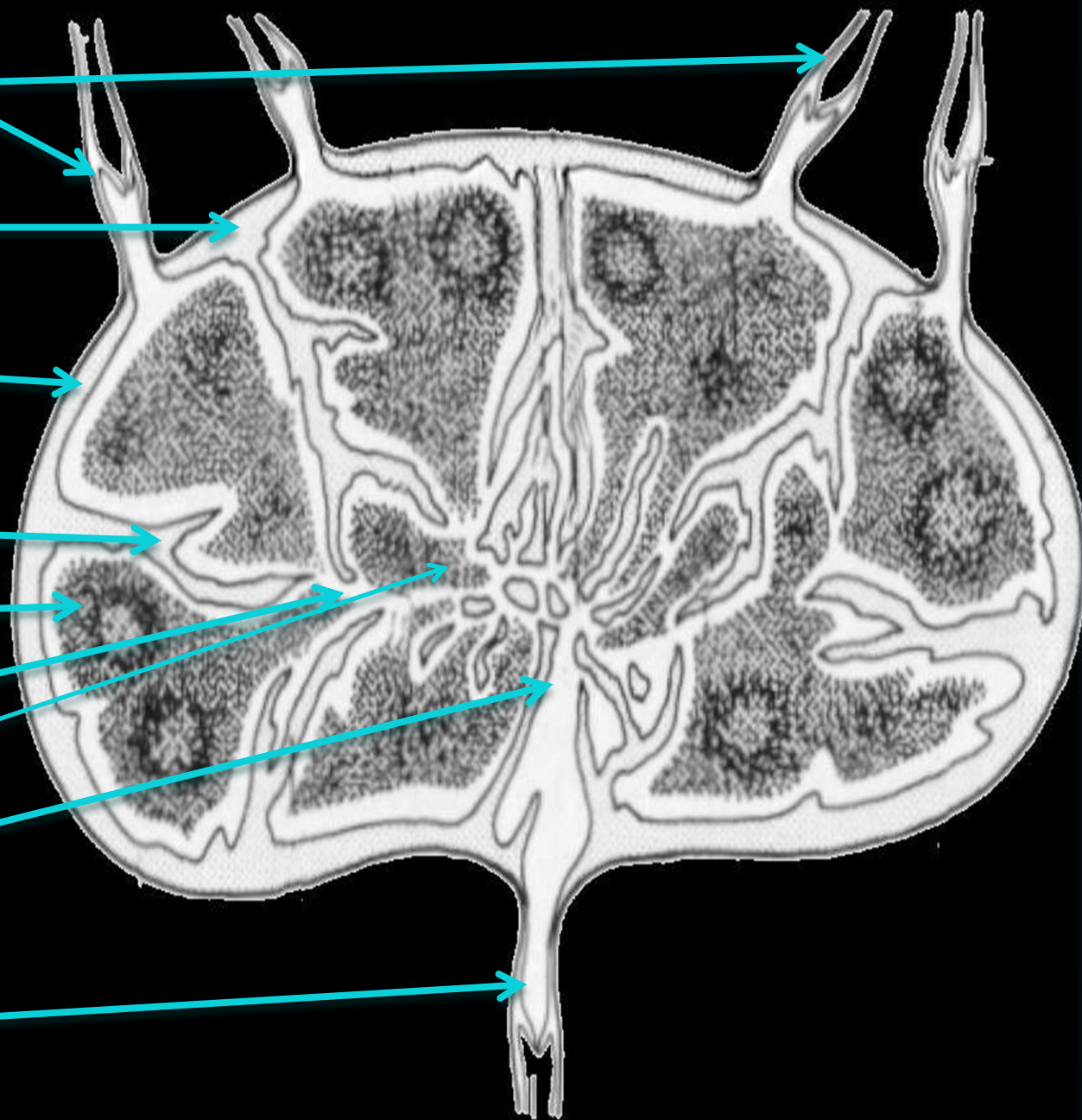
Corticale

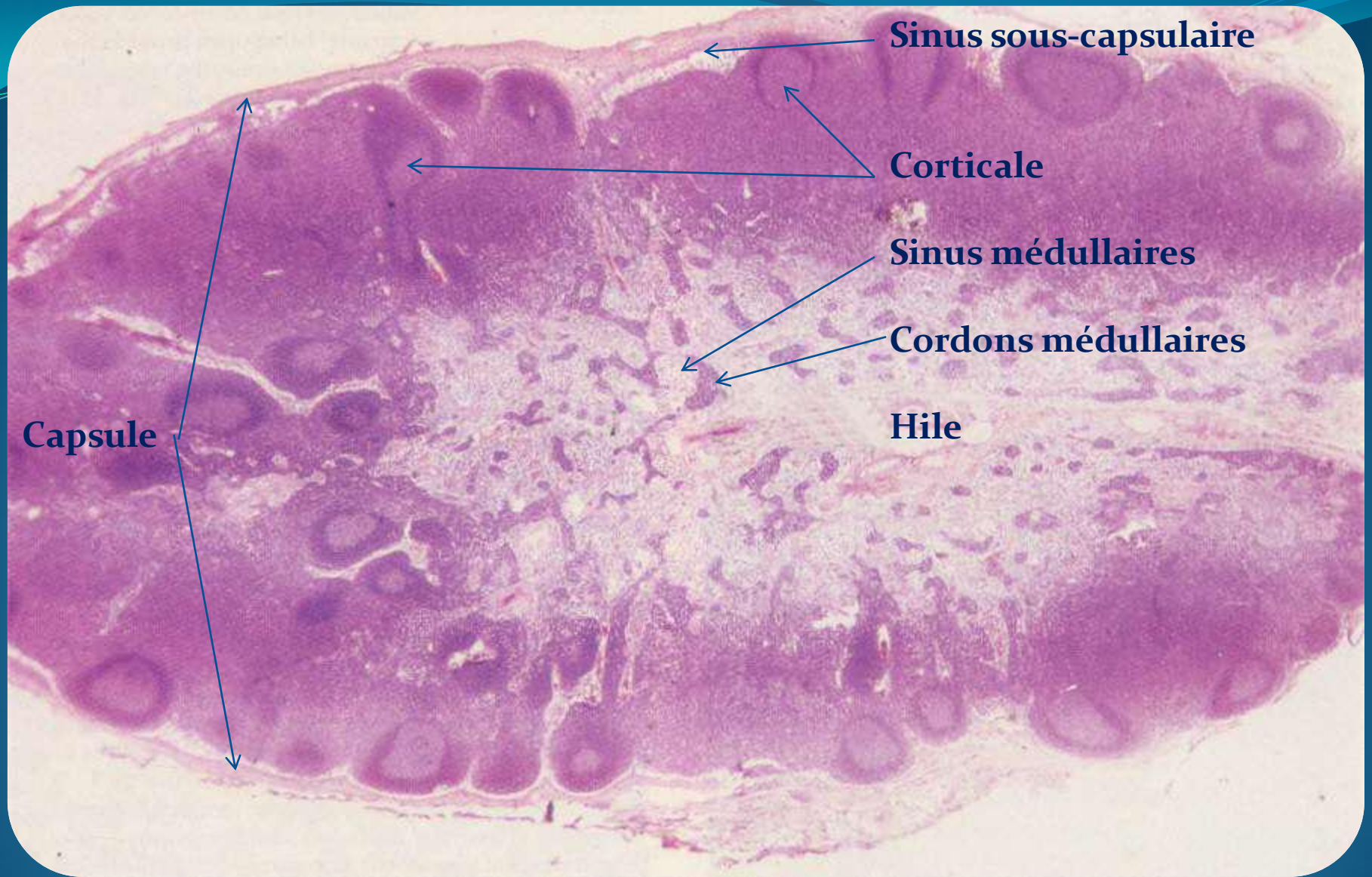
Sinus médullaire

Médullaire

Hile

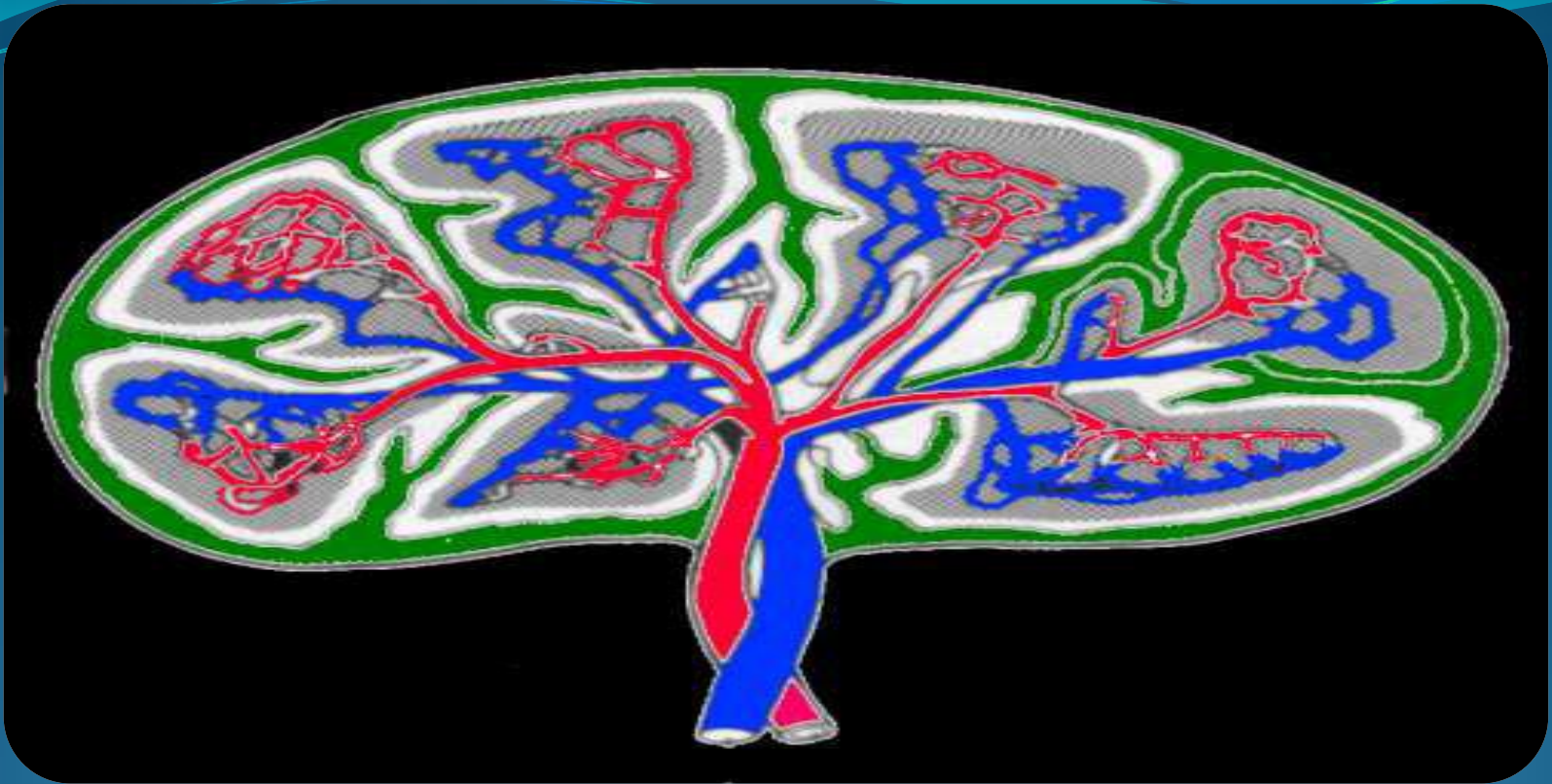
Vaisseau lymphatique efférent





Coupe histologique au faible grossissement.

Vascularisation du ganglion



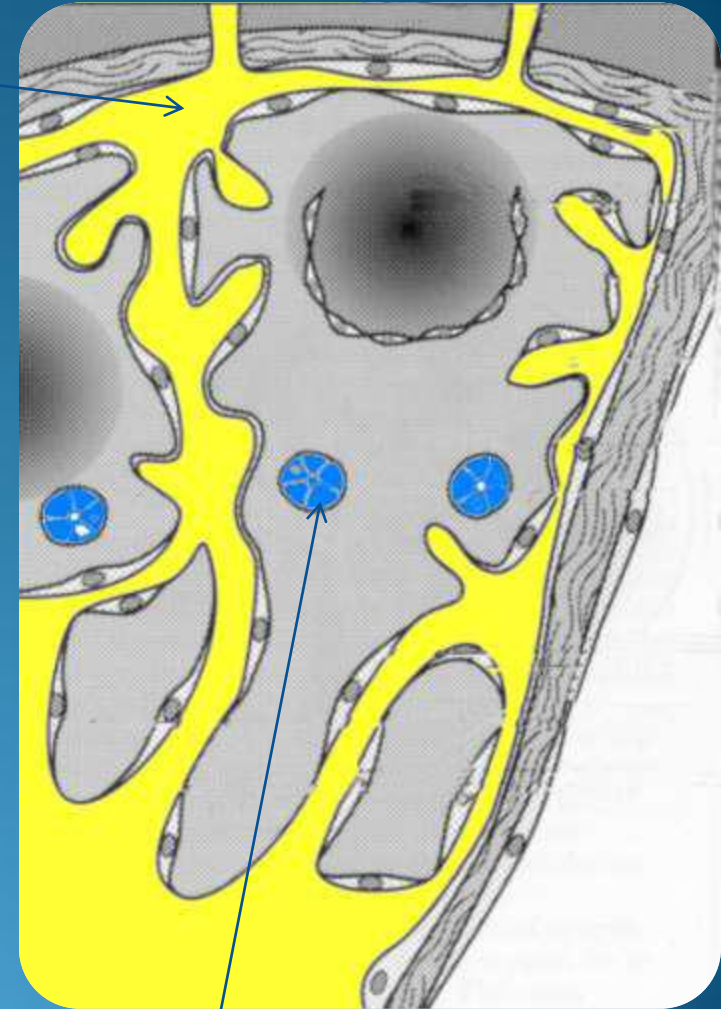
La vascularisation est assurée par une ou plusieurs petites artères qui pénètrent dans le hile et se divisent dans la médullaire, donnant naissance à un riche réseau capillaire correspondant aux follicules corticaux, à la zone paracorticale et aux cordons médullaires.

Les lymphocytes pénètrent dans le ganglion lymphatique principalement par le système artériel et y accèdent en traversant les parois de veinules post-capillaires spécialisées. Ces dernières se drainent dans de petites veines qui quittent le ganglion au niveau du hile.

Compartiments fonctionnels du ganglion lymphatique:

Réseau de sinus lymph.

- 1) Un réseau de sinus lymphatiques bordés par un endothélium lymphatique, en continuité avec la lumière des vaisseaux lymphatiques afférents et efférents.
- 2) Le compartiment vasculaire sanguin représenté par le réseau microveinulaire du ganglion ; ses veinules à endothélium haut, spécialisées, sont le site d'entrée des lymphocytes circulants dans le ganglion, situés dans le paracortex.

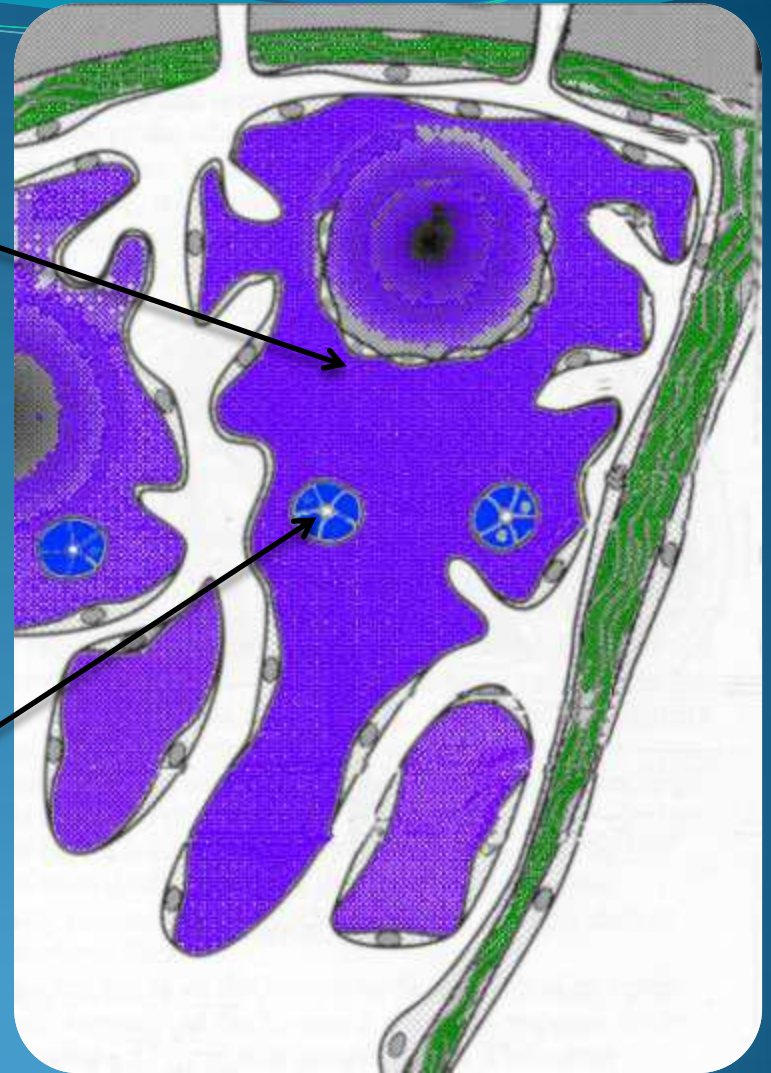


Veinules

Compartiments fonctionnels du ganglion lymphatique:

3) Le compartiment interstitiel dans lequel passent les lymphocytes circulants en quête d'antigène ; les lymphocytes qui ne reconnaissent pas d'antigène quittent le ganglion en quelques heures par le compartiment lymphatique et la lymphe efférente pour rejoindre la circulation générale par le canal thoracique. Ce compartiment est formé du cortex, paracortex et la médullaire.

- Les endothéliums lymphatiques et vasculaires définissent ainsi les limites des trois compartiments et contrôlent le passage des cellules et des molécules entre les différents compartiments.



Répartition lymphocytaire ganglionnaire

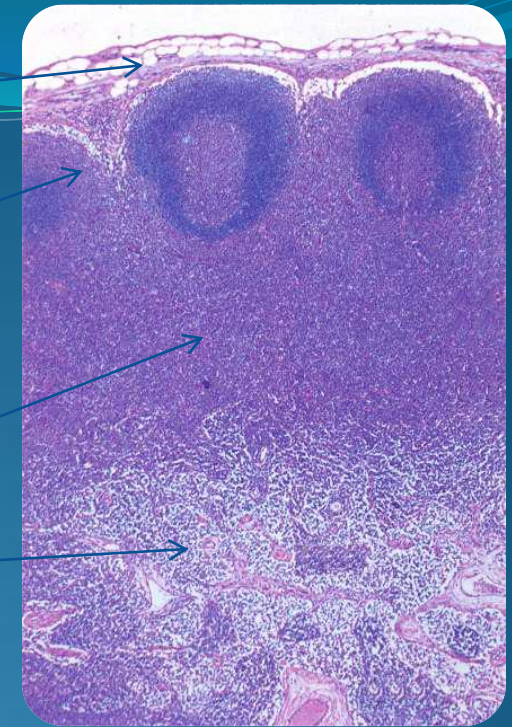


Capsule

Cortex

Paracortex

Médullaire

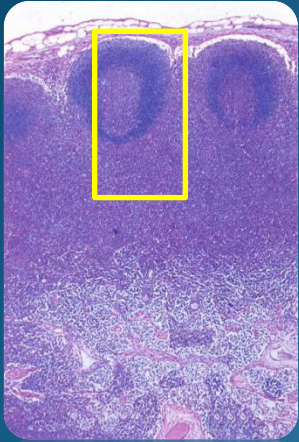


Les lymphocytes du **cortex superficiel** sont essentiellement disposés en **follicules lymphoïdes** sphériques ; ceux-ci sont les principaux sites de localisation et de prolifération des lymphocytes B. Traditionnellement, on classe les follicules lymphoïdes en «**follicules primaires**», s'ils ne comportent pas de centre clair, et en «follicules secondaires», s'ils en comportent un. Les centres clairs sont le lieu de prolifération des lymphocytes B et sont appelés **centres germinatifs**.

Les follicules «primaires» pourraient représenter des follicules « **secondaires** » au repos.

- La zone corticale profonde ou **paracortex**, est essentiellement constituée de lymphocytes T qui ne sont jamais groupés sous forme de follicules.
- Les cordons médullaires contiennent essentiellement les lymphocytes B et les plasmocytes impliqués dans la synthèse des immunoglobulines.

Tissu de soutien du ganglion



Capsule

Sinus sous-cap.

Travée

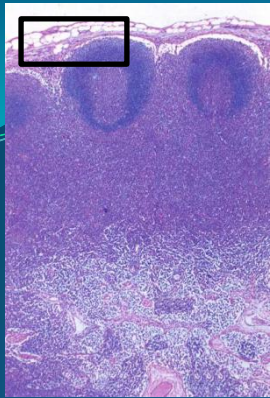
Follicules



La charpente du ganglion est constituée par la capsule de collagène et les travées fibreuses qui en naissent. A partir de celles-ci, un fin réseau de fibres de réticuline disposé dans tout le ganglion procure une fine trame à l'énorme quantité de lymphocytes.

Le réseau de fibres de réticuline est particulièrement dense dans le cortex, excepté dans les zones folliculaires.

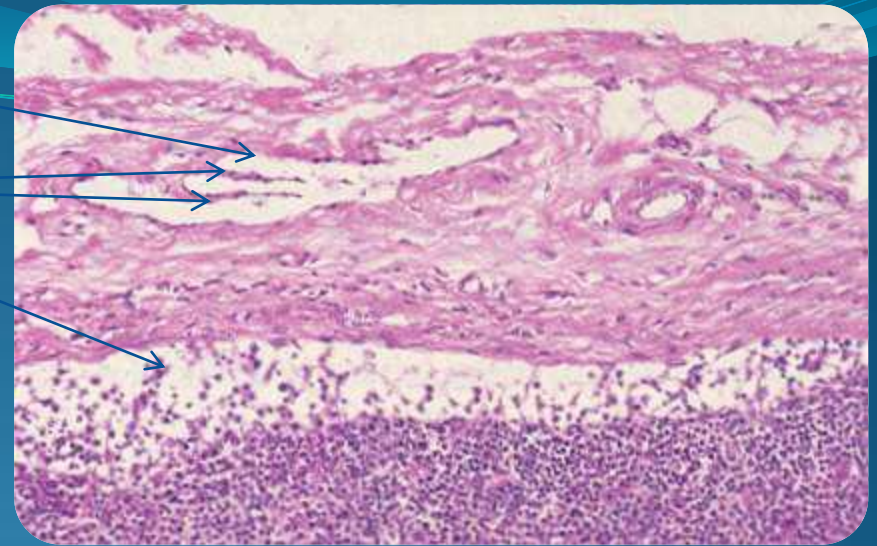
La charpente réticulinique et le collagène de la capsule et des travées sont élaborés par des fibroblastes.



Lymphatique afférent

Valvules

Sinus sous-capsulaire



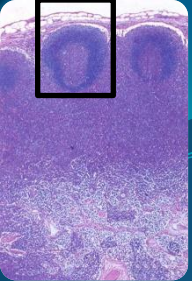
Capsule et sinus sous-capsulaire

La capsule fibreuse du ganglion est perforée par les branches des vaisseaux lymphatiques afférents, pourvus de valvules qui assurent la circulation dans un seul sens.

Sous la capsule se trouve le sinus sous-capsulaire, qui se draine vers la médullaire par les sinus corticaux.

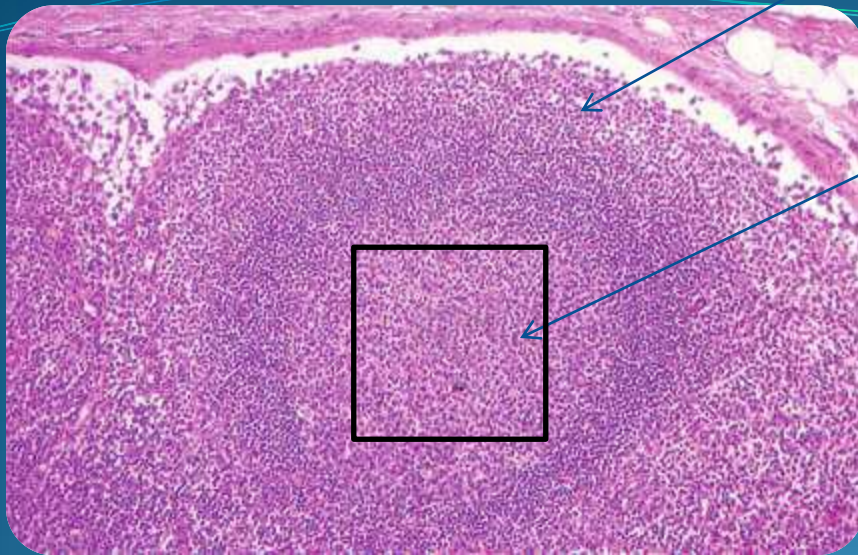
Les sinus des ganglions lymphatiques sont traversés par de fines bandes de réticuline, qui sont recouvertes par des cellules endothéliales, et fournissent un support pour les grands macrophages. Ceux-ci absorbent les particules, les antigènes solubles et autres débris provenant de la lymphe afférente.

Les lymphocytes du cortex peuvent également prélever l'antigène directement lorsqu'il traverse le ganglion.

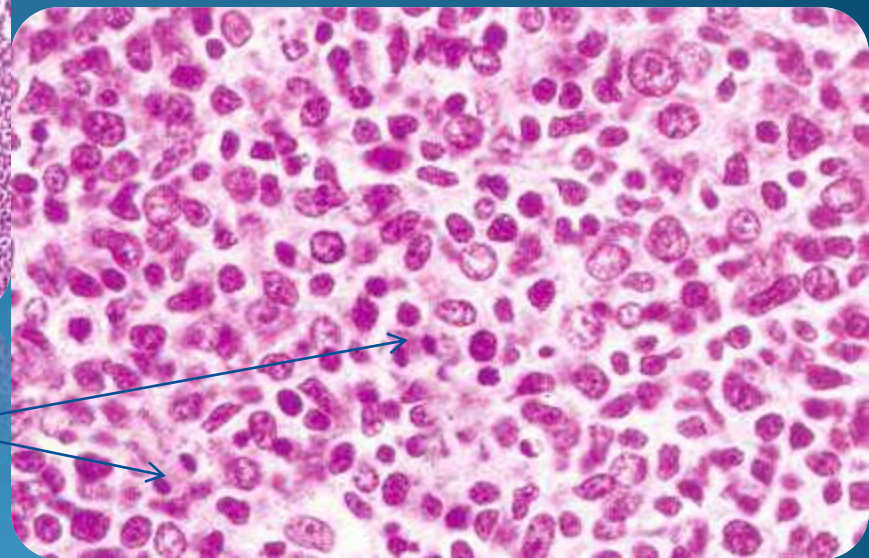


Follicule lymphoïde et centre germinatif

Couronne Lymphocytaire



Centre germinatif

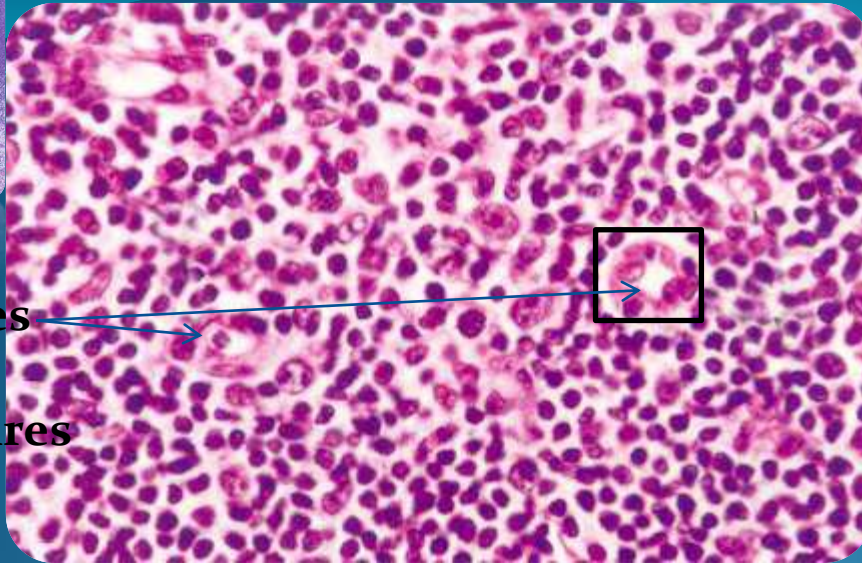
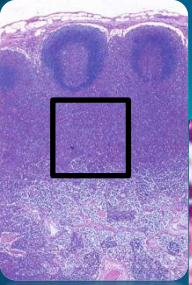


Mitoses

Les lymphocytes B sont le type cellulaire prédominant. Les lymphocytes B du cortex superficiel sont essentiellement des cellules B « naïves » et des cellules B à mémoire. Les lymphocytes B pénètrent dans le ganglion par les veinules à endothélium haut du paracortex, passant depuis l'extérieur dans le cortex superficiel

Des cellules immunitaires accessoires (CPA ou cellules dendritiques) de divers types sont aussi présentes.

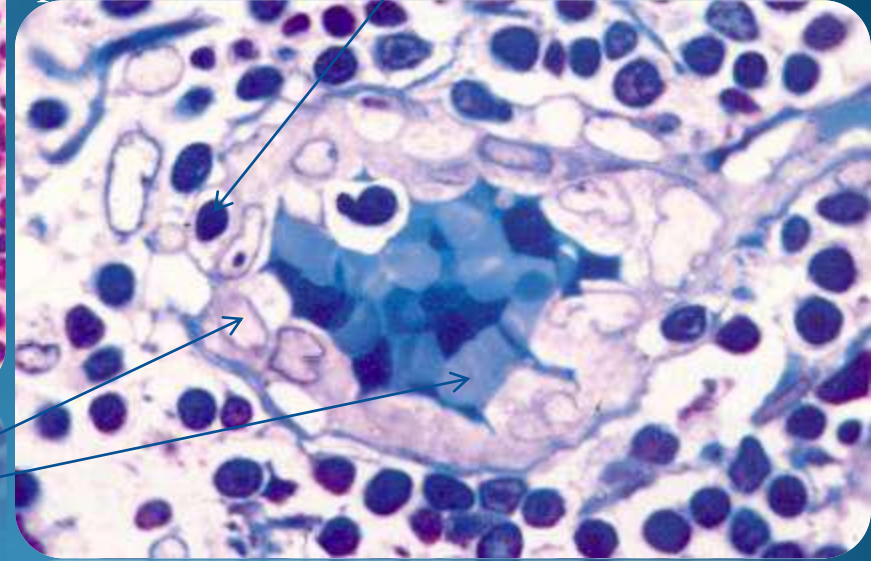
Zone paracorticale



Veinules
post-
capillaires

Cellules endothéliales
Globules rouges

Lymphocytes dans la
paroi

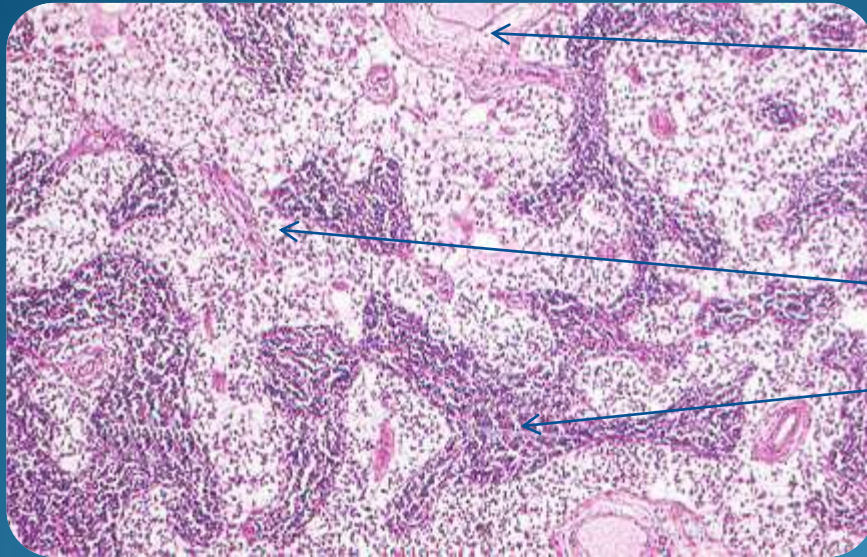
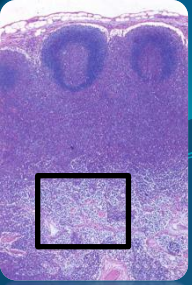


au cours d'une réponse immunitaire à prédominance T, la zone paracorticale peut s'étendre de façon très importante dans la médullaire.

Les cellules T activées sont ensuite disséminées par la circulation vers des sites périphériques, où se déroule la majeure partie de leur activité.

La bordure cellulaire est cubique haute et ne présente pas l'arrangement habituel pavimenteux des cellules endothéliales.

Cordons et sinus médullaires

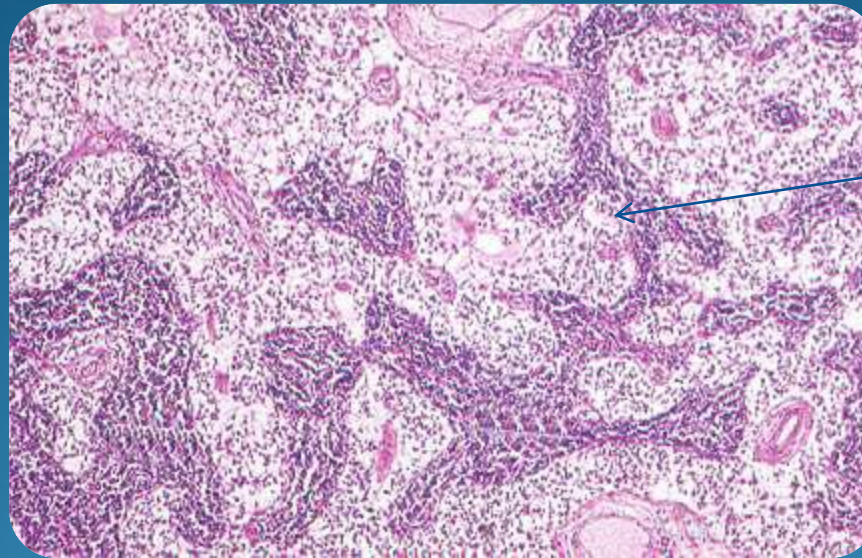


Travées
conjonctives

Cordons
Sinus

la structure de la médullaire dont les cordons sont séparés par des sinus médullaires irréguliers. Des travées allant du tissu conjonctif de la capsule et du hile, en servant de support aux vaisseaux sanguins afférents et efférents, traversent la médullaire.

La population de cellules qui prédomine dans les cordon médullaires correspond aux plasmocytes. L'activation des lymphocytes B, la prolifération et la maturation de cellules sécrétant des anticorps se déroule dans le paracortex. Les plasmocytes synthétisent l'anticorps qui est transporté du ganglion dans la circulation générale par la lymphe efférente.



Vaisseaux

Comme dans le cortex, les cellules des cordons ont pour support une charpente réticulinique: la réticuline colorée en noir par une technique d'argentation, se condense en périphérie des vaisseaux sanguins des travées. Comme dans les sinus sous-capsulaires et dans les sinus des travées, de fines bandes de réticuline traversent les sinus.

Tissu lymphoïde associé aux muqueuses

- Du tissu lymphoïde s'observe le long du tractus gastro-intestinal soit sous forme **d'un infiltrat lymphocytaire diffus**, soit sous forme **d'agrégats volumineux**, mais non encapsulés, comme dans les amygdales et les plaques de Peyer de l'intestin. Cette masse de tissu lymphoïde constitue un organe à part entière et est dénommée dans son ensemble **tissu lymphoïde associé aux muqueuses** (MALT : mucosa-associated lymphoid tissue). Dans les plus gros amas, des follicules peuvent se former, avec des centres germinatifs semblables à ceux des ganglions lymphatiques prélevant le matériel antigénique qui pénètre dans les tractus et élaborant à la fois des réponses immunitaires à médiation humorale et des réponses cytotoxiques à l'endroit approprié. Les lymphocytes dispersés de façon diffuse dans le chorion de l'intestin ou de l'arbre respiratoire sont essentiellement des lymphocytes B, certains d'entre eux mûrissant en plasmocytes sécrétant d'anticorps. Toutes les classes d'anticorps sont produites, avec une prédominance d'IgA..
- De très nombreux lymphocytes sont présents **dans l'épithélium** de l'intestin grêle et du côlon, ils sont presque exclusivement de type T.

Amygdale palatine

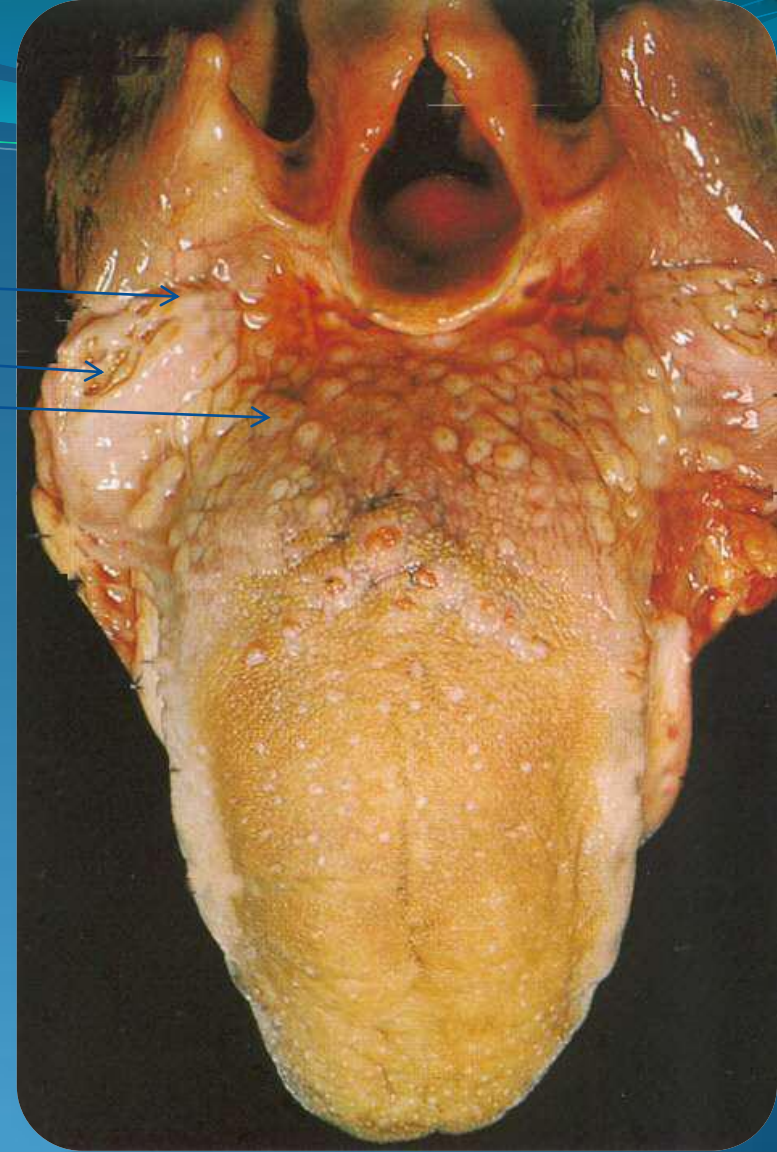
Amygdale palatine

Cryptes

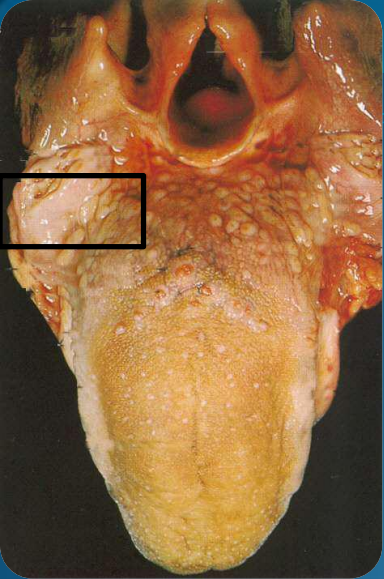
Amygdales linguales

- Les amygdales palatines sont de volumineuses masses, non encapsulées, de tissu lymphoïde, situées près de la base de la langue qui, avec les amygdales linguales, pharyngées et les végétations adénoïdes, forment l'anneau de Waldeyer.

- La surface luminale est recouverte par un épithélium pavimenteux stratifié qui s'invagine profondément dans l'amygdale, formant des cryptes borgnes.



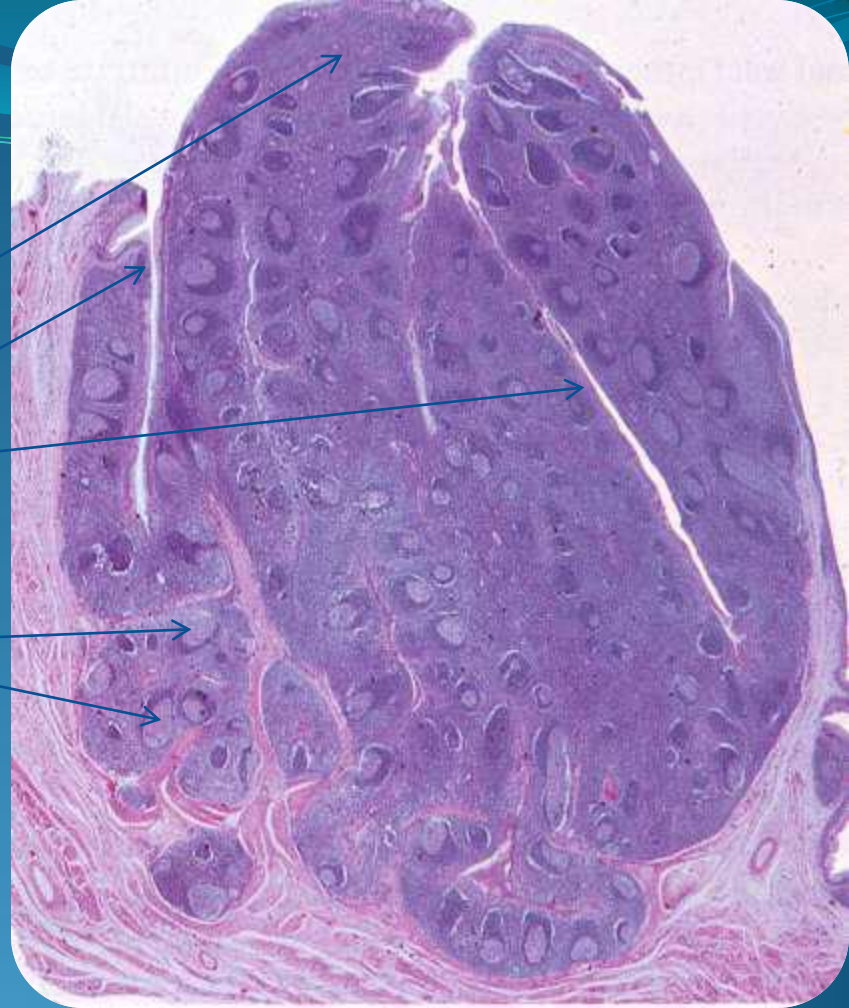
Vue supérieure de la langue et du larynx.



Epithélium

Cryptes

Follicules



Le parenchyme amygdalien renferme de nombreux follicules lymphoïdes dispersés juste sous l'épithélium des cryptes et contenant des centres germinatifs similaires à ceux des ganglions.

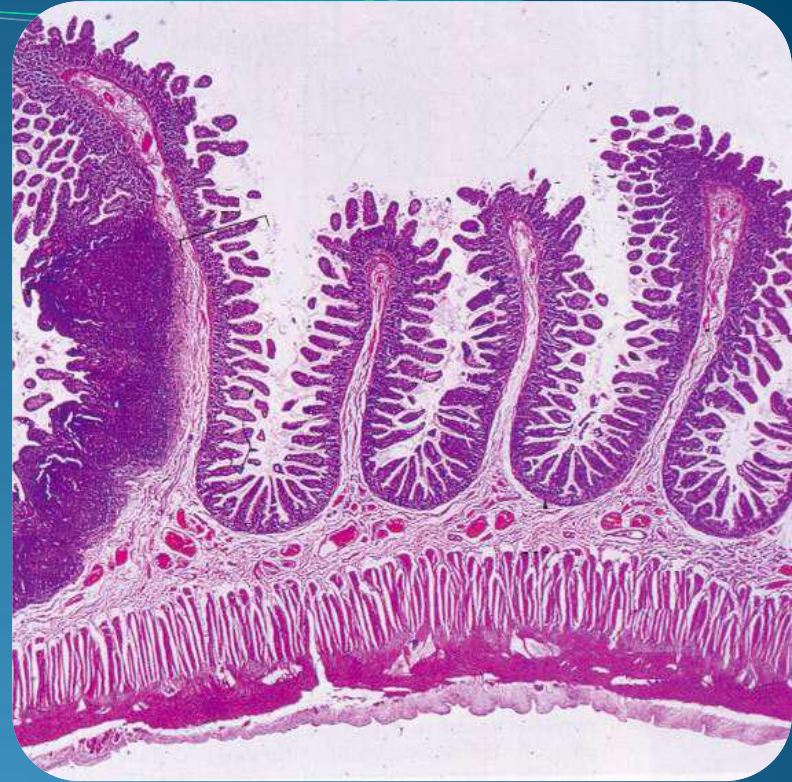
L'antigène est capté par l'épithélium des cryptes, par phagocytose dans les amygdales palatines, linguales et les végétations, ces dernières étant recouvertes d'un épithélium de type respiratoire.

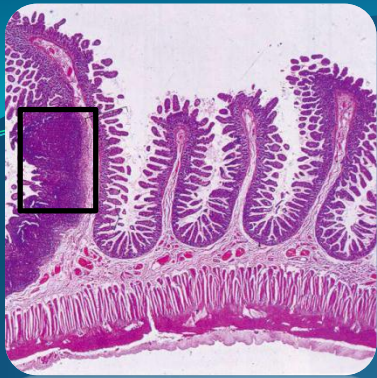
Plaques de Peyer et agrégats lymphoïdes coliques

Plaque de Peyer

Villosités intestinales

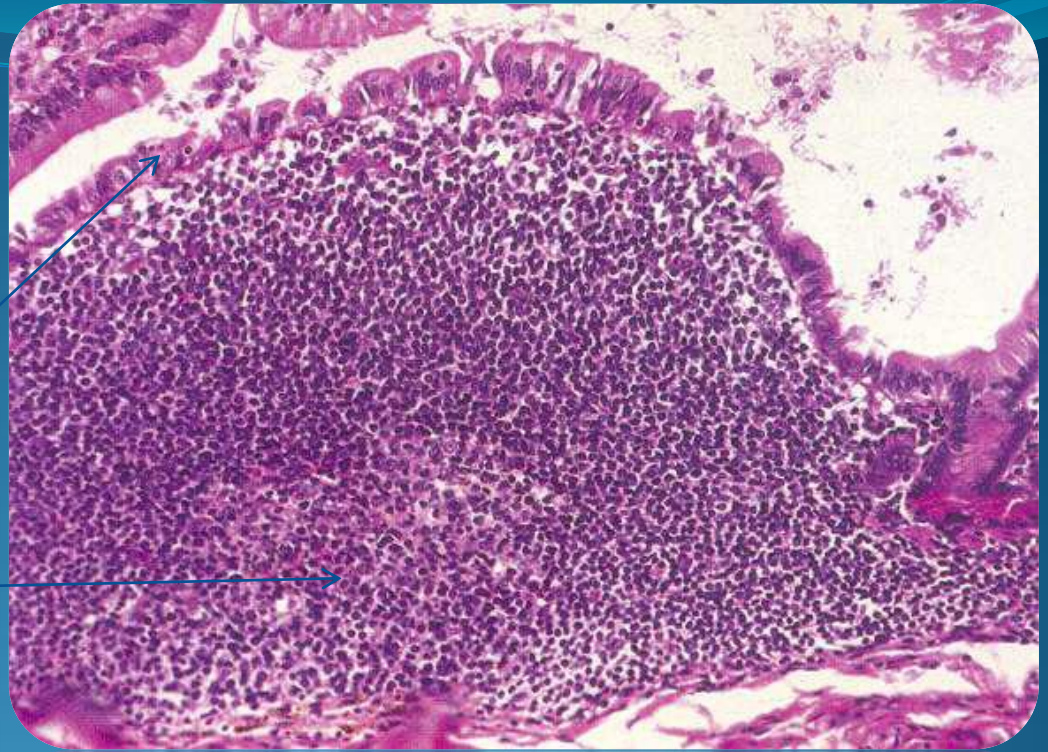
Les plaques de Peyer sont de volumineux agrégats lymphoïdes que l'on trouve disséminées dans la muqueuse de l'intestin grêle (iléon), où elles forment des saillies en forme de dôme dans la lumière intestinale.





Epithélium

Centre germinatif



Les centres germinatifs contenant de grands lymphocytes B proliférants, sont la principale caractéristique des plaques de Peyer ; ils sont entourés par une zone de petits lymphocytes B qui forment le dôme de la face lumineuse du centre germinatif. Le secteur situé entre les centres germinatifs est occupé par des lymphocytes T et, comme son équivalent ganglionnaire le paracortex, contient des veinules à endothélium haut.

L'épithélium contient de nombreux lymphocytes intra-épithéliaux.

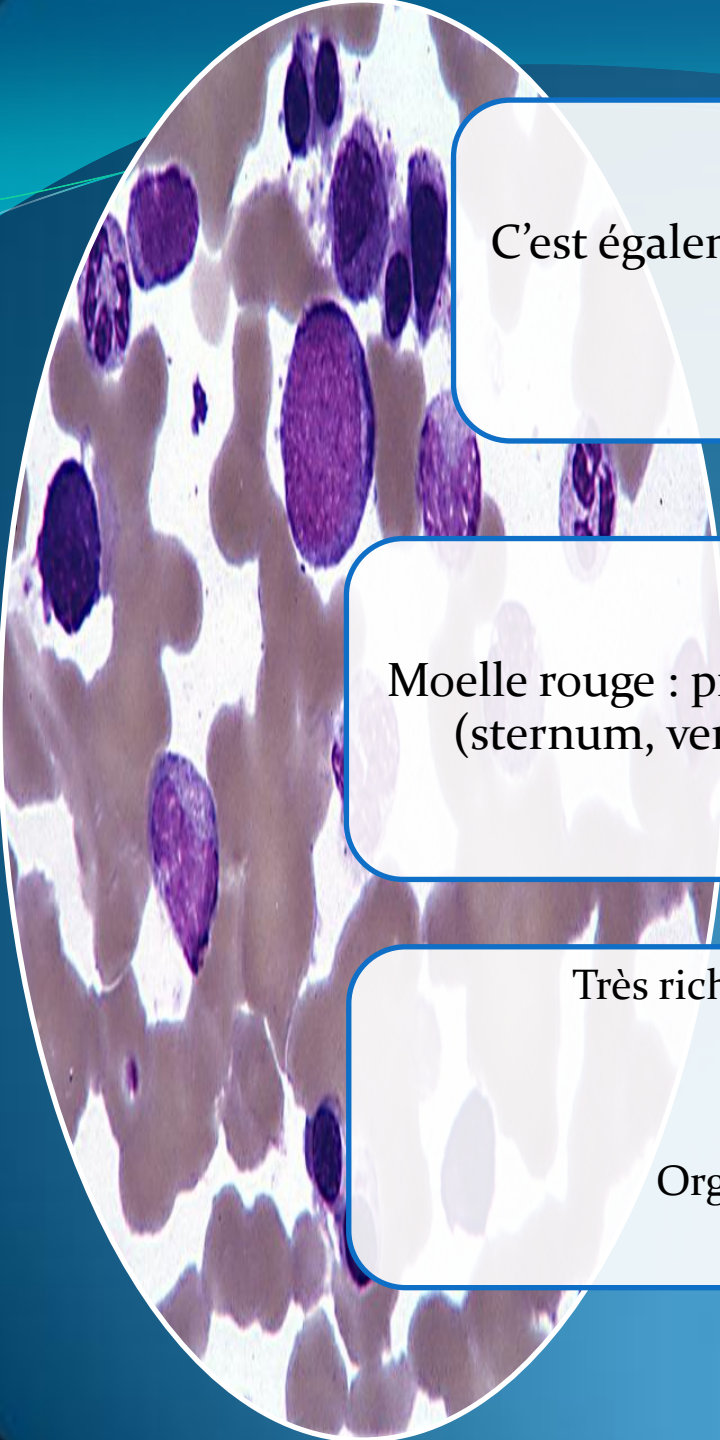
Certaines cellules épithéliales ont en surface de nombreux petits replis et sont responsables du transfert des antigènes depuis la lumière intestinale vers les plaques de Peyer.

Les bourses de Fabricius

- Uniquement trouvé chez les oiseaux
 - Mis en évidence par l'anatomiste italien Fabricius (1537-1619)



- Lieu de production et de différenciation des lymphocytes B
 - Acquisition du réarrangement des gènes codant pour les chaînes lourdes et légères des immunoglobulines.
- La moelle osseuse est l'équivalent chez les mammifères.



C'est également un organe secondaire Ne pas confondre avec la moelle épinière (structure nerveuse)

Moelle Osseuse

Moelle rouge : présence de cellules souches de la lignée hématopoïétique (sternum, vertèbres, côtes, clavicule, bassin et crâne chez l'adulte)

Moelle jaune : inactive, grasseuse

Très richement vascularisée: Nombreux échanges avec le sang

Organe :

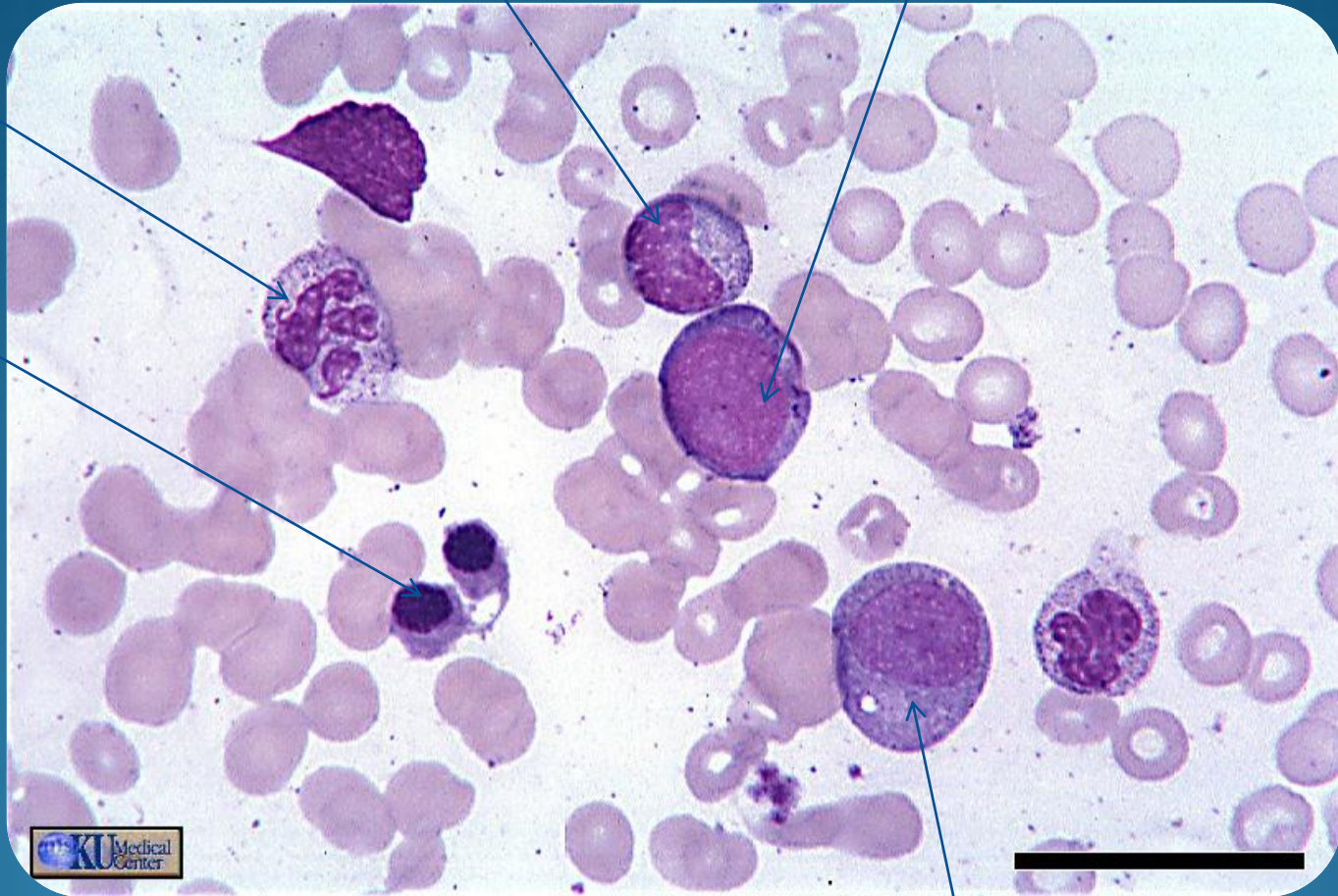
Hématopoïétique

Organe lymphoïde primaire pour les Lymphocytes B

Stockage des plasmocytes

Myeloblaste I

Métamyelocyte II



Neutrophile

Erythroblaste



Promyeloocyte III

Moelle osseuse