

Histologie

Introduction

- Histologie = science qui s'intéresse à la structure des organismes (cellulaire-tissulaire).
- Dans ce domaine, il est important de faire le lien structure-fonction.
- Il y a 2 grandes parties en histologie :
 - **Histologie générale** : types cellulaires majeurs. Exemple : les cellules contractiles + les tissus correspondants = tissus musculaires.
 - **Histologie spéciale** : structure détaillée au niveau des organes + appareils (= systèmes).
- Microscopie :
 - **Photonique** : utilisation de la lumière et de colorants divers.
 - **Electronique** : des électrons accélérés traversent l'objet ou non dans un vide poussé et impactent un écran fluorescent.
- Une des grande difficulté en histologie : c'est le plan des coupes qui peut différer.
- Une méthode importante = cryo-décapage. Les différentes étapes sont :
 - 1) On a un tissu que l'on met dans de l'azote liquide (-196 °C)
 - 2) On fait ce que l'on appelle la cryofracture à l'aide d'une fine lame → séparation des deux feuillets lipidiques.
 - 3) On fait un ombrage oblique avec de la platine. **Schéma** :

 - 4) Un 2^{ème} ombrage est fait, cette fois en verticale et à base de carbone. **Schéma** :

5) On fait un examen de la réplique, de l’empreinte avec le MET. Schéma :

- Quelques rappels sur les grands organites cellulaires. Voir les divers documents.

A. Chapitre 1 : le sang

Introduction générale

1. Les cellules du sang

- Dans le sang, on retrouve diverses cellules :

- GR = *érythrocytes* (environ 10⁶/μl de sang)
- GB = *leucocytes* (environ 4000 à 8000/μl de sang)

- Parlons des GB. Il y a deux grands groupes :

1) **AGRANULOCYTES** (sans granules)

- *Lymphocytes*
- *Monocytes*

2) **GRANULOCYTES** (avec granules) = *polymorphonucléaires* (nom du à leur noyau bizarre)

- *Neutrophiles (PMN)*
- *Basophiles*
- *Eosinophiles*

- Regardons les proportions des différents GB :

- 40% Lympho = 25 →
- Mono = 2 → 10%
- PMN = 40 → 70%
- Baso = < 1%
- Eosino = 1 → 5%

2. Plaquettes = thrombocytes

- **Plaquettes** = thrombocytes = fragments cellulaires
- Ensemble cellules + plaquettes = éléments figurés.

3. **Plasma = fraction liquide**

-
- Expérience : dans une éprouvette, mettons du sang et de l'anticoagulant et faisons une centrifugation :

- Cette méthode permet de savoir si un sportif est par exemple dopé à l'EPO : on regarde si le taux de GR est supérieur à la moyenne.

- **Plasma** = fraction liquide du sang qui est en grande partie fait d'eau, de protéines (anticorps, albumine, fibrogène = qui va engendrer de la fibrine, joue un rôle dans la formation des caillots), de vitamines, d'oligo-éléments, d'ions, d'hormones.

I. **Les cellules du sang**

1. **Les globules rouges = érythrocytes**

- Les GR ont une forme en disque biconcave. **Schéma** :

- Le diamètre des petits capillaires (petits vaisseaux) < 5-6 μm . La forme d GR leurs permet de se faufiler.

- Particularités au niveau cytotologique (mammifères) :

- 1) Pas de noyau
- 2) Pas d'organites (mitochondries) : énergie grâce à la glycolyse
- 3) Bourrés d'hémoglobine (molécule ayant un noyau hématique portant du fer)
- 4) Possède un cytosquelette particulier : (3 acteurs)

- Protéines membranaires (*glycophorine, bande 3*)
- Protéines associées à la membrane (*ankyrine*)
- Cytosquelette (actine : ait de cours filaments + *spectrine* avec les tétramères)

→ Ces éléments donne entre autre la forme particulière des GR.

- **Note** : il existe des mutants ankyrine : **sphérocytose** GR sphériques (complications circulatoires).

- Durée de vie : 120 jours.

- Sites de destruction des GR : rate (le plus actif), foie, moëlle osseuse.

- Anémie : déficit en transport d'O₂. Les causes sont multiples :

- Pas assez de fer
- *Anémie falciforme* (mauvaise structure quaternaire de l'hémoglobine : GR en faux). Pour l'individu homozygote : avantage en Afrique.

2. Les globules blancs

a. *Les granulocytes : neutrophiles, basophiles et éosinophiles*

- *Granulocytes* = riche en granules = *polymorphonuclaires* (noyau irrégulier)

- Il existe 3 types que l'on peut distinguer entre autre grâce à la forme du noyau. Le tableau en annexe permet de connaître les différences fondamentales entre ces 3 types de granulocytes.

1) Neutrophiles (PMN)

- Diamètre : 9-12 μm .

- Noyau :

- ❖ 3 à 5 lobes réunis par des fins filaments de substance nucléaire
- ❖ Chromatine très condensée

a) Granulations

I. Granulations azurophiles ou primaires

- Couleur rouge vineux = lysosomes (20 à 30% des granulations) qui contiennent :

➤ Des **protéases** telles que :

- ✓ **Hydrolases acides**
- ✓ **Cathepsines**
- ✓ **Elastases**

➤ Des agents anti-bactériens :

- ✓ **Myéloperoxydases**
(spécifique au PMN)
- ✓ **Lysosymes**

II. Granulations secondaires ou neutrophiles

- 70-80% des granulations. Elles sont spécifiques des PMN. Elles contiennent :

- Des enzymes dégradant la MEC (matrice extracellulaire) telles que :
 - **Collagénase**



- Des agents anti-bactériens tels *lactoferine* et *lysozyme*.
- Des substances impliquées dans l'inflammation et l'activation du complément

b) Fonctions principales

- Cellules **nettoyeuses et tueuses** : activité phagocytaire très importante.
- Composant majeur du pus.
- Durée de vie : 24h.

2) Eosinophiles

- Diamètre = 10-14 μm .
- Le noyau : 2 lobes avec pont chromatidien épais.

a) Granulations

azurophiles ou primaires

I. Granulations

/

secondaire ou éosinophile

II. Granulations

- Taille et aspect plutôt homogène (diamètre : 0,3 à 1,5 μm), de couleur rouge-orangé.
- Aspect typique : matrice finement granuleuse avec cristoïde dense central, présentant une alternance de bandes sombres et plus claires ;
- Contenu :
 - *Hydrolases acides*

- **Peroxydase** (dégrade H₂O₂)
- **Phospholipases**
- **Histaminases** : dégrade l'histamine = vasodilatateur puissant impliqué dans les phénomènes d'allergie.

b) Fonctions principales

- Activité **phagocytaire** (- que les neutrophiles).
- Activité **antiparasitaire**.
- **Modulation de la réaction d'hypersensibilité** (via l'histaminase).
- Durée de vie : 8 à 12 jours au sein de tissus.

3) Basophiles

- Noyau peu segmenté, de forme irrégulière (fer à cheval, cacahouète).

a) Granulations

| | |
|---------------------------------|-------------------------|
| <u>azurophiles ou primaires</u> | I. <u>Granulations</u> |
| / | |
| <u>secondaire ou basophiles</u> | II. <u>Granulations</u> |

- Apparaît en bleu sous les coupes (car affinité avec ce genre de colorants).
- Contenu :
 - **Histamine**
 - **Héparine, protéoglycane** : propriétés coagulantes
 - **ECF-A** attirant les éosinophiles
 - **Sérotonine** induisant la contraction de certains muscles lisses
 - Enzymes dégradant la MEC et en particulier les GAGs (**glycosaminoglycane** = sucre linéaire non-ramifié)

b) Fonctions principales

- Lutte anti-parasitaire.
- Rôle dans les phénomènes allergiques.

b. Les monocytes

- Les monocytes ont un noyau en forme de cacahouète comme ceci :

- Ils sont de grande taille et sont capable de phagocyter.
- Ils sont la source potentielle d'interleukine (*cytokine* inflammatoire).
- Monocytes du sang : précurseur des macrophages tissulaires.

c. Les lymphocytes

- Niveau cytologique : rapport noyau/cytoplasme très !!! (Le noyau prend quasi toute la place).

- Niveau fonctionnel : 2 types de lymphocytes :

- T : responsable de l'immunité cellulaire
- B : immunité humorale via la sécrétion d'anticorps.

- Note : les lymphocytes du sang qui passe dans les cellules vont subir une différenciation et devenir des plasmocytes : ils pourront alors sécréter des anticorps.

II. Les plaquettes sanguines ou thrombocytes

1. Partie centrale : granulomères

- 250 000 $\mu\text{l/sang}$
- Forme au repos :

- Organites : lysosomes, mitochondries, peroxysomes
- REL :

- Réservoir à Ca
- Production de *thromboxane* (vasoconstricteur)
- Granulations diverses :
 - **Alpha** : elles contiennent diverses molécules telles que :
 - **LPDGF** : facteurs de croissance dérivés des plaquettes
 - **PF** : facteur de plaquette (rôle important dans la coagulation)
 - **Delta** : elles contiennent de l'ADP et ATP dans le cadre des messagers chimiques (pas énergie)

2. Partie périphérique = hyalomères

- Éléments du cytosquelette :
 - Courts microfilaments
 - Faisceau marginal de microtubules

→ Schéma :

- Système : canaliculaire et canalaire → ouvert → invagination de la membrane plasmique favorisant la dégranulation.

- Rem : si brèche dans les vaisseaux sanguin : activation !!! :

- Devient ce que l'on appelle un *échinocyste*
- Va libérer le contenu des granules = 1^{ère} étape menant à la coagulation (formation de caillots)

B. Chapitre 2 : cellules et tissus épithéliaux

Introduction générale

- Les cellules épithéliales ont une disposition en feuillets cohésifs. Elles possèdent des fonctions variées. Beaucoup de leur propriétés physique résultent de leur attachement es unes aux autres par différents types de **jonctions cellulaires**. On parle d'épithélium au niveau tissulaire.

- Les épithéliums ont 2 fonctions :

1) Recouvrement :

➤ digestif... Epiderme (peau, tube

- Cavités internes en relation avec l'extérieur

2) Fonction sécrétrice (glandes endocrines et exocrines)

- Les caractéristiques majeures des cellules épithéliales sont :

- 1) Elles reposent sur une MEC spécialisée = *lame basale*
- 2) Cohérence entre cellules
- 3) Spécialisation :
 - Morphologique
 - Biochimique

- Note :

- ❖ Endothélium = cellules endothéliales qui bordent les vaisseaux (en contact avec le sang).
- ❖ Mésothélium = cellules mésothéliales bordant les cavités dérivées des cavités coelomiques de l'embryon.

I. Adhérence et cohésion

1. La lame basale

- Lame basale = matrice extracellulaire (MEC) à la base des cellules épithéliales.
Schéma :

- Voyons la composition chimique de la lame basale :

1) **Laminine** (trimère) = protéine glycosilée (= glycoprotéine)

→ Reconnue par des récepteurs cellulaires **intégrine $\alpha_6\beta_4$**

→ Interagit avec d'autres constituants de la MEC

2) **Collagène VI** = trimère (il est spécifique à la lame basale !!!). Il forme des réseaux en maille.

3) **Entactine** = protéine de partage.

4) **Heparane sulfate** = protéoglycane (différent d'une glycoprotéine car elle possède + de sucres !). **Schéma** :

- Observation de la lame basale :

- Au photonique : invisible (en général)
- Au MET :
 - Lamina rara = claire et peu dense aux électrons (14 → 80 nm)
 - Lamina densa = plus granuleuse, plus sombre, plus dense en électron (40 → 80nm)

- Dans certains ouvrages : on parle de **membrane basale** = lame basale + lamina fibro

réticularis.

- Fonctions de la lame basale (ou membrane basale) :

- 1) Soutient mécanique pour l'épithélium
- 2) Interface épithélium / tissu de soutien sous-jacent
- 3) Barrière + ou - sélective selon les fonctions de l'épithélium :
 - Epithélium = bonne barrière
 - Epiderme intestinal = très absorbant
- 4) « Guide » :
 - Pendant l'embryogenèse (ontogenèse)
 - Pendant le processus de cicatrisation

- **Vocabulaire** : lamina externe = lame basal autour d'une cellule non-épithéliale. **Ex** : autour de cellules musculaires.

2. Les jonctions cellulaires

- Il y en a 3 types :

- Jonctions serrées (tight junctions)
- Jonctions de type adhérente (desmosome)
- Jonctions de type communicante (gap junction, nexus)

a. *Jonctions serrées*

- Type de jonction où l'espace intercellulaire est absent : pas de communication.

- Association physique entre 2 **occludine** (protéines membranaire) portées par 2 cellules voisines.

- Alignement d'occludine en réseau anastomosé.

- **Rem** : il existe 2 dispositions de ces jonctions :

- En ceinture (belt)
- En taches (macula, spot)

- **Fonctions** :

- 1) Augmente la cohésion des feuilletts épithéliens

- 2) Crée une barrière : les ions et autres petites molécules ne pouvant plus passer → contribue à créer un gradient de concentration
- 3) Séparer la membrane des cellules en 2 domaines :
 - Apical
 - Basolatéral

Schéma :

b. Les jonctions communicantes (ou lacunaires ou nexus ou gap junctions)

→ Structure juste visible au ME.

- Caractéristiques :

- Rapprochement des membranes plasmiques de 2 cellules voisines (espace intercellulaire d'environ 2 nm). Lorsque l'on fait un cryodécapage, on aperçoit de petite « rosettes » en plus.
- Biochimie : chaque cellule = un **connexon** = 6 protéines transmembranaires = 6 **connexines** définissant un fin pore. 2 connexons face à face = **pore intercellulaire**.

- Voyons les propriétés de ces connexons :

- 1) Ouverture réglable
- 2) Diffusion aisée des molécules d'un poids moléculaire < 1200 Dalton (ions, petits métabolites...). Rem : entre 1200 et 2000 : diffusion limitée et si > 2000 : diffusion impossible.

- Exemples de cellules riches jonctions communicantes :

- **Épithélium cilié** (voies respiratoires) :
les cils battant de manière synchrone.
- **Cellules musculaires cardiaques**
- **Cellules musculaires lisses**
- **Cellules du tissu osseux**

- **Rem** : ouvert au niveau des épithéliums, combinaisons de différents types de jonctions = **complexes de jonction**. Ceux-ci sont parfois visibles, on peut suspecter la présence de ces complexes au MP = **CADRE OBSTURANT**.

c. *Les jonctions de type adhérente : les desmosomes*

- **Rôle** : conférer une stabilité mécanique à des groupes de cellules qui peuvent fonctionner comme des **unités cohésives**.

- Voilà comment se présente le schéma général d'une jonction d'ancrage :

- Les filaments du cytosquelette de deux cellules sont unis par des protéines de liaisons intracellulaires qui attachent les filaments à des protéines de liaison transmembranaire
- Ici, nous ne parlons finalement que des desmosomes. Voici quelques caractéristiques :

⇒ Il consiste en une plaque intracellulaire de **desmoplakines** (des protéines)

⇒ Ils sont faits aussi de protéines transmembranaires : des **desmoglénines**

⇒ Il y a **trois types** de desmosomes que nous voyons :

- **Desmosomes zonulaires** (encrage intercellulaire)
- **Desmosomes maculaire** (encrage intercellulaire)
- **Hémi-desmosomes** (encrage en lame basale)

→ Voir dessins + livre.

II. Classification des épithéliums sur bases structurales et morphologiques (forme et

nombre des cellules)

1. Nombre de cellules

- Unistratifiées = simples (une assise de cellules)
- Bistratifiée (2 assises de cellules)
- Pluristratifiées (+ de 2 assises de cellules)

2. Formes de cellules (se la couche superficielle : c'est ce qui donne le nom à l'épithélium)

- Cellule pavimentaires
- Cellules cubiques
- Cellules cylindriques
- Cellules prismatiques

3. Cas particulier

- Épithélium pseudostratifié :

- Épithélium de transition

- = épithélium urinaire = *uroépithélium*

Exemple : autour de la vessie

- 2 situations :

❖ Vessie remplie :

❖ Vessie vide :

→ Quelques notes supplémentaires à propos des vessies :

- Cellules cubiques \leftarrow 1^{ère} couche de cellules basales \rightarrow cellules plus aplaties
- Disposées en couches superposées \leftarrow couche de cellules intermédiaires = cellules en raquettes \rightarrow coulissage des cellules avec 1 ou 2 assises.
- Cellules en dôme + écrasée \leftarrow couche la + externe \rightarrow cellules en dôme + écrasée

III. Classification fonctionnelle

1. Epithélium de revêtement et/ou glandulaire

- Il existe 2 grandes catégories :

- 1) Revêtement, ex : épiderme
- 2) Glandulaire, ex : pancréas

Mais !, il peut y voir des épithéliums mixtes, ex : épithélium gastrique

2. Spécialisations de la membrane du pôle apical

a. Les microvillosités et stéréocils

- Schéma général de constitution des microvillosités :

- Fonctions des microvillosités :

- 1) **Augmenter la surface apicale** (passif). Il peut y avoir jusqu'à 3000 villosités par cellule.
- 2) Elles sont riches en **protéines de transport** : rôle d'absorption (intestin + tubules contournés des reins).

- Note : les microvillosités sont soutenues par des microfilaments //

- Voyons 2 exemples de localisation :

- **Entérocytes** = cellules épithéliales bordant l'intestin → elle forme un plateau strié
- Cellules épithéliales bordant des tubules contournés → système excréteur = reins

→ *Illustrations* : schéma 6.1 p 300 dans le dico.

- Les stéréocils :

- Stéréocils = cas particuliers des microvillosités
 - Plus longues
 - Irrégulières

→ Anastomosées (il y a des ponts entre elles)

- **Localisation** : au niveau de l'épithélium bordant l'épididyme (canal permettant la circulation du sperme)

b. Le glycocalyx

-**Glycocalyx** = ensemble de **sucre**s portés par des protéines transmembranaires du pôle apical de la cellule épithéliale. **Schéma** :

→ On retrouve une couche de protéines de ce type au niveau de la plupart des cellules épithéliales.

- CP : visible au MET → Glycocalyx est associé au plateau strié.

- **Fonction** : création d'un microenvironnement particulier.

c. Cils et flagelles

- Voici le **schéma** d'un cil en coupe transversal :

→ Au niveau de la base du cil, on retrouve ce que l'on appelle le **corpuscule basal** (9 triplets de microtubules).

- Voici ce qui se passe lors d'un battement de cil :

- **Fonction** : battements coordonnés assurant le mouvement de qchse (particules...) :

- **Déplacement du mucus** dans les voies respiratoires (épithélium pseudostratifié cilié, ex : trachée) → battements des cils remontant le mucus vers la bouche → avale → digestion de toutes les particules = tapis roulant muqueux
- **Autre exemple** : déplacement des oocytes des ovaires vers l'utérus grâce à l'oviducte (ou trompe de Fallope). C'est cet oviducte qui est l'épithélium bordé de cils pour le **déplacement de l'ovule**.

- **!!!** Quand il y a des cils : jonction communicante et passage du Ca^+
- **Note** : chez les gamètes mâles, les flagelles ont plus ou moins la même structure que les cils et cela leur assure une mobilité importante.

d. Les plaquettes membranaires

- On les trouve juste au niveau des **cellules en dôme** (ou cellules à facettes) formant la couche la plus superficielle de l'épithélium urinaire aussi appelé transitionnel.
- Elles donnent une certaine **rigidité à la membrane** pour que celle-ci résiste à l'urine qui est attaquante.

3. Spécialisations et adaptations biochimiques

→ Voir le tableau 2

a. Les cellules séreuses

- Ces cellules sont **sécrétrices de protéines**

b. Les cellules du système APUD

- **APUD** = *Amine Precursor Uptake and Decarboxylation* → elles prennent en charge le précurseur aminé qui les décarboxyle.
- En d'autres mots : **fonction endocrine**, produisant des **amines biogènes** (**ex** : sérotonine, adrénaline...) et des **polypeptides** (**ex** : insuline, gastrine...)
- Photo au ME : cellules APUD => gros grains noirs aux pôles basales de la cellule

c. Cellules produisant des stéroïdes

- Comme il est dit : elles fabriquent des stéroïdes.

d. Cellules à mucus (ou cellules muqueuses)

- On en a deux types :
 - Cellules muqueuses à pôle **ouvert** : les cellules caliciformes (voir livre)

- Cellules muqueuses à pôle fermé (voir livre)

e. Les cellules spécialisées dans les transports ioniques

- Voyons 2 exemples intéressants :

→ Exemple 1 : les cellules des tubules contournés du rein :

=> Autres localisations :

- Canal strié
- Canal de **PLÜGER**

→ Tous 2 sont des canaux des glandes salivaires.

→ **Exemple 2** : les cellules oxyntiques :

=> Elles sont situées au niveau des glandes associées à l'estomac.

f. Les cellules myo-épithéliales

- Ce sont des cellules contractiles servant notamment pour l'évacuation des sécrétions glandulaires.
- Il y a de nombreuses protéines impliquées dans cette contraction.
- Localisation : elles coiffent les extrémités sécrétrices et facilitent les processus de sécrétion.

g. Cellules épithéliales kératinisées

- Ces cellules sont spécifiques à l'épiderme = épithélium EPSK : épithélium pavimenteux, stratifié, kératinisé.
- L'épiderme est fait de différentes couches :

- 1) Couche ou assise basale = une assise de cellules plutôt

cubiques. Caractéristiques :

- Sur lame basale
- Nombreux hémidesmosomes (encrage épiderme)
- Haut potentiel prolifératif (cellules souches)

2) Cellules à épines

- Souvent la + épaisse
- Cellules plutôt polyédriques
- Adhérence intercellulaire via de nombreux desmosomes maculaires (= module de Bizzayer)

3) Couche granuleuse (2-4 assises de cellules) :

- **Cytosquelette avec cytokératine très développé**
- Granules kérato-hyalines riches en protéines soufrées
- Corps lamellaires = **grains d'ODLAND** = kératénosomes
 - Lysosomes riches en lipides.
- Dans le cytoplasme : ????????
- Mort cellulaire progressive

4) Couche claire (facultatif)

⇒ Présente au niveau de :

- Paume
- Palme du pied

5) Couche cornée

⇒ Cellules mortes aplaties

- ⇒ Cellules bourrées de plaques de kératine = cytokératine dense et pontée entre elles et à la membrane plasmique
- ⇒ Pas d'organelles
- ⇒ Desquamation

- Mais quels sont les avantages de cette kératinisation ??? Voyons celles-ci :

- **Bon ancrage de l'épiderme**
- **Stratification protectrice**
- **Cohérence de la couche épineuse**
- **Couche cornée** → cellules mortes constituent une interface tissulaire :
 - Résistance chimique
 - Résistance physique
- **Exocytose des grains d'ODLAND** : contribuent à l'imperméabilité de l'épiderme et à l'incohérence de la couche cornée

h. Cellules épithéliales non- kératinisées

- Ce point est à lier avec le pont précédent.
- Ici, on parle de 3 types de cellules non-épithéliales :

a. Mélanocytes (couche basale → couche granuleuse) :

- Production de la mélanine et transfert de cette mélanine aux kératénocytes
- Donne un aspect (couleur)
- Protection (contre les UV)

b. Cellules de Langerhans (en étoiles) :

- Ce sont des dérivés de la lignée monocyttaire = 1^{ères} sentinelles du système immunitaire
- Reconnassent certains antigènes

c. Cellules de MERKEL :

- Cellules sensorielles de l'épiderme
- Peu nombreuses
- Contacts avec des cellules nerveuses

- Rem : les cavités humides sont directement en relation avec l'extérieur :

- Cavité buccale
 - Anus
 - Vagin
- Tout cela = ERSNK = non kératinisé

IV. Les glandes exocrines

1. Introduction

- Voilà un schéma général d'une glande exocrine :

- Rem : il y a des cas où le canal évacuateur est inexistant :

1. Glandes unicellulaires = cellules caliciformes
2. Epithélium sécrétoire = épithélium gastrique (= une assise de cellules muqueuses fermées)
3. Autres cas spécifiques assez rares

2. Classification

- Elle peut se faire sur base de 3 critères :

1. Le mode de sécrétion
2. La forme anatomique
3. La nature biochimique des sécrétions

a. Les modes de sécrétion

- Il existe différents types de sécrétions (= manière dont les produits sont libérés) :

- Méocrine → Exocytose
- Apocrine → Diffusion de vésicules
- Holocrine → Eclatement de cellules
- Eccrine → Via des transporteurs
- Cytocrine → voir exemple

- Voilà quelques schémas :

b. La forme anatomique

- Les 2 critères utilisés sont basés sur :

Le canal évacuant :

Canal non ramifié → glande simple

Canal ramifié → glande composée

La forme de l'unité sécrétrice → il existe 3 formes majeures :

⇒ Forme en tube → glandes tubuleuses. Ici, 3 formes :

Droite

Contournée

Ramifiée

→ Voir document

⇒ Acineuse :

⇒ Avéolaire :

c. La nature biochimique des sécrétions

- On a affaire ici à différents types de sécrétions :

- Sécrétion simple → 1 molécule majeure (ex : cellules à pepsinogène)
- Sécrétion complexe mixte → mélange de molécules (ex : le lait)

Chapitre 5 : cellules contractiles et tissus musculaires

Introduction générale : les cellules contractiles, musculaires et muscles correspondant

- Passons en revue les différentes cellules contractiles :

- 1) **Cellules myoépithéliales** : elles vont faciliter la sécrétion de certaines cellules.
- 2) **Myofibroblastes** (servent à la cicatrisation)
- 3) **Parycytes** (système circulatoire) : ces cellules sont associées à la paroi des capillaires + veinules
- 4) **Cellules musculaires** :

- **Striées** → squelettique (formation des muscles volontaires)
→ Cardiaque (forment le myocarde = couche musculaire du cœur)
- **Lisses** : formation des muscles viscéraux

V. Les cellules musculaires et les muscles striés squelettiques

3. Cytologie

→ Les précurseurs sont les **myoblastes** qui prolifèrent et fusionnent pour former une **cellule syncytiale multinucléée** = **myocystes**. Notons que ces cellules sont très grandes (50-60µm de diamètre avec une longueur de qqes cm).

- Ajoutons à cela qu'une partie des myoblastes prolifèrent pour donner autre chose : on parle de **cellules satellites** (uninuclées) → processus de réparation s'il y a des lésions : ces cellules satellites (myocytes plurinuclées) vont rentrer dans le processus de réparation de nos muscles squelettiques.

d. *Les myocytes*

1) Cytosquelette contractile, constitué de **myofilaments**. Ces myofilaments peuvent être de différentes sortes :

- **Minces** = microfilaments d'**actine** (double-hélice d'actine) + **tropomyosine** (7 sous-unités d'actine) + **troponiine** (3 SU différentes)
- **Epais** = myosine. Schéma :

- On a une organisation périodique des myofilaments :

→ Quand on a une contraction : coulissage entre filaments minces et filaments épais :

- Bande A = cte
- Bande I = diminue d'épaisseur
- Bande H : diminue

→ En effet, si on refait un dessin :

- 2) **Noyaux** : il y en a plusieurs dizaines rejetées en périphérie sous la membrane plasmique
- 3) **Mitochondries** = nombreuses : elles servent à produire de l'ATP. Elles se trouvent à 2 niveaux :

- Entre les myofibrilles
- En périphérie

4) Réticulum SARCOPLASMIQUE (= RE chez la cellule musculaire).
On se retrouve avec 2 types de réticulums :

- ❖ **RER** : plutôt discret, en effet, on n'a pas une synthèse de protéines très importante, car même si elles sont nombreuses, elles sont très stables.
- ❖ **REL** = réticulum **sarcoplasmique** : il est très développé :
 - ⇒ Saccules longitudinaux, anastomosés
 - ⇒ Citernes terminales, annulaires : 2 par zone de contact bande A/Bande I

→ Ce REL (sarcoplasmique) sert de réservoir à Ca^{2+} indispensable à la contraction du muscle.

5) Inclusions cytoplasmiques :

- Glycogène = forme de stockage du glucose
- Myoglobine = protéine fixant l' O_2

6) Membrane plasmique = SARCOLEMNE :

- Invaginations tubulaires périodiques** = tubules T (→ 1 tubule T flanqué de 2 citernes terminales (REL) = triade (interface entre la bande A et la bande I) → Notons que ces invaginations se trouvent entre les myofibrilles.
- Zone spécialisée établissant le contact avec l'axone du neurone moteur = **synapse neuromusculaire** = plaque motrice (Cf chapitre sur le SN)
- Interactions entre protéines du cytosquelette et la membrane plasmique**
- A l'extérieur du sarcolemne, on trouve une **lamina externa**

(équivalent au point de vue de la composition et de la morphologie à la membrane basale)

e. Les cellules satellites

- **Cellules satellites** (répartition tissulaire) = petites cellules uninuclées s'accolant aux myocytes

4. Les muscles striés

a. Enveloppes conjonctives associées :

- 1) **Endonysium** autour d'un myocyte individuel (implique la lamina externa et du collagène de type III)
- 2) **Perimysium** = enveloppe assez épaisse autour d'un faisceau de myocytes
- 3) **Epimysium** = capsule conjonctive autour du muscle

- **Fonctions** de ces enveloppes conjonctives associées :

- ❖ Apport d'O₂ + nutriments
- ❖ Cohésion du muscle
- ❖ Aide à la contraction
- ❖ Insertion des muscles dans les tissus environnant (valable juste pour l'épimysium). Notons aussi qu'il existe une certaine continuité épimysium/tendons.

b. Les unités motrices

c. Classification fonctionnelle des fibres musculaires

- **Fibres blanches** : les coureurs du 100 mètres (efforts brefs) du à une prédominance génétique

- **Fibres rouges** : les coureur du marathon (efforts prolongés) du à une prédominance génétique

VI. Les cellules musculaires cardiaques (= cardiomyocytes)

1. Caractéristiques générales

- Caractéristiques :

- Cellules striées
- Cellules uninuclées
- Cellules dispersées en cordons anastomosés
- Ces cellules développent des jonctions intercellulaires

+++ :

- Desmosomes zonulaires → Augmente la cohérence
- Desmosomes maculaires → Augmente la cohérence
- Bcp de jonctions communicantes → Favorise la vague de contraction

→ Formation de striés scalariformes (ou disque intercalaire)

→ Note :

- ⇒ On n'a pas de cellules satellites
- ⇒ Avec l'âge : lipofuchisme

2. Caractéristiques de l'ultrastructure

- Au point de vue de l'ultrastructure :

- 1) Cytosquelette contractile strié et périodique avec sarcomères (comparable aux cellules musculaires striées squelettiques)
- 2) Noyau unique
- 3) Mitochondries nombreuses
- 4) Réticulum sarcoplasmique (REL avec stockage d'ions Ca^{2+})
- 5) Plasmalemme avec tubules en T !!! → Mais, un tubule en T est associé à une seule citerne terminale = **DIADE**, localisée au niveau de la ligne Z. Notons que l'on retrouve aussi la lamina externe, mais on ne retrouve pas de plaque matrice.

→ C'est à comparer avec les cellules musculaires squelettiques.

3. Points de comparaison avec les CMS

- Plusieurs points de comparaison peuvent être mis en avant :

1. Aussi un cytosquelette contractile strié avec sarcomères
2. Aussi un REL complexe (stockage du Ca^{2+}) → citerne longitudinales et transverses, mais moins structurées
3. Aussi tubule T
4. Lamina externe + endomysium. MAIS, ni périnysium, ni endomysium
5. Pas de plaque motrice → il existe le tissu cardio-necteur initiant/propageant la vague de contraction
6. Pas de cellules satellites (pas de réparation)
7. Bcp de glycogène

VII. Les cellules musculaires lisses

1. Caractéristiques générales

- Caractéristiques générales : Cellules fusiformes (au repos) → on les trouve beaucoup dans l'utérus. Ce schéma illustrera les caractéristiques de ces cellules :

2. Caractéristiques cytologiques

- Caractéristiques cytologiques :

a. Cytosquelette

- Le cytosquelette est constitué de :

- filaments minces : pas de troponine + isoformes d'actines (= protéines poches, mais codées par des gènes différents spécifiques aux muscles lisses)
- Filaments épais de myosine

- REM : actine/myosine → bcp plus élevé dans les CML

b. RE

→ On retrouve une **RER bien développé** : on a une synthèse active de composants de la MEC. Notons aussi un stockage important d'ions Ca^{2+} avec aussi un REL bien développé.

c. Membrane plasmique

→ On retrouve à ce niveau :

- **Lamina externa**
- **Endomysium**

- **!!!** : On n'a pas de tubules T : ceux-ci sont remplacés par des invaginations = cavéoles.

d. Plaque motrice

→ En général, on ne retrouve pas de plaque motrice au niveau de ces cellules.

Chapitre 6 : le système circulatoire et lymphatique

Introduction générale : 2 systèmes circulatoires

- Nous disposons de 2 systèmes circulatoires :

- ❖ Système sanguin → transport du sang (O₂, nutriments, CO₂, déchets, cellules du système immunitaire, hormones, vitamines...)
- ❖ Lymphatique → transport de la lymphe : c'est le résultat d'un drainage des liquides interstitiels (liquides s'accumulant entre les cellules). Notons que la lymphe sera réinjectée dans le système veineux.

- Notes :

- On a affaire à des systèmes fermés
- Il existe une connexion entre ces 2 systèmes

VIII. Le système circulatoire sanguin : généralités

5. Introduction

- Au niveau du système circulatoire sanguin, voici le schéma général, simplifié qu'il nous faut retenir :

- Quelques petites distinctions à faire :

- **Artères** = vaisseaux quittant le cœur
- **Veines** = vaisseaux qui apportent le sang

6. Structure générale d'un vaisseau sanguin

- Un vaisseau sanguin est constitué de 3 couches :

- 1) **Intima** : cette couche est toujours bordée par une assise de cellules endothéliales reposant sur une lame basale
- 2) **Média** : tissu fibro-musculaire
- 3) **Adventice** : tissu de soutien → il y a à ce niveau insertion du vaisseau du tissu environnant

→ *Beau schémas page 146 atlas*

7. Particularités cytologiques

1) Les cellules endothéliales

= 1 assise de cellules pavimentées.

- Constitution :

- **Lame basale classique** (laminine, entactine, coll IV...)
- Souvent, on retrouve des **jonctions cellulaires** bien marquées
- Beaucoup de **pinocytose** → reflet de l'activité endocytose
- On a une **organelle spécifique** = **corps de WEIBEL-PALLADE** (grains de sécrétion spécifiques) → on retrouve des glycoprotéines = facteurs de Von Willebrand = facteur coagulant

- On peut faire un dessin avec les 3 phénomènes qui peuvent se produire au niveau de ces cellules :

- **Diffusion**
- **Diapédèse**
- **Transcytose**

2) Les cellules contractiles

- Ici, il faut en distinguer plusieurs sortes :

(1) **CML classiques** (intima, veines...)

(2) *CML particulières des média-artères* = cellules rameuses

- Caractéristiques :

- Prolifèrent
- Synthétise de la MEC
- Sont peu contractiles

(3) *Péricytes*

= Capillaires + veinules de petit calibre

→ Rôle de réparation.

IX. Structure détaillée des différents types de vaisseaux sanguins

→ Si on met bout à bout tous les vaisseaux sanguins de notre corps, on obtient une longueur de 100 000 Km.

1. Les artères

- On distingue 3 types d'artères :

- Elastiques (diamètre > 1cm)
- Musculaires (0,5 < 1cm)

- **Artérioles (20µm → 400µm)**

- Nous allons représenter les différentes parties du « tube » :

→ *Se référer au tableau qui suit.*

2. Capillaires

- Les capillaires sont de **petits vaisseaux** avec quelques caractéristiques :

- **Diamètre de 5 à 10 µm**
- **Peuvent former des lits anastomosés**

- Composition :

- **Cellules endothéliales reposant sur une lame basale**
- **Péricytes accolés**

→ Schéma :

- Nous allons distinguer **3 types de capillaires** dans l'ordre de perméabilité croissante :

- 1) Capillaires **continus** : cellules endothéliales bien jointives sur la lame

basale (LB) continue. Localisation : à de nombreux endroits, capillaires classiques.

- 2) Capillaires fenestrés : CE bien jointives sur une LB, mais traversées de part et d'autre par des pores pouvant être sous-tendu par une membrane. Localisation : rein → corpuscule de Malpighi.

- 3) Capillaire discontinu ou sinusoïdes :

- jointives Cellules endothéliales peu
- Souvent défenestration
- Lame basale peu ou pas présente

- Parlons de la modulation du volume sanguin dans le lit capillaire :

→ Durant l'effort sportif : les sphincters s'ouvrent pour que le sang oxygène les muscles.

→ Quand il fait froid : ils restent fermé = isolation pour éviter la perte de chaleur

3. Les veines

- Notes :

- Artères : « média »
- Veines : « adventice »

→ Voir le tableau avec les différents types :

- Veinules post-capillaires
- Veinules collectrices
- Veinules musculaires
- Veines petit calibres
- Veines moyen calibres
- Veines gros calibres

4. Définitions

- Sinus veineux = CP de veine avec un diamètre de l'ordre de 50µm avec une intima limitée à l'endothélium + ou - lame basale (média et adventice = plus ou moins inexistantes).

→ Ex : la rate (au niveau de la pulpe rouge)

- Les anastomoses ou shunts vasculaires (= raccords). On peut faire un dessin pour comprendre :

- Système porte = vaisseau relie 2 lits capillaires.

→ Ex : veines portes hépatiques qui arrivent au foie : elle draine les capillaires intestinaux.

- Lésions. On a différentes types de lésions :

❖ Veineuses :

⇒ Varices tortueuses, irrégulières. CP : hémorroïdes = varices au niveau de la veine anale

❖ Artérielles :

⇒ Athérosclérose : épaissement asymétrique de l'intima qui diminue la lumière + risque de thrombus

⇒ Anévrismes

5. Le cœur

→ Cœur de 250 à 350g

→ Répartition :

f. Les enveloppes

- Les différentes enveloppes sont :

- Péricarde fibreux = tissu de soutien fibreux dense à prédominance de collagène (non-orienté). Rôles :

⇒ **Protection**

⇒ **Insertion à différents niveaux** : sternum, diaphragme, gros vaisseau entrant/sortant

- Péricarde viscéral (dérivé des lames latérales) qui est composé de différents feuillets :

⇒ **Feuillelet pariétal** (somatopleure) = tissu de soutien (Mésothélium = 1 assise de cellules pavimentées)

⇒ **Feuillelet viscéral** (splanchnopleure) = épicarpe → !!!: il ne fait déjà plus partie des enveloppes → il fait partie de ce que l'on appelle les tuniques = tissu de soutien du mésothélium.

- **Note** : entre les 2 feuillets, on retrouve la cavité péricardique.

g. Les tuniques

- Pour ce qui est des tuniques :

- 1) **Epicarpe** (sans cavité péricardique)
- 2) **Myocarpe** (musculature)
- 3) **Endocarpe** : surface « inerte » par rapport au sang

→ **Détaillons** :

→ **Myocarpe** :

⇒ **Tunique la plus épaisse** au niveau des ventricules et d'autant plus « épaisse encore au niveau du ventricule gauche (→aorte)

⇒ Du point de vue cellulaire, on a ces cellules :

- Cardiomyocytes
- Cellules du tissu cardiaque

→ **Endocarpe** :

⇒ **Contact avec le sang** (inerte → évite la coagulation)

⇒ **Continuité avec l'intima** :

- Des veines arrivant cœur
- Des artères sortant du cœur

⇒ **Différentes couches** :

- 1) Endothélium bien jointif sur une lame basale
- 2) Couche de tissu de soutien n° 1
- 3) Couche de tissu de soutien 1 + fibro-élastiques, accolé au myocarde

- Rem :

- On a aussi de l'endocarde autour des valves cardiaques et des valves auriculo-ventriculaires

h. Le système de conduction : « pace-maker » et tissu cardionecteur

- Le tissu cardionecteur fait 2 choses :

- 1) **Initie la contraction**
- 2) **Propage la contraction de manière harmonieuse**
- 3) **+ jonctions communicantes au niveau des cardiomyocytes**
→ propagation de la vague de contraction (!!! pas de plaque motrice → différent du muscle squelettique strié)

- Caractéristiques des cellules :

- 1) **Cellules proches des cardiomyocytes ; cytosquelette strié**
- 2) **Cellules regroupées :**

- 1) En un **amas au niveau de l'oreillette droite**, au niveau des sinus veineux (point d'arrivée des veines caves) = **nœud de Keith-Flack** = **pace-maker** du cœur → initiation de la contraction.
- 2) Celles regroupées en un **2^{ème} amas** = relais = **nœud de Tawara** (jonction oreillette/ventricule)
- 3) Regroupées en un **faisceau** = **faisceau de Hiss**.
Quelques caractéristiques :
 - Branche droite = unique
 - Branche gauche = double
 - Aux extrémités de ce faisceau, on retrouve les cellules de Purkinje

X. Le système circulatoire et les vaisseaux lymphatiques

→ On a un transport de la lymphe et une réinjection de celle-ci le système veineux.

- **Origine de la lymphe** : drainage des liquides interstitiels alimentés eux-mêmes par des fuites de plasma au niveau des lits capillaires.

- **Composition** :

- ❖ Très **variable** → exemple : chyle = lymphe au niveau de l'intestin qui est très chargée en matières alimentaires avec bcp de graisse.
- ❖ Ions, protéines vitamines... (proche du plasma)
- ❖ GB, pas GR (GB par diapédèse)

1. Lymphe

- **Caractérisons les vaisseaux lymphatiques** :

- 1) **Capillaires lymphatiques aveugles** (en cul de sac)
- 2) **Vaisseaux de calibre croissant** → proche des veines (très riche en valvules = système anti-reflux)

3) **Drainage par 2 troncs lymphatiques** → ils collectent la lymphe et la réinjecte dans le système veineux. Caractérisons ces 2 troncs :

❖ Canal thoracique draine :

- Le thorax
- Les membres inférieurs
- Le côté gauche de la tête
- Le bras gauche
- ET réinjection au niveau du carrefour veine jugulaire gauche (drainage de la tête)/veine sous-clavière gauche (draine le bras gauche)

❖ Canal lymphatique draine :

- Le bras droit
- La partie droite de la tête → réinjection au niveau du carrefour sous-clavière/jugulaire

- **!!!** Quelques particularités : les vaisseaux lymphatiques traversent de part en part les ganglions lymphatiques faisant partie du système immunitaire → faire le lien avec le chapitre suivant.

- **Note** : il existe des maladies provoquées par des vers = infection par des vers du système lymphatique → gonflement.

Chapitre 7 : le système immunitaire et les organes lymphatiques

Introduction générale

- Nous disposons de différents moyens de défense contre les agents pathogènes :

❖ Passif : de type physico-chimique avec les exemples suivants : l'épiderme kératinisé, un pH acide au niveau du vagin...

❖ Actifs :

→ Réponse inflammatoire : envoi de PMN au site infecté

→ Réponse immunitaire spécifique

- Au niveau de la réponse immunitaire, on a 2 catégories d'acteurs cellulaires :

➤ Macrophages/APC = cellules présentatrices d'antigènes = non spécifiques, mais assistent les lymphocytes

➤ Lymphocytes : présence d'une réponse bien spécifique à un antigène donné. On a 2 types de lymphocytes :

1) T : responsables de l'immunité cellulaire → interviennent dans le rejet des greffes, impliqués dans l'élimination de cellules infectées par des virus

2) B : donnent des plasmocytes = sécrétion d'anticorps : on parle de l'immunité humorale. Rem :

▪ Point de vue de la morphologie : grande homogénéité → rapport noyau/cytoplasme très important

▪ Point de vue fonctionnel/biochimique → grande diversité

- On divise le système immunitaire en 3 composants :

1) Les organes lymphoïdes. Il y en a plusieurs types :

⇒ 1aires = centraux = différenciateur (thymus, moelle osseuse, bourse de Fabricius (oiseaux))

⇒ 2aires = périphériques = effecteurs (ganglions lymphatiques, rate)

2) Amas de tissus lymphoïde dans la paroi du TD + voies respiratoires = MALT = mucosa associated lymphoid tissu. Un exemple de MALT =

amygdales

3) L'ensemble des lymphocytes circulant à 2 niveaux :

- Au niveau du sang
- Au niveau des **tissus** (qui peuvent être lymphoïdes ou non-lymphoïdes)

XI. Les organes lymphoïdes

8. Les organes lymphoïdes périphériques (=effecteurs = secondaires)

i. Les ganglions lymphatiques

- Structures :

⇒ Ovoïde jusqu'à 2,5 cm de long

⇒ Abondant, mais où :

- Ganglions inguinaux
(implanté au niveau des membres inférieurs)
- Ganglions abdominaux
- Ganglions du cou
- Ganglions axillaires

⇒ A cheval sur des vaisseaux lymphatique = cas unique de ce genre !!!

- Un schéma d'un ganglion :

- On retrouve avec **3 grandes parties** :

I. **Cortex**. On retrouve à ce niveau :

⇒ Du **tissu lymphoïde dense** (prédominance de lymphocytes par rapport aux cellules réticulaires de soutien)

⇒ Ce **tissu** est dit **nodulaire** = ensemble de follicules lymphoïdes = amas ovoïdes de cellules de la lignée B. On retrouve 2 types de follicules :

1) **1aire** : il est homogène et non prolifératif

2) **2aire** : il est assez prolifératif

⇒ On retrouve aussi : **macrophages + APC** et des **sinus capsulaires + trabiculaires**

II. **Paracortex**. On retrouve à ce niveau :

- ⇒ Du **tissu lymphoïde dense**, mais non nodulaire (sans follicule). On retrouve des **cellules de la lignée T**.
- ⇒ On retrouve aussi : **lits capillaires** = veinules à endothélium hautes + **tissus corticaux + macrophages + APC**

III. Medulla. On retrouve à ce niveau :

- 1) Du **tissu lymphoïde lâche** avec prédominance de cellules réticulaires de soutien (avec moins de lymphocytes)
- 2) **Cordons médullaires** = amas allongés de tissu lymphoïde dense (= plasmocytes = lymphocytes B différenciés)

- Fonctions des ganglions lymphatiques :

- Faire une **épuration** de la lymphe (filtration immunologique de la lymphe)
- Non spécifiques via les nombreux macrophages
- Spécifique via les lymphocytes

j. La rate

- Caractéristiques générales :

- Poids : 150 → 250g
- Forme ovoïde
- Situation : entre l'estomac et le rein gauche

- Schéma :

→ OK, la rate est fait de **plusieurs types de pulpes**, détaillons ces différents types :

1) **Pulpe rouge** = tissu lymphoïde diffus lâche :

- Cellules réticulaires = sous forme de cordons de BILLROTH.
- Bcp de macrophages diffusés.
- Sinus veineux → endothélium non-jointif sur fibres réticuliniques (pas de lame basale) + cellules endothéliales fusiformes, allongées.

- Notons qu'au niveau de la rate on a une **circulation** qui est **de type ouverte** (non canalisée par des vaisseaux).

2) **Pulpe blanche**

- Zoomons un peu un partie de la rate :

- Repartons de l'artère centrale qui va donner le réseau des artères pénicillées avec 3 secteurs successifs :

- 1) Artère pulpaire
- 2) Artériole à gaine/manchon, car entoure bcp de macrophages.
- 3) Capillaire terminal très perméable.

- C'est au niveau du capillaire perméable que l'on retombe dans une **circulation ouverte** → le sang est récupéré par les sinus veineux de la pulpe rouge → arrivée aux veines trabiculaires → arrivée à la veine capsulaire → arrivée à la veine splénique.
Dessin résumant la situation :

- Fonctions de la rate :

- **Organe différenciateur** à la vie fœtale = siège de processus hématopoïétiques (mais bon, c'est transitoire).
- **Filtration du sang** (au niveau des massifs de pulpe blanche).
- **Lieu de destruction des GR** → au niveau de la pulpe rouge, action des macrophages.

- Chez certains animaux : la capsule est contractile et la rate sert alors de **réservoir de sang et de plaquettes** (à comparer avec les ganglions).

- **Note** : lors des accidents de voiture, des hémorragies se retrouvent souvent au niveau de la rate. On fait alors une ablation de la rate, mais cela augmente les risques de septicémie puisque la rate ne sert plus de filtre du sang, et les infections du sang surviennent alors plus aisément que chez des personnes avec une rate intacte.

9. Les organes lymphoïdes centraux

a. *Le thymus*

- Caractéristiques :

- Thymus = 2 lobes reliés par un isthme
- Organe régressant avec l'âge
- Chaque lobe est organisé en lobules géométriques. CP : pas de cellules réticulaires, elles sont remplacées par des épithéliocytes.

- Dessin d'un lobule :

- Détaillons les 2 parties que sont le cortex et la médulla :

1) Le cortex = tissu lymphoïde diffus dense (pas de follicule) :

- Cellules de la lignée T
- Macrophages
- Epithéliocytes avec différentes fonctions :

- 1) Charpente doublant la capsule conjonctive
- 2) Cellules de soutien entre les lymphocytes
- 3) Cellules nourricières :

4) Une fonction importante sera vue ultérieurement

2) La médulla = tissu lymphoïde diffus lâche (prédominance des épithéliocytes) :

- Bcp d'épithéliocytes
- Macrophages
- Lymphocytes
- Centre de la médulla = **corpuscule de HASSALL** = amas éosinophiles de cellules épithéliales enlacées en cours de kératinisation.

- On se rappelle du schéma plus haut :

- On peut dessiner :

- Fonction du thymus :

1) Envoyer dans la circulation des lymphocytes T :

- Matures (processus différencié)
- Compétents (différence entre soi et non-soi)
- Naïfs : pas encore de contact avec l'antigène

- 2) **Glande endocrine** : hormone thymopoétine → rôle dans la différenciation des lymphocytes T.

b. La moelle osseuse

→ Déjà vue dans le cas des tissus spongieux.

c. La bourse de Fabricius

→ Voir cours de Devos.

10. Les malts

= Mucose associated lymphoid tissue.

- Muqueuse = tunique la plus interne :

- TD
- Voies respiratoires

→ **Exemple** : la TD :

1) **Amygdales** (pharyngées, linguales...) :

- 1^{er} niveau de défense contre ce que l'on avale.
- On y trouve : des **amas de tissus lymphoïdes denses nodulaires** = follicule (lymphe B) et des **tissus lymphoïdes denses diffus** (zone T) + macrophages.

2) **Plaque de Peyer** au niveau de l'iléon (intestin grêle) → voir chapitre 9

Chapitre 8 : le système nerveux

Introduction générale

- Le système nerveux du point de vue fonctionnel :

- Le système nerveux du point de vue structurel : division en 2 parties :

1) SNC :

- Cerveau
- Moelle épinière

→ On a 2 types de cellules :

1) Cellules nerveuses = neurones. 3 propriétés :

- **Excitabilité** = capacité à répondre à un signal
- **Conductivité** = capacité de propager ce signal à travers la cellule
- **Communicabilité**

2) Cellules de soutien = cellules gliales (forme la neuroglie)

2) SNP :

- Nerf périphérique
- Ganglions (= amas particulier de cellules nerveuses)

XII. La cellule nerveuse ou neurone

11. Structure générale

→ Ex : neurone moteur qui va innover des cellules musculaires.

12. Cytologie

- Au niveau du péricaryon :

- Noyau
- Golgi
- Lysosomes
- Citernes du RER très abondantes et visualisables via la coloration de Nissel
- Mitochondries : se trouvent dans le péricaryon (+++), mais aussi dans les dendrites (+) et l'axone (++)
- Cytosquelette omniprésent

- **Rem** : le cytosquelette va jouer un rôle de transport à travers l'axone. On parle d'un transport antérograde, c'est-à-dire qui se fait du noyau au bouton terminal. → **Ex** : vésicule de neurosécrétion. Il existe aussi un transport rétrograde = transport qui se fait du bouton terminal au péricaryon.

13. Classification morphologique

→ Les tailles peuvent différer fortement.

- Diamètre du péricaryon : 150µm → 4-5 nm
- Longueur de l'axone : plusieurs centaines de micromètres à plusieurs dm
- Selon les structures architecturales, on a **3 catégories** :

1) Neurone multipolaire

2) Neurone bipolaire

3) Neurone pseudounipolaire

XIII. Les synapses

- Synapse = communication entre les cellules spécialisées. On a :

- Synapses interneuronales (entre neurones) :
 - ⇒ Axo-dendritiques
 - ⇒ Axo-somatiques
 - ⇒ Axo-axonique
- Synapses entre neurones et cellules musculaires
- Entre neurones et cellules sécrétrices
- Entre cellules sensorielles et neurones = synapse neurosensoriel

→ À partir de là, nous allons dessiner les grands types de synapses.

1) Dessin de la synapse axo-dendritique

- Voici la structure générale d'une synapse axo-dendritique :

→ S'il y a libération de neurotransmetteurs :

2) Dessin de la plaque motrice :

→ Grâce à l'entrée d'ions et tubule T → coulissage → contraction.

XIV. Les fibres nerveuses myélinisées et amyélinisées

1. Les fibres myélinisées (à gaine de myéline)

- On sait déjà que le système nerveux peut être considéré comme un système électrique : pour augmenter la capacité du système :

- Augmenter le diamètre du fil
- Mettre un isolant → c'est ce que l'on a au niveau des cellules nerveuses.

- C'est la gaine de myéline qui va servir d'isolant. Mais, signalons que cette myélinisation se fait différemment selon le SN :

- ⇒ **SNP** : via des cellules de Schwann
- ⇒ **SNC** : via des oligodendrocytes

→ C'est au niveau du SNP que l'on va détailler dans les points suivants.

k. La gaine de myéline dans le SNP

→ Mise en place durant la vie fœtale → jour 9-12 du développement embryonnaire.

- **CL** :

- On peut dessiner ce qui se passe de manière transversale :

→ En se faisant, le cytoplasme va être expulsé.

- *Mais vers quoi va ce cytoplasme expulsé* ? Il va vers :

- 1) On retrouve du cytoplasme dans la 1^{ère} spire entourant l'axone = collier interne.
- 2) On retrouve aussi toujours du cytoplasme dans la dernière spire = collier externe (avec noyau).
- 3) Il y a une concentration de cytoplasme dans les **boucles paranodales**, prolongement digitiformes aux extrémités distales de la cellule de Schwann. Dessin :

4) On retrouve du cytoplasme au niveau de ce que l'on appelle des **corridors cytoplasmiques** qui relient le collier interne et externe = incisures de Schmidt-Lanterman. En effet, on va se retrouver avec une **succession périodique** de :

- **2 feuillets internes** → ligne majeure
- **2 feuillets externes** → ligne mineure ou interpériodique

→ Illustration :

l. La gaine de myéline dans le SNC

→ On retrouve des différences majeures avec le SNP :

- 1) Les oligodendrocytes forment la gaine
- 2) Tas de cellules à la queue leu leu !
- 3) Pas de boucles paranodales
- 4) Pas d'incisures de Schmidt-Lanterman

- **Note de vocabulaire** : fibre nerveuse = cellule nerveuse + cellules de Schwann (gaine de myéline).

- **Info** : sclérose en plaque = maladie auto-immune.

2. Les fibres amyéliniques, à/et sans cellules de Schwann

- Au point de vue des cellules amyélinisées (sans myéline), on a 2 cas :

- Sans cellules de Schwann = cellule nerveuse nue (à conduction lente)
- A cellules de Schwann. **CT** :

→ Et une vue latérale :

XV. Le SNC (ME + encéphale)

1. La névroglie

- On a **2 types de cellules** :

- Neurones
- Cellules gliales formant la névroglie → on a 10 cellules gliales pour 1 neurone

- **Différents types de cellules gliales** :

- Astrocytes
- Oligodendrocytes

- Microgliocytes
- Ependymocytes

- Détaillons les différents types de cellules gliales :

a. Les astrocytes

- 2 niveaux :

1) Structure :

- On retrouve un corps cellulaire et des prolongements ramifiés (fibreuse ou protoplasmiques)
- Il y a bcp d'interactions :
 - ⇒ Entre astrocytes
 - ⇒ Avec neurones
 - ⇒ Avec pie-mère
 - ⇒ Avec les capillaires cérébraux

2) Rôle :

- Rôle de **charpente** (développement et adulte)
- Rôle **nourricier** de neurones
- Rôle **modulateur** de neurones
- **Barrière** sang/cerveau

b. Les oligodendrocytes

- 2 grandes fonctions :

- **Formation de la gaine de myéline** = substance blanche.
- **Rôle métabolique** (substance grise).

c. *Les microgliocytes*

- Caractéristiques :

- Peu abondants
- Petites, aplaties
- Avec prolongement épineux

- Origine : moelle osseuse (macrophages cachés, spécialisés = rôle de défense).

d. *Les épendymocytes*

- Il constitue une assise de cellules à disposition pseudoépithéliale :

- Ciliées
- Bordant :

⇒ Le canal de l'épendyme au niveau de la moelle osseuse

⇒ Ventricules (cavités du cerveau)

→ !!! : Pas de lame basale.

2. Substances blanches et grises

→ Voici une comparaison :

- Au niveau du cerveau :

- Substance grise périphérique
- Substance blanche centrale

- Schéma :

3. Les méninges

→ Les méninges constituent différentes membranes. Elles assurent une suspension du SNC à 2 niveaux :

- Au niveau du crâne (cerveau)
- Au niveau des vertèbres (moelle épinière)

- Schémas :

- Les différentes membranes sont :

(1) Dure-mère

= Méninge fibreuse, dure (MEC) + cellules pavimentaires en face interne.

- Rem : extensions macroscopiques → tente du cervelet = cloison au dessus du cervelet
→ faux cerveau (cloison en 2 hémisphères cérébraux).

(2) Arachnoïde

= Méninge molle bordée par des cellules pavimentées.

(3) Pie-mère

= Méninge molle. Dessin :

- Rem : jamais de contact direct entre pie-mère et neurone.

XVI.

Le SNP

- Le SNP correspond à :

- Nerfs crâniens (12 paires)
- Nerfs rachidiens (31 paires)

- On distingue 2 parties :

- 1) 1^{ère} partie : **afférente sensorielle, sensitive** → apporte des infos au SNC

2) 2^{ème} partie : **efférente, motrice** → on parle de 2 types de SN :

- **Système nerveux somatique** qui va innervé les muscles squelettiques volontaires.
- **Système nerveux végétatif** = autonome qui va innervé des viscères et des glandes.

1. Nerfs et tissus conjonctifs correspondant

- **Nerf** = tronc anatomiquement défini, rassemblant plusieurs faisceaux de cellules nerveuses. **Schéma** :

- **Ganglion** = structure ovoïde, encapsulée, sur le parcours des nerfs = relais. On a différents types de cellules :

- Capsule conjonctive
- Neurones : surtout corps cellulaires
- Cellules de Schwann
- Cellules satellites à fonction métabolique

Chapitre 9 : le système digestif

XVII.

La cavité buccale

14. Diversité de l'épithélium buccale

→ L'épithélium de la cavité buccale → EPSNK de type malpighien. Pour rappel, EPSNK :

- Epithélium
- Paventimoteux
- Stratifié
- Non
- Kératinisé

- Dans la cavité buccale arrivent les glandes salivaires :

- Glande parotide
- Glande séreuse

→ Ces 2 glandes sont des glandes acinotubuleuses séro-muqueuses (revoir le chapitre 2).

15. La langue

- La langue = massif musculaire avec des cellules musculaires squelettes striées disposées de manière :

- Longitudinal
- Circulaire
- Transversale

- Schéma :

- Description :

- 2/3 antérieur :

- V lingual :

- 1/3 postérieur : relief irrégulier avec abondance de Malt (chorion) déformant l'EPSNK.

- Schéma d'un bourgeon du goût :

16. La dent

- Structure générale de la dent :

- On sait également que :

- Complément d'informations :

- **Email** = MEC minéralisée à 97% :
 - ⇒ La **MEC** est **produite** par les **adamantoblastes** qui disparaissent au moment d'éruption dentaire.
 - ⇒ **MEC** unique avec une **forme de prisme** → composée de 2 parties organiques : améline, amélogénine = protéines.
- Dentine minéralisée et prédentine non-minéralisée. Cela est produit par des **odontoblastes** = 1 assise de cellules cylindriques.
→ Schéma de cette partie :

- Pour rappel, quelques notions :

- **Carie** = trou au niveau de l'émail

- **Plaque dentaire** → entraîne la formation du tartre en se calcifiant
- Dents :
 - 2 incisives
 - 1 canine
 - 2 prémolaires
 - 3 molaires

XVIII. Le pharynx

- Le pharynx est une cavité à fonction mixte :

- Voies respiratoires
- Voies digestives

→ Différentes parties :

- TD - oropharynx (en arrière de la bouche)
- Voies respiratoire - nasopharynx (en contact avec la cavité buccale)

→ On a de l'EPSNK avec une grande abondance de MALT (amygdales)

XIX. L'œsophage

- L'œsophage est un **tube droit de 25-30 cm** et qui sert au transfert des aliments vers l'estomac.

- On a une structure en 4 tuniques :

1) Muqueuse. On aura à ce niveau :

- a) **Epithélium** (on parle d'œsophage EPSNK)
- b) **Zone du chorion** (tissu conjonctif lâche au niveau duquel on retrouve des vaisseaux + MALT)
- c) **Musculaire de la muqueuse** = quelques couches de cellules musculaires lisses (CML) qui assurent la motricité locale de la muqueuse.

- 2) **Sous-muqueuse** constituée de tissu conjonctif + MALT + Plexus de Meissne (complexe de cellules ganglionnaires et nerveuses) + glandes.
- 3) La musculature composée de plusieurs couches de cellules musculaires + plexus d'Auerbach.
- 4) **Adventice** = couche de tissu conjonctif (insertion de l'œsophage dans les tissus environnants)

XX. Le tractus gastro-intestinal

- Le tractus intestinal est de manière générale organisé en 4 tuniques :

- Muqueuse
- Sous-muqueuse
- Musculaire
- Adventice/séreuse

→ On va donc parler de l'estomac, de l'intestin grêle et du gros intestin dans les points qui suivent.

XXI. L'estomac

- De manière générale, un schéma de l'estomac :

- Il est donc composé de 4 parties :

- 1) Cardia
- 2) Corps
- 3) Fundus
- 4) Pylore

- Fonctions :

- 1) **Broyage**/malaxage des aliments (CML +++)
- 2) Site de **digestion** :
 - Chimique → HCl
 - Biochimique → via la pepsine (pH optimum = extrême)
- 3) Zone de transit

→ Avec les 3 fonctions décrites → formation du **chyme** = pâte prédigérée très acide de pH 2-3 !!!

- Du point de vue cellulaire, on peut parler de la présence de 4 tuniques :

- I. MUQUEUSE (corps)

- Dessin :

→ La musculature, comme on le voit sur le dessin est divisible en 3 grandes parties :

- a) **Crypte** : cellules muqueuses à pôle fermé de la crypte.
- b) **Zone du collet** :
 - Cellules muqueuses à pôle fermé du collet
 - Cellules souches qui reconstituent l'épithélium (gastrique, crypte, glandulaire)
- c) **Zone glandulaire**. Elle est formée de :
 - ❖ Cellules muqueuses à pôle fermé
 - ❖ Cellules oxyntiques :
 - ⇒ Production d'HCl (voie écrine)
 - ⇒ Sécrétion du facteur intrinsèque → capture de la vitamine B12
 - ❖ Cellules principale = cellules séreuses → sécrétion de

pepsinogène = précurseur inactif de la pepsine.

❖ LULES APUD → amino Precursor uptake and decarboxylation :

⇒ Peptides

⇒ Amines biogènes

II. SOUS-MUQUEUSE

- La sous-muqueuse est constituée de tissus conjonctif lâche + MALT + plexus de MEISSNER.

III. MUSCULEUSE

- 3 couches de CML :

- + interne → CML obliques
- Couche moyenne → CML circulaires
- + externe → CML longitudinale

→ Malaxage !!!

IV. SEREUSE

- Séreuse = adventice doublée d'un feuillet supplémentaire = feuillet péritonéal viscéral (dérivé de la splanchnopleure). Représentation :

XXII. L'intestin grêle

- L'intestin grêle est composé de 3 parties majeures :

- **Duodénum** (recevant les sécrétions pancréas/foie exocrines)
- **Jéjunum**
- **Iléon**

- Intestin grêle = lieu d'absorption des métabolites résultant de la digestion enzymatique (aa, monosaccharides, lipides élémentaire).

- L'intestin grêle augmente considérablement la surface d'absorption et ce, à différents niveaux :

- 1) Niveau **anatomique** : long 6-7 m
- 2) Niveau **macroscopique** : replis transversaux réguliers = valvules
- 3) Niveau **tissulaire** : surface couverte de villosités (muqueuse)
- 4) Niveau **cellulaire** : entérocytes = plateau strié → + ou- 3000 microvillosité apicales.

4. Détails de la structure

m. Duodénum

- CT du duodénum :

- Il s'agit maintenant de détailler différents niveaux :

1) Au niveau des villosités = épithélium simple :

- **Entérocytes** à plateau strié
- Quelques **cellules caliciformes** = cellules caliciformes à pôle ouvert

2) Cryptes (ou glandes de Lieberkühn) :

- **Entérocytes** (partie supérieure)
- **Cellules souches** → reconstituent l'épithélium à 2 niveaux :
 - ⇒ Au niveau des villosités
 - ⇒ Au niveau des cryptes

- **Cellules caliciformes**
- **Cellules de Paneth** = cellules séreuses = sécrétion du lysozyme (protéine d'action antibactérienne)
- **Cellules APUD** – cellules enterochromaffine (cellules endocrines libérant des peptides, des amines biogènes...)

→ Quelques mots sur :

❖ Entérocytes

→ On peut faire un schéma :

❖ Cellules caliciformes

→ Sécrétion de mucus = protecteur et lubrifiant.

❖ Cellules APUD

→ On les retrouve fortement au niveau du duodénum et vont sécréter la **cholecystokinine** dans le sang. Cette molécule va avoir plusieurs effets :

- 1) Stimulation de la vésicule biliaire et entrainer la sécrétion
- 2) Stimulation du pancréas et entrainer la sécrétion

→ On peut parler d'un véritable **dialogue** entre les différentes parties du TD.

n. Jéjunum

- On distingue quelques différences comparées au duodénum :

- Muqueuse : bcp de villosités + fin
- Séreuse !
- Musculeuse = idem
- Sous-muqueuse = pas de glandes de Burner

o. Iléon

- On a une abondance de malt ????????

5. Fonctions de l'intestin grêle

- Cet intestin remplit 5 grandes fonctions :

1) Zone où le chyme gastrique sera neutralisé :

- Par le mucus des glandes de Bruner
- Par les sécrétions pancréatiques et par la bile qui arrive dans le duodénum

2) Lieu d'activité des enzymes pancréatiques

3) Lieu où s'achève la digestion enzymatique :

- Grâce aux enzymes du pancréas
- Grâce aux enzymes de la surface des entérocytes

4) Lieu d'absorption

5) Défense immunitaire

XXIII. Le gros intestin

- Les différentes parties du gros intestin sont :

1) Coecum relié à l'intestin grêle via la valvule iléo-caecale.

2) Appendice (siège de l'appendicite) → riche en plaques de Peyer.

3) Colon :

- Colon ascendant (adventice)
- Colon transverse (séreuse)
- Colon descendant (adventice)
- Colon sigmoïde (séreuse)

4) Rectum

5) Canal anal s'ouvrant via l'anus

- Quelques infos sur le colon :

1) Muqueuse :

- Pas de villosités
- Caliciformes Cryptes de Lieberkün (+++) avec entérocytes + cellules
- Chorion épais

2) Sous-muqueuse : classique

3) Musculeuse :

- Couche de CML à disposition circulaire
- CML disposées longitudinalement, rassemblées en 2-3 bandelettes longitudinales = taenia coli.

4) Adventice ou séreuse

- Au niveau du canal anal : muqueuse = épith = EPSNK (transition avec l'épiderme) + 2 sphincter (muscles annulaires) :

- Internes = involontaires
- Externes = volontaires

- Fonctions du gros intestin :

- Transit (12 h)
- Réabsorption de l'eau + ions
- Rôle de **défense** (Malt au niveau de la muqueuse et sous-muqueuse)

Chapitre 10 : les glandes annexes du TD

XXIV. Le pancréas

17. Le pancréas exocrine : sécrétion d'enzymes digestives et d'ions carbonates

- Schéma général :

- La partie exocrine constitue 98-99% de la masse cellulaire.

- Composition :

p. Acini séreux

- Ces acini séreux sont **tapissés de cellules centro-acineuse** (= cellule du passage de Boll) → Il nous faut revoir le schéma déjà vu au cours du premier semestre.

- On n'a pas de canal strié. On peut détailler le « chemin » : les acini → via le passage de Boll dans les canaux inter-lobulaires → confluence avec le canal de Wirsung → canal cholédoque → duodénum au niveau de l'ampoule de Vater.

- Les substances sécrétées par les acini sont surtout des procureuses enzymatiques :

- ❖ **Trypsinogène** : activé par l'entérokinase à la surface des anthérocytes pour former la trypsine.
- ❖ **Chymotrypsine** : activé par la trypsine pour former la chymotrypsine.
- ❖ **Procarboxypeptidase** : activé par la trypsine pour former la carboxypeptidase

→ Ce sont des enzymes qui deviendront actives dans le duodénum (nucléases → attaque des ac.n, lipases → attaque des lipides, saccharidases → attaques sucres...)

q. Cellules bordant les canaux inter-lobulaires

- **Production** également d'ions bicarbonates (HCO_3^-) par les cellules bordant les canaux inter-lobulaires (neutralisation du chyme gastrique) → Formation du sucre pancréatique de 1-1,5 l/24h.

18. Le pancréas endocrine

- Celui-ci est principalement composé des îlots de Langerhans = petits amas de cellules APUD. Caractéristiques :

- Séparés des acini par le tissu conjonctif
- Tissu vascularisé :
 - ⇒ Cellules alpha : sécrétion du glucagon hyperglycémiant.
 - ⇒ Cellules bêta : sécrétion de l'insuline hypoglycémiant.
 - ⇒ Cellule delta : sécrétion de somatostatine.

XXV. Le foie

1. Aspects macroscopiques

- Organe volumineux : 1,5 → kg (décentrée à droite) et composé d'un 1/3 de sang.
- Vue ventrale :

- Vue dorsale :

-

2. Aspects microscopiques : le lobule hépatique

- Foie = organisé en unités de structure = lobule hépatique. Caractéristiques :

- 1) Structure + ou - prismatique (à 6 côtés) avec un diamètre de 0,7 mm et haut de 2 mm.
- 2) Les lobules sont séparés entre eux par du tissu conjonctif interlobulaire :
 - Très présent chez le porc
 - Quasi absent chez l'homme
- 3) Aux points du prisme : 3 à 6 espaces ports munis à chaque fois de :
 - 1 dérivée de l'artère hépatique
 - 1 dérivée de la veine porte hépatique
 - 1 canal biliaire

→ Schéma :

- 4) Axe = veine centro-lobulaire
- 5) Prisme constitué de **travées de REMAK** = travée d'hépatocytes :

→ Différentes caractéristiques :

- A disposition radiaire
- Epaisseur = 1 seul hépatocyte
- Travées anastomosées
- Entre 2 travées, localement :
espace cylindrique occupé par un capillaire
sinusoïde.

Rem : au niveau des capillaires sinusoides : il y a un mélange de sang artériel (25%) et de sang veineux (75%)

3. Cytologie détaillée

a. Hépatocytes

- Dans ces cellules, les organelles sont bien représentées :

- Mitochondrie +++
- Lysosomes +++
- Peroxysomes +++
- REL +++ → lié à la fonction de détoxification du foie, via le système du cytochrome P 450
- Inclusions +++ :
 - ⇒ Grains de glycogène
 - ⇒ Inclusions lipidiques

→ Ces détails expliquent pourquoi les hépatocytes sont les cellules types en microscopie.

- Hépatocyte = cellule polarisée, avec 3 domaines :

1) Domaine vasculaire (environ 70% de la surface de la cellule) :

- Qui fait face à un capillaire sinusoïde
- Séparé du capillaire sinusoïde par l'espace de Disse
- Particularité :
 - ⇒ Bcp de villosités
 - ⇒ Activité d'endocytose très importante

→ Bref : cette cellule va capter bcp de choses présentes dans le sang.

2) Domaine hépatocytaire entre 2 hépatocytes (dans un même plan horizontal) :

- Interdigitations
- Complexes de jonction

3) Domaine biliaire. Si on fait une CT à travers une travée de REMAK :

→ On n'a donc pas un canal propre, mais juste un passage entre 2 cellules.

→ Pour que l'ensemble soit étanche : complexes de jonctions serrées.

b. Cellules endothéliales des capillaires sinusoides

- Ces cellules sont :

- Peu jointives
- Lame basale peu présente
- + collagène de type III (fibres réticuliniques)

c. Cellules de Küpffer (15 → 30%)

= macrophages spécialisés dans l'espace de Disse.

- Fonctions :

- Défense
- Destruction des GR (le foie, est après la rate le lieu de destruction des GR de 120 jours)

d. Cellules de Ito

= Cellules de ITO (peu abondantes) et qui se trouvent dans l'espace de Disse et rentrent dans le stockage de la vitamine A.

e. Cellules à granules

= « Pit cells ». On ne connaît pas encore la fonction de ces cellules.

4. Le tractus biliaire

→ Ensemble de canaux transportant la bile.

- Différentes choses à dire :

1) **Au niveau du lobule hépatique :**

- a) Canalicule biliaire au niveau des travées de REMAK (sans paroi propre)
- b) En périphérie du lobule = court canal bordé d'une assise de cellules cubiques = passage de HERING.
- c) Canaux biliaires des espaces ports.

2) **En dehors des lobules hépatiques :** confluence des canaux biliaires en canaux de diamètre croissant. On a 2 gros conduits sortant du foie = canal hépatique gauche et canal hépatique droit.

3) **En dehors du foie :**

→ On a bien différentes parties :

- 1) Canal cystique (évacue la vésicule biliaire).

- 2) Canal cholédoque
- 3) Canal de Wirsung (évacue le pancréas)

5. Vascularisation

- Particularité → double vascularisation afférente.

- 1) **Système artériel efférent** = artère hépatique (dérivée de l'aorte)
→ sang oxygéné.
- 2) **Système veineux afférent** = vaine porte-hépatique qui draine les capillaires intestinaux (sang peu oxygéné, mais riche en métabolites venant de l'intestin (glucose, aa, vitamines...)).

- Espace porte =

- Branche dérivée de l'artère hépatique.
- Branche dérivée de la veine porte-hépatique.

- Circulation :

- 1) **Au niveau des lobules hépatiques** → mélange de sang oxygéné/peu oxygéné au niveau des capillaires sinusoides (circulation complète) → collecte du sang par les veines centro-lobulaires.

2) **Hors lobule :**

- a) Confluence des veines centro-lobulaires en veines de calibre croissant = veine :

- Sus-hépatique
- Inter-lobulaire

- b) Sang arrive au niveau de la veine hépatique
→ veine cave inférieure.

6. Autres modèles d'organisation

→ Il existe d'autres modèles d'organisation du foie, mais nous n'en parlerons pas.

7. Histo-physiologie du foie

- On peut parler de plusieurs fonctions du foie :

A) Carrefour métabolique pour :

1) Protéines (synthèse et destruction) :

- **Dégradation des protéines :**
 - ⇒ Désamination des aa = urée
 - ⇒ Dégradation des noyaux hèmes pour donner de la bilirubine (dans la bile)
- **Biosynthèse des protéines** (notamment des protéines du plasma = albumine par exemple).

2) Sucres :

- Stockage du sucre du glycogène.
- Relargage si besoin de glucose.

3) Lipides : cholestérol. Le foie réalise la dégradation du cholestérol en acide cholique → il y aura ce que l'on appelle une conjugaison :

B) 2^{ème} site de destruction des GR (1^{er} = rate)

C) Production de la bile = solution aqueuse dans laquelle on a des ions en solution aqueuse (pH alcalin) :

- Cholestérol
- Bilirubine
- Sels biliaires

→ Ces substances vont augmenter le pH du chyme gastrique

D) Fonction de détoxification via le système du cytochrome P450

E) Défense : cellules de Küpffer (macrophages)

F) Régénération hépatique

→ Cirrhose = invasion du tissu conjonctif : cela perturbe la structure dans un premier temps et perturbe par conséquent la fonction. A long terme cela provoque la mort (alcoolisme).

8. Vésicule biliaire

- Plusieurs rôles de cette structure :

- Stockage
- Concentration
- Libération selon les besoins de la bile au niveau du duodénum (contrôle par les cellules APUD → véritable dialogue entre les différentes parties du TD).

