




UE2 – EMBRYOLOGIE
P12
FICHE N° 3 : GAMETOGENESE

SPERMATOGENESE	2
1. ORGANISATION TESTICULAIRE	2
1.1. Anatomie générale	2
1.2. Tubules séminifères = sites de la spermatogénèse	2
2. SPERMATOGENESE	3
3. BIOLOGIE DES SPERMATOZOIDES	5
3.1. Production des gamètes mâles : données générales	5
3.2. Acquisition du pouvoir fécondant	5
OVOGENESE	6
1. L'OVAIRE, SITE DE L'OVOGENESE	6
2. DES GONIES A L'OVULE	6
2.1. Déroulement de l'ovogenèse	6
2.2. Caractéristiques de l'ovogenèse	7
2.3. Résumé de l'ovogenèse	7
3. EVOLUTION FOLLICULAIRE	8
CONTROLE ENDOCRINIEN DE LA GAMETOGENESE	9
1. LES TISSUS ENDOCRINIENS ET LEURS SECRETIONS	9
1.1. Complexe hypothalamo-hypophysaire	9
1.2. Tissus gonadiques.....	9
2. CONTROLE DE LA SPERMATOGENESE	10
3. CONTROLE DE L'OVOGENESE ET DE LA FOLLICULOGENESE	10

 = vu 1 fois dans les annales depuis 2011
 = vu 2 fois dans les annales depuis 2011
 = vu 3 fois ou plus dans les annales depuis 2011



Particularité de votre faculté :

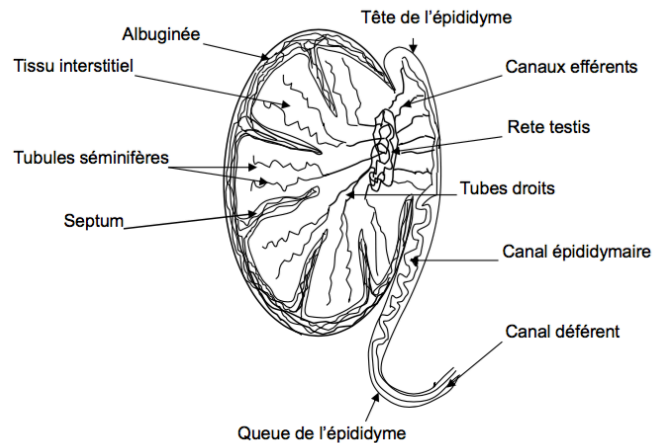
SPERMATOGENESE

Ensemble des étapes qui conduit les cellules germinales d'un individu mâle depuis un état de **cellules souches** à celui de **gamètes**, les **spermatozoïdes** (spz). Elle se déroule au sein des gonades mâles, les **testicules** ☑

1. ORGANISATION TESTICULAIRE

1.1. Anatomie générale

- Forme ovoïde, 2 compartiments tissulaires distincts :
 - o compartiment **germinatif** : cellules **germinales** et cellules **somatiques**
 - o compartiment **interstitiel** (tissu mésenchymateux) : uniquement cellules **somatiques**
- Interactions entre les diverses populations cellulaires → **synergie fonctionnelle**
- Testicule accolé à une structure allongée, renflée à l'une de ses extr. : l'**épididyme** (tête, corps, queue), ≠ gonade ☑
- Testicule comporte :
 - o capsule fibreuse protectrice qui entoure la gonade, l'**albuginée** (riche en collagène + CML qui participent à l'évacuation des produits génitaux)
 - o cloisons (**septa**) délimitant ≈ **300 lobules** testicul. contenant chacun **2 à 4 tubules séminifères (TS)** noyés dans un tissu mésenchymateux : le **tissu interstitiel**

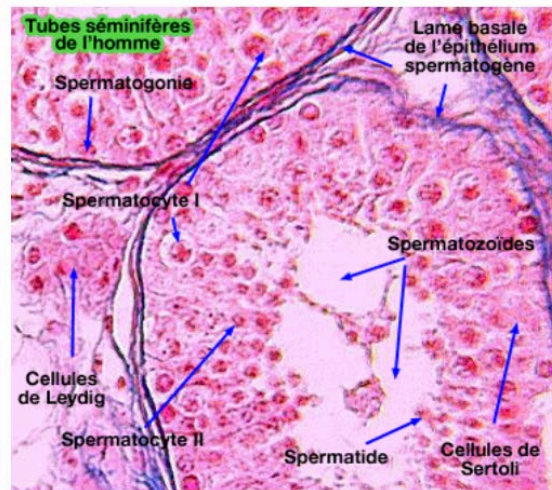
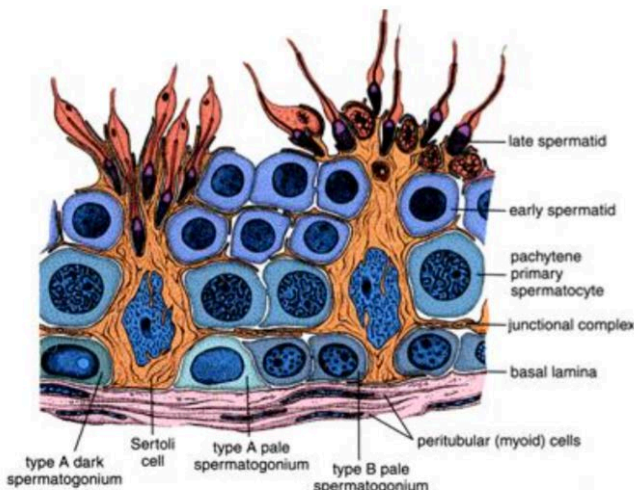


Tubules séminifères → **tubes droits** → **rete testis** (structure canaliculaire anastomosée) → **canaux efférents** qui se raccordent au **canal épидидymaire** → **canal déférent**

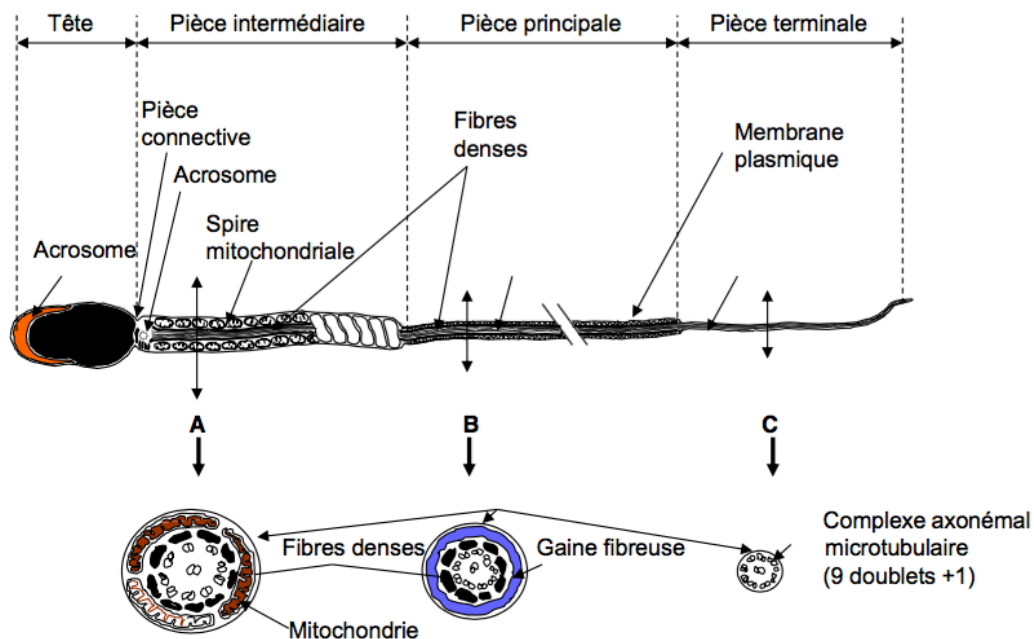
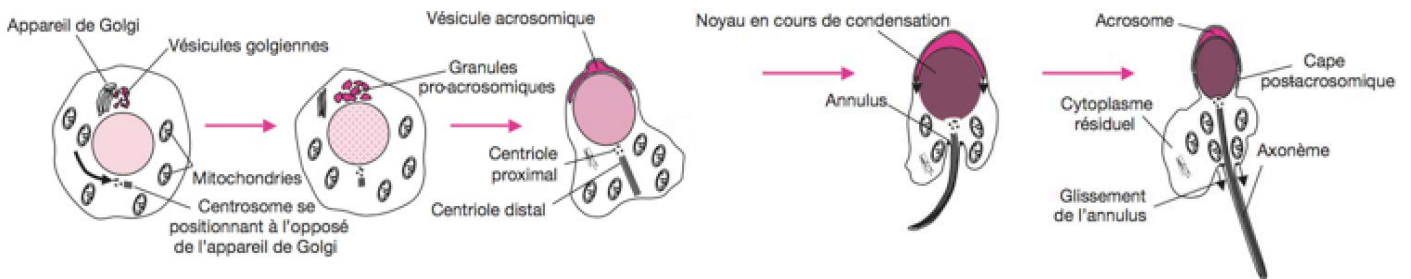
1.2. Tubules séminifères = sites de la spermatogénèse

- **Épithélium pluristratifié** ☑ reposant sur une lame basale (LB), constitué d'une association de **cellules**
 - o **cellules somatiques** = cellules de **Sertoli** ☑
 - o **cellules germinales** qui évoluent durant la spermatogénèse en direction de la lumière centrale du TS
- En périphérie, **cellules myoïdes** (recouvertes par structure riche en fibrilles de collagène I et II) qui se contractent périodiquement → **libération des spz** dans la lumière du TS
- Au contact de la LB, cellules de **Sertoli** et **spermatogonies** ☑
- TS environnés par un TC lâche (25 à 30% du tissu testiculaire), vascularisé (sang et lymph) et innervé, comportant diverses catégories de cellules **somatiques** :
 - o cellules libres (macrophages)
 - o cellules de **Leydig** → hormones androgènes

NB : interactions ++ entre diverses populations cellulaires composant l'ensemble du tissu testiculaire



<p>Dernière étape de la gamétogenèse : Spermiogénèse</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cytodifférenciation terminale des spermatides (cellules initiales rondes) en spz - A la suite de cette phase, les spz sont libérés dans la lumière du TS = spermiation - 4 phénomènes principaux au cours de la spermiogénèse
	<p>Réorganisation nucléaire</p> <ul style="list-style-type: none"> - Condensation du noyau (forme ovoïde) suite à : <ul style="list-style-type: none"> o élimination de divers constituants o remplacements des histones par des protamines (riches en Arg et Cys) → formation ponts disulfures → compaction de la chromatine = protection du matériel héréditaire → disparition des nucléoles
	<p>Apparition et mise en place de l'acrosome</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formation de granules pro-acrosomiques à partir de vésicules golgiennes - Coalescence des vésicules → vésicule acrosomique plaquée contre l'enveloppe nucléaire → acrosome contenant : <ul style="list-style-type: none"> o enzymes lytiques : hyaluronidase, sialidase, phosphatase acide o protéase à activité trypsine = acrosine
	<p>Assemblage de la queue</p> <ul style="list-style-type: none"> - Déplacement du centrosome au pôle opposé de celui où se forme l'acrosome <ul style="list-style-type: none"> o centriole proximal demeure contre le noyau où il forme complexe centriolaire o centriole distal s'allonge et les MT, assemblés en 9 doublets périphériques + 1 doublet central, forment le complexe axonémal du flagelle (de la pièce intermédiaire à la pièce terminale) - Mise en place de la pièce connective à proximité du noyau - Mise en place des fibres denses et de la gaine fibreuse - Organisation des mitochondries en un manchon hélicoïdal autour des fibres denses dans la région de la pièce intermédiaire
<p>Élimination du surplus cytoplasmique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Éléments inutiles sont éliminés et absorbés par la cellule de Sertoli 	

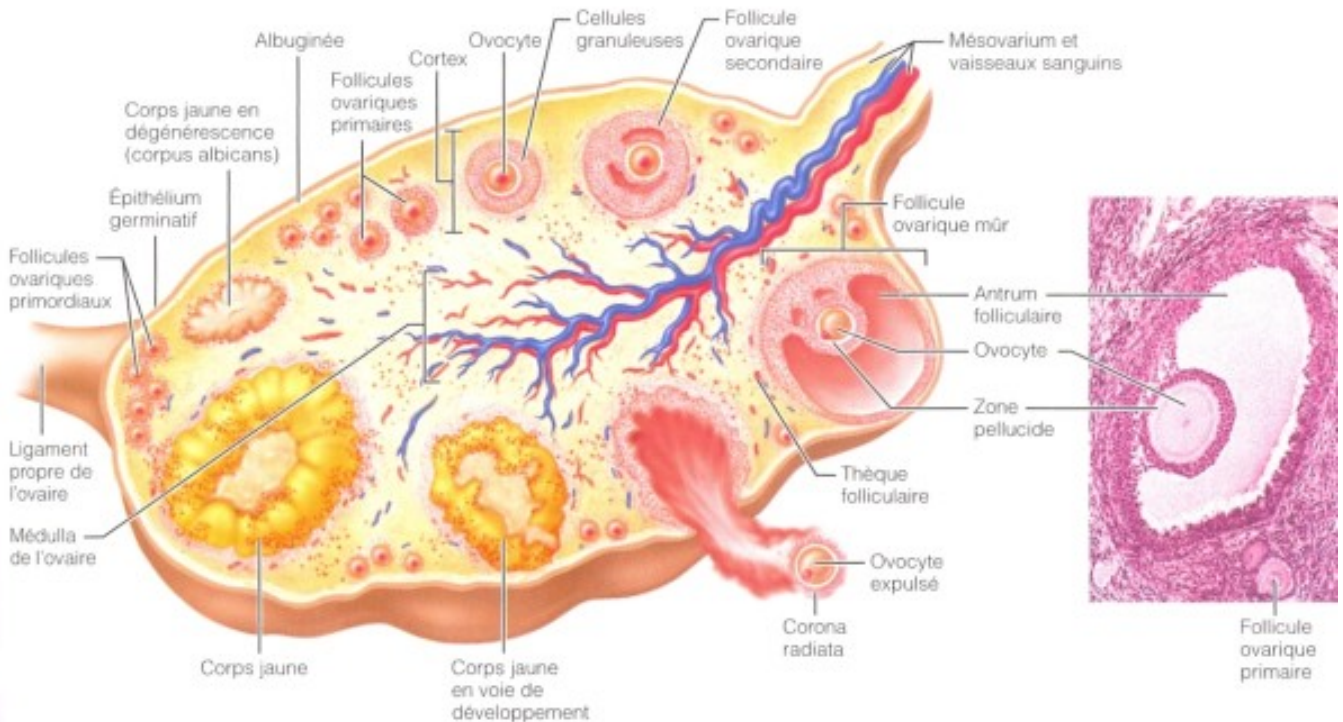


OVOGENESE

= Ensembles des phénomènes qui conduisent à la formation de cellules aptes à être fécondées, les ovules. Elle se déroule dans la gonade femelle ou ovaire et s'achève lors de la fécondation

1. L'OVAIRE, SITE DE L'OVOGENESE

- Petites masses **richement vascularisées**, en position intra-abdominale ; un ovaire de chaque côté
- Chaque ovaire est délimité et protégé par un tissu fibreux, l'**albuginée**, qu'entoure un épithélium unistratifié
- En interne, un tissu de type conjonctif présente 2 zones :
 - o **cortex germinatif** en périphérie, où se situent :
 - **cellules germinales + enveloppes cellulaire / membranaires** formant un ensemble appelé **follicule**
 - **cellules somatiques** sécrétrices d'**hormones stéroïdes** ☑
 → **production gamètes + production hormones stéroïdes + gamétogenèse + folliculogénèse**
 - o **médulla** au centre, richement vascularisée



2 fonctions essentielles

- **Exocrine** = **gamétogenèse** : production des ovocytes
- **Endocrine** = **sécrétion d'hormones** déversées dans la circulation sanguine
 - o **estrogènes** par les follicules
 - o **progestérone** par le corps jaune

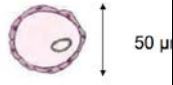

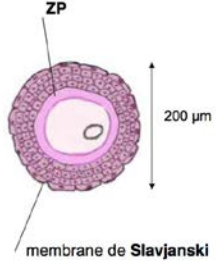
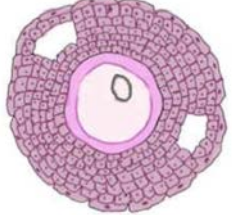
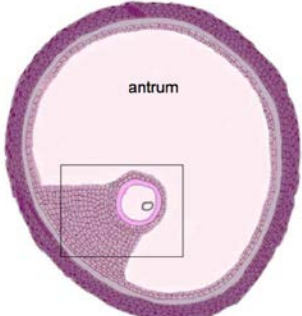
2. DES GONIES A L'OVULE

2.1. Déroulement de l'ovogenèse

Multiplication (mitoses)

- Après colonisation des crêtes génitales, gonocytes primordiaux prolifèrent et deviennent des **ovogonies**
 - o **multiplication active** jusqu'à la 14^{ème} semaine de gestation ☑
 - o **ralentissement** progressif des mitoses et **arrêt définitif** vers la 20^{ème} semaine de gestation ☑
 → **4 à 7.10⁶ ovogonies** sont ainsi produites = **stock définitif**, constitué pendant la vie *in utero*
- **2.5.10⁶ poursuivent leur évolution** en devenant des **ovocytes I** cessant de se diviser ☑
- **les autres dégèrent**

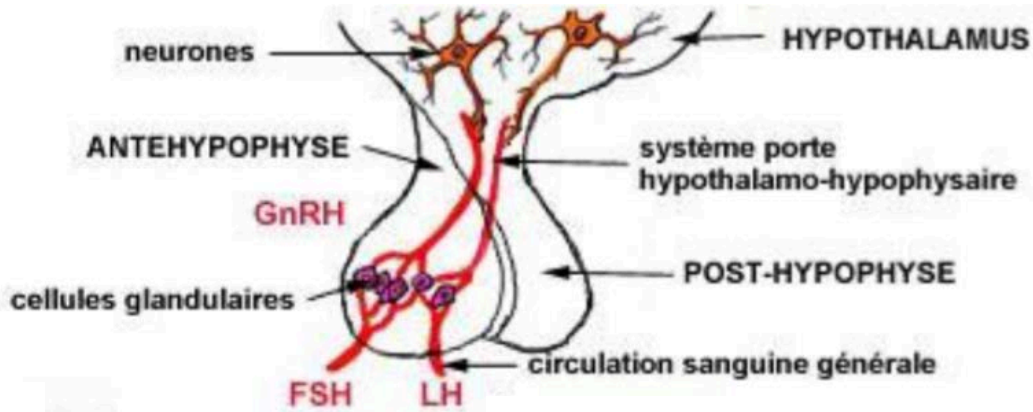
3. EVOLUTION FOLLICULAIRE

<p>Follicules primordiaux</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Formés durant la vie fœtale - Des cellules somatiques du stroma s'associent aux ovocytes I et forment en périphérie de ces derniers une couche de cellules folliculeuses monostratifiée aplatie, localisés à la périphérie de zone corticale, à proximité de l'albuginée 		
<p>Follicules primaires</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Formés à partir de la naissance - Les follicules qui subsistent après le phénomène d'atrésie périnatale s'engagent par lots dans les étapes ultérieures de l'évolution folliculaire - Multiplication des cellules folliculeuses qui s'agencent en une monocouche de cellules cubiques plaquée contre l'ovocyte 		
<p>Follicules secondaires</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Follicules pleins pluristratifiés - Progressivement, 1^{ère} assise cellulaire se décolle de l'ovocyte → corona radiata et apparition de la zone pellucide (glycoprot. ZP1, ZP2, ZP3) entre ovocyte et corona radiata - Au fur et à mesure que les cellules folliculeuses prolifèrent, leur disposition devient moins régulière → constitution d'un massif = granulosa, à la périphérie de laquelle se différencie la membrane de Slavjanski - Le stroma ovarien s'organise autour du follicule et forme la thèque contenant des capillaires sanguins + cellules à sécrétion endocrine - Certains subiront une atrésie durant l'enfance, d'autres continueront à évoluer par lots à partir de la puberté 		
<p>Follicules tertiaires = cavitaires</p>	<ul style="list-style-type: none"> - A partir de la puberté, à chaque cycle ovarien, quelques lots de follicules II deviennent follicules tertiaires - Cavités se creusent à la périphérie du follicule - Théque s'organise en 2 zones : <ul style="list-style-type: none"> o thèque interne, vascularisée, en contact avec le restant du follicule, aspect granulaire (cellules aux noyaux arrondis) o thèque externe, fibreuse, en continuité avec le TC ovarien 		
<p>Follicule antral mûr de De Graaf</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Parmi follicules III formés, un seul poursuivra son évolution en follicule mature - Suite à coalescence des cavités → formation antrum = vaste cavité unique remplie de liquide biologique (liquor folliculi), bordée par cellules de la granulosa - Cumulus oophorus (ovocyte I + ZP + corona radiata) fait saillie dans l'antrum et forme une hernie à la surface de l'ovaire → volume maximal = 2 cm dont ovocyte I = 120 µm 		
<p>Croissance folliculaire</p>	<p>4 séquences</p>	<p>Recrutement</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Follicules primordiaux → follicules primaires - Permanent depuis la période fœtale
		<p>Croissance folliculaire basale</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Follicules primaires → follicules secondaires - 65 jours ; phase indépendante de la FSH
		<p>Sélection</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Follicule secondaire le + volumineux - Seuil de sensibilité à la FSH + bas
		<p>Dominance</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sécrétion de FRP (follicular regulatory protein) par le follicule dominant → dégénérescence des autres
<p>Remodelage du follicule rompu - Lutéinisation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Vers J14 du cycle ovarien</u>, l'ovocyte achève sa 1^{ère} division de méiose → expulsion du 1^{er} gp : cumulus oophorus libéré dans l'antrum et expulsé de l'ovaire suite à la rupture des parois ovarienne et folliculaire - Structure folliculaire laissée en place dans l'ovaire se transforme en corps jaune (corps progestatif) : cellules de la granulosa deviennent des cellules lutéiniques productrices de progestérone, libérée directement dans les capillaires issus de la thèque interne <ul style="list-style-type: none"> - <u>si fécondation</u> → maintien et développement du corps jaune - <u>si absence de fécondation</u> → involution du corps jaune, devient atrétique et laisse trace cicatricielle = corpus albicans → arrêt des sécrétions hormonales → menstruations 		

CONTROLE ENDOCRINIEN DE LA GAMETOGENESE

1. LES TISSUS ENDOCRINIENS ET LEURS SECRETIONS

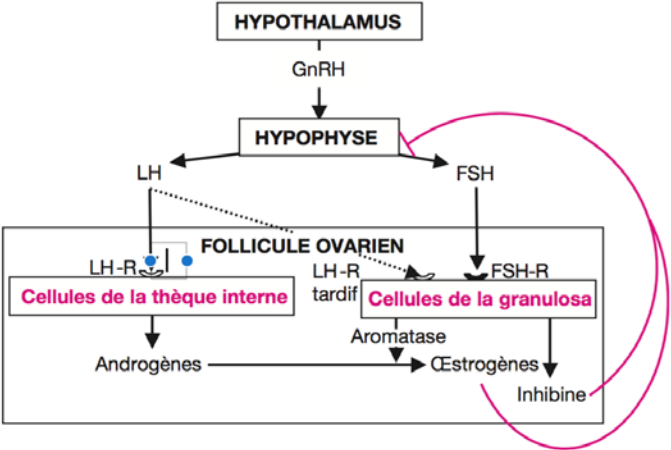
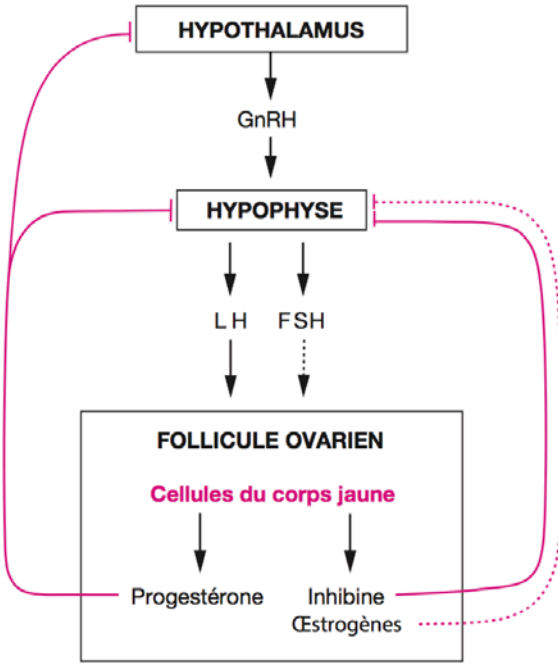
1.1. Complexe hypothalamo-hypophysaire



Hypothalamus	<ul style="list-style-type: none"> - Situé au niveau du 3^{ème} ventricule de l'encéphale - Reçoit et intègre un ensemble d'informations acheminées par voie nerveuse et sanguine, en particulier informations sur taux sanguins d'hormones circulantes ; ces taux sanguins d'hormones circulantes régulent leur fonctionnement par des phénomènes de rétrocontrôle = feed-back - Production de manière cyclique de gonadolibérine = GnRH (gonadotrophin-releasing Hormone) - Stimulation de l'antéhypophyse (= lobe antérieur de l'hypophyse)
Hypophyse	<ul style="list-style-type: none"> - Reliée à l'hypothalamus par la tige pituitaire - Constituée de 3 lobes dont la partie antérieure = antéhypophyse joue un rôle déterminant dans la gamétogenèse (par ses sécrétions régularisées par la GnRH) - Production de gonadostimulines : <ul style="list-style-type: none"> o hormone folliculo-stimulante = FSH <ul style="list-style-type: none"> • détermine croissance des follicules • nécessaire au déroulement de la spermatogenèse o hormone luteino-stimulante = LH <ul style="list-style-type: none"> • déclenche ovulation et provoque formation du corps jaune • stimule la sécrétion de testostérone par les cellules de Leydig

1.2. Tissus gonadiques

Hormones stéroïdes	<ul style="list-style-type: none"> - Œstrogènes produits par follicules ovariens <ul style="list-style-type: none"> o œstradiol, œstrone, œstriol - Androgènes <ul style="list-style-type: none"> o testostérone, produite par cellules de Leydig o intermédiaires dans le métabolisme des stéroïdes → production d'hormones féminines - Progestérone élaborée par cellules du corps jaune ; production maintenue si gestation
Protéines régulatrices	<ul style="list-style-type: none"> - Sécrétées par tissus somatiques de l'ovaire et du testicule - Complètent le contrôle de la gamétogenèse par leur <u>rôle régulateur</u> à ≠ niveaux de la production des hormones sexuelles ou par leur <u>rôle de transporteurs d'hormones</u> - Facteurs protéiques rattachés à la superfamille des TGFβ, sécrétés par cellules de Sertoli et cellules folliculaires de la granulosa : <ul style="list-style-type: none"> o activine o inhibine o ABP = Androgen Binding Protein, protéine de liaison produite par <u>cellules de Sertoli</u>

<p>Phase folliculeuse <i>suite</i></p>		
<p>Phase ovulatoire</p>	<p>Vers le 14^{ème} jour du cycle</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fin de la 2^{ème} semaine de la phase folliculeuse : taux d'œstrogène circulant atteint un maximum - → rétrocontrôle positif au niveau de l'axe H-h - Décharge rapide de LH et dans un degré moindre de FSH = décharge gonadotrope → follicule de De Graaf subit des remaniements structuraux avec libération du cumulus oophorus dans l'antrum - Parallèlement : rupture de la paroi ovarienne fragilisée au niveau de ce follicule → 36h après la décharge ovulante : ovulation + ↓ œstrogène
<p>Phase Lutéale = post-ovulatoire = progestative</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Préparation muqueuse utérine (endomètre) pour éventuelle nidation du blastocyste, sous l'influence de la progestérone ☑: <ul style="list-style-type: none"> o turgescence du TC de l'endomètre o développement de la vascularisation o sécrétions de l'épithélium glandulaire o production de glycogène par les cellules de l'endomètre - <u>Sous l'influence de la FSH et surtout de la LH</u> (qui restent dans un 1^{er} temps à un niveau élevé) : <ul style="list-style-type: none"> o transformation des cellules de la granulosa en cellules du corps jaune - <u>Sous la dépendance de la LH</u> : <ul style="list-style-type: none"> o sécrétion de progestérone par le corps jaune qui continue à sécréter l'œstradiol et l'inhibine → rétrocontrôle négatif sur l'axe H-h (↘ progressive de LH et FSH) 	

<p>Evolution des taux hormonaux et de l'endomètre durant le cycle menstruel</p>	
<p>Si absence de fécondation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Effets du feed-back (dus aux taux +++ de progestérone et d'œstrogènes) provoquent ↓ progressive de LH et de FSH → régression du corps jaune et donc ↓ brutale du taux de progestérone et d'œstrogène pour revenir à des niveaux identiques à ceux observés au début du cycle → nécrose de la couche superficielle de l'endomètre → hémorragies qui persistent pendant 4-5 jours = règles = menstruations
<p>Si fécondation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cellules du trophoblaste ☑ produisent de la gonadotrophine chorionique ou hCG (human chorionic gonadotrophin), hormone aux effets analogues à ceux de la LH → maintien du corps jaune → poursuite de la production de progestérone jusqu'au relais par les tissus placentaires
<p>Bilan</p>	