

Partie I : Embryologie

I - Introduction

Une propriété fondamentale des organismes vivants est leur capacité de se reproduire et d'assurer ainsi la continuité de la vie. La reproduction consiste en la création de nouveaux individus. On distingue classiquement deux grands groupes de reproduction :

La reproduction sexuée implique la participation de deux gamètes mâle et femelle de la même espèce. Ce mode de reproduction implique l'union des deux gamètes haploïdes (n chromosomes), mâle (spermatozoïde) et femelle (ovule).

Chez les **espèces gonochoriques**, les sexes sont complètement séparés, la spermatogenèse et l'ovogenèse se déroulent chez deux individus différents : (mâle et femelle). Le sexe de ces individus est déterminé génétiquement par la nature des chromosomes sexuels : chromosomes X et Y chez les mammifères et Z et W chez les oiseaux.

a) L'un des deux sexes est hétérogamétique et forme deux catégories de gamètes différents par la nature du chromosome sexuel : le mâle (XY) chez les mammifères et la femelle (ZW) chez les oiseaux.

b) L'autre sexe est homogamétique et ne forme qu'une seule catégorie de gamètes : la femelle (XX) chez les mammifères et le mâle (ZZ) chez les oiseaux.

Chez les **espèces hermaphrodites**, l'individu est morphologiquement mâle et femelle, soit alternativement soit simultanément (un même individu porte les deux types de gonades : mâle et femelle). Ex. les invertébrés

* Hermaphrodite simultané : un même individu peut produire simultanément des gamètes mâle et femelle (autofécondation), Les gonades mâles et femelles peuvent être bien différenciés dans deux organes différents, ou mélangés dans une même glande : l'ovotestis. Ex. ver de terre, escargot.

* Hermaphrodite successif ou séquentiel : un même individu peut produire successivement les gamètes mâles puis femelles (hermaphrodisme protérandrique) ou moins souvent d'abord femelle, puis mâle (hermaphrodisme protérogynique). Ex. certains mollusques.

La reproduction asexuée consiste à produire un ou plusieurs nouveaux individus à partir d'un seul parent. Les descendants sont identiques sur le plan génétique avec leur unique parent. Ce mode de reproduction existe chez les bactéries et les organismes unicellulaires sous la forme d'une division binaire (une cellule mère donne deux cellules filles) mais aussi chez les organismes pluricellulaires.

La parthénogenèse est un mode de reproduction asexuée qui désigne l'ensemble des phénomènes permettant le développement d'un nouvel organisme à partir d'un ovocyte, sans participation du spermatozoïde (sans fécondation).

L'embryologie est l'étude de l'ontogenèse : Ontos = être vivant ,
Genèse = formation

C'est l'étude du développement de l'individu depuis l'œuf jusqu'à la mise en place des organes.

II- Grandes lignes du développement :

Le développement embryonnaire se caractérise d'une manière générale par les étapes suivantes :

1- Fécondation : s'explique par l'association du gamète mâle à un gamète femelle donnant un zygote (œuf fécondé).

2- Segmentation : correspond au clivage du zygote jusqu'à l'acquisition de forme particulière.

3- Gastrulation : correspond à la mise en place des trois feuillets embryonnaires primitifs :

*Endoderme : feuillet interne *Mésoderme : feuillet moyen *Ectoderme : feuillet externe

4- Neurulation : correspond à la mise en place du futur matériel nerveux sous forme d'un tube appelé tube neural.

5- Organogenèse : correspond à l'apparition des ébauches des différents futurs organes.

III- Différents types d'œufs :

- Dans le règne animal, on distingue différents types d'œufs classés selon la quantité et la répartition du vitellus (lécithe) dans l'œuf vierge (non fécondé).

Le vitellus : constitue les réserves nutritives renfermées dans l'œuf.

L'œuf est caractérisé par une symétrie axiale, ayant un pôle animal (PA) apical proche du noyau et un pôle végétatif (PV) basal situé à l'opposé du noyau .

* Chez l'oursin : Oeuf oligolécithe : contient peu de réserves.

* Chez les amphibiens : Oeuf mésolécithe = hétérolécithe : la répartition du vitellus est inégale et va en augmentant du PA au PV.

* Chez les oiseaux : Oeuf télolécithe = mégalécithe : les œufs sont très gros car riches en vitellus.

* Chez les mammifères placentaires : Oeuf alécithe : dépourvu de vitellus car il est très petit.

IV- Appellations caractéristiques de l'embryon :

1- Germe : correspond aux premiers stades du développement tant que la forme externe est plus ou moins sphérique (première semaine).

2- Embryon : c'est le stade à partir duquel apparaît une forme d'ensemble reconnaissable (région céphalique, région dorsale, région ventrale, région caudale), à partir de la 2^{ème} semaine jusqu'à la fin du 2^{ème} mois).

3- Fœtus : On l'emploie pour les mammifères, à partir où l'embryon ressemble plus ou moins à l'adulte. Pour l'Homme à partir du 60^{ème} jour soit le 3^{ème} mois du développement embryonnaire.

V- Plans de coupes :

L'étude du développement embryonnaire nécessite la vue de l'embryon selon des plans de coupes. On distingue essentiellement :

La coupe transversale : qui est perpendiculaire au plan de symétrie bilatérale et peut être dorsale ou ventrale.

La coupe sagittale : elle passe par le plan de symétrie bilatérale de l'embryon.

APPAREILS GENITAUX MALE ET FEMELLE CHEZ L'HOMME

Appareil génital mâle : Il est formé de :

- une paire de glandes génitales (= gonades) : testicules
- les voies génitales (spermatiques)
- les glandes annexes
- l'organe de copulation

A- les glandes génitales mâles ou gonades mâles :

a- Anatomie : Elles sont représentées par une paires de testicule : glandes ovoïdes, fermés et élastiques de coloration blanc enfermées dans les bourses =scrotum : sac épidermique favorisant une température = 34,4°C.

b- Histologie (structure) du testicule :Le testicule est enveloppé d'une capsule épaisse faite de tissu conjonctif dite : albuginée, qui émet à l'intérieur du testicule des travées ou des cordons séparant ainsi le testicule en lobules testiculaires (250 lobules testiculaires/testicule). Chaque lobule loge 3 à 4 fins canalicules pelotonnés sur eux-mêmes = les tubes séminifères, lieu de production des spermatozoïdes. Entre les tubes séminifères règne un tissu conjonctif vascularisé renfermant des amats cellulaires dispersées appelés les cellules de Leydig (la glande interstitielle du testicule): responsable de la production des hormones mâles (androgènes mâles).

Rôle : Le testicule est considéré comme une glande mixte (amphicrine) car il assure une double fonction sécrétrice :

- une fonction exocrine : production des spermatozoïdes (glande exocrine)
- une fonction endocrine : production des androgènes (glande endocrine)

B - Les voies spermatiques ou les voies génitales mâles :

- a. Les voies intra-testiculaires: Le tubes droits et Le réseau de Haller : Le Rête testis.
- b. les vois extra-testiculaires : Les cônes efférents, le canal épидидymaire , le canal déférent , le canal éjaculateur et le canal urogénital (urètre)

C - Les glandes annexes : ce sont des glandes à sécrétion exocrine, elles contribuent à la formation du liquide séminal.

1- Vésicule séminale : ce sont deux glandes tubulaires pelotonnées, elles produisent un liquide claire et visqueux = plasma séminal : sécrétions alcaline riche en protides, lipides et sels minéraux, acide ascorbique et fructose (source d'énergie des spermatozoïdes) permettent la mobilité des spermatozoïdes. Elles sécrètent une substance la vésiculine qui permet la coagulation du sperme.

2- La prostate : glande exocrine et médiane entourant le carfour urogénital. Le produit élaboré est le liquide prostatique, sécrétion acide, riche en acides aminés en enzymes (phosphatases, transaminases et les protéases) en Na^{+2} , Ca^{+2} , K^{+2} et de la spermine dont l'oxydation est responsable de l'odeur caractéristique du sperme.

3- Glande bulbo-urétrale (de Mery-Cowper) : 2 petites masses glandulaires se trouvant après l'urètre membraneux qui se continue par le canal éjaculateur. Elles sécrètent un liquide comparable à celui de la prostate. Ce fluide lubrifie l'urètre pour faciliter le passage du sperme et aussi protège les SPZ de la toxicité des urines.

Le sperme : le produit ou le résultat de l'éjaculation, il est formé de 2 parties : une partie solide représentée par les spermatozoïdes qui baignent dans la partie liquide représentée par le liquide séminal (produit des glandes annexes). Le volume global d'un éjaculat $\approx 3\text{ml}$. Le nombre moyen de spermatozoïdes/ mm^3) = $60000 \text{ spermatozoïdes} / \text{mm}^3 = 180 \text{ millions spermatozoïdes} / \text{éjaculat}$.

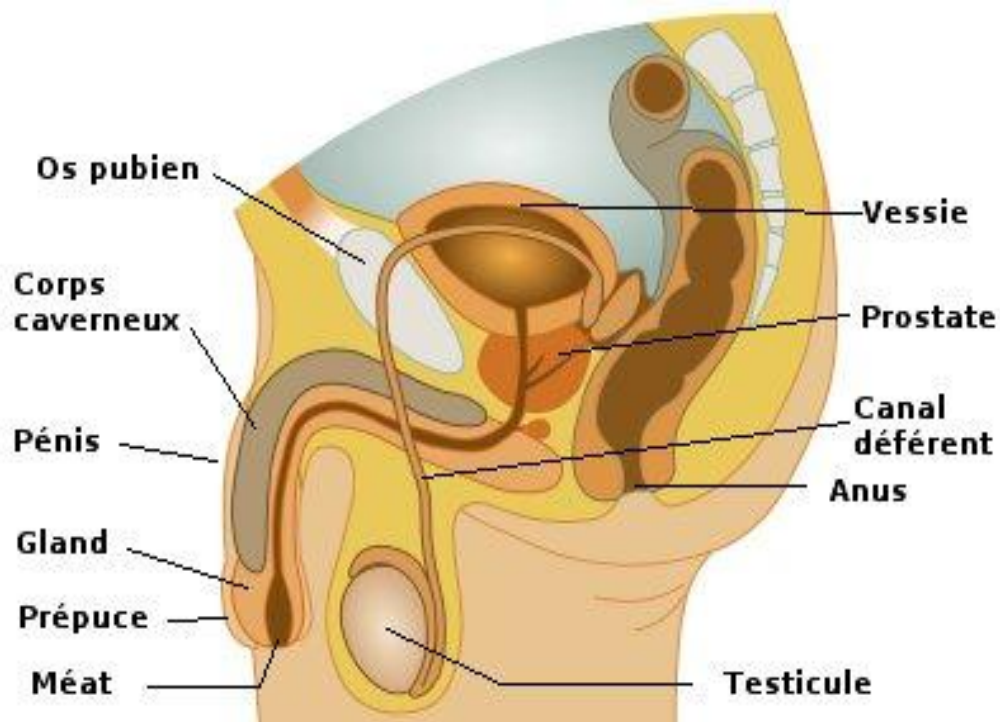
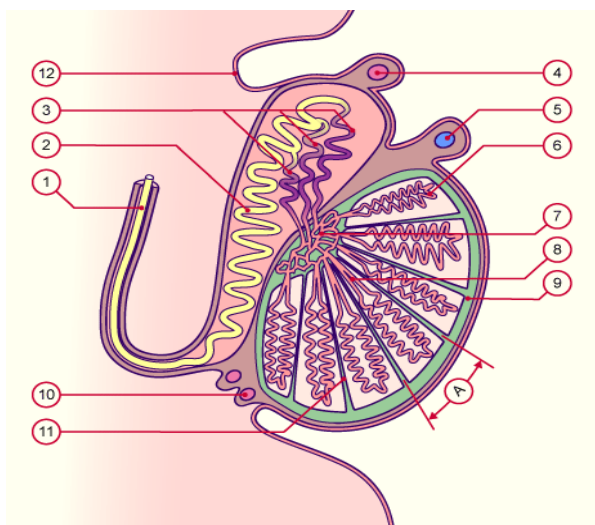


Fig.1 Anatomie de l'appareil génital mâle



- 1 Canal déférent (Wolff)
- 2 Epididyme
- 3 Canalicules efférents
- 4 Appendice épидидymaire
- 5 Appendice testiculaire
- 6 Tubules séminifères contournés
- 7 Rete testis
- 8 Tubules séminifères droits
- 9 Tunique albuginée
- 10 Paradidyme
- 11 Septa interlobulaires
- 12 Mesothélium
- A Lobule

Fig.2 Coupe longitudinale au niveau d'un testicule

Appareil génital femelle :

Il est constitué de :

- Gonades : ovaires
- Tractus génital (les voies génitales)
- Organes génitaux externes

A- Gonades : ovaires : Ce sont 2 organes ovalaires aplatis mesurant 3 à 5cm de long, 2cm de largeur et 1cm d'épaisseur. Dans l'ovaire il existe deux régions : corticale et médullaire

- **zone corticale :** épithélium ovarien qui comporte des structures folliculaires qui baignent dans le stroma = tissu conjonctif compact (riche en cellules et pauvre en fibres)
- **zone médullaire :** constitué d'un stroma plus lâche riche en vaisseaux sanguins et lymphatiques.

Rôle : L'ovaire remplit une double fonction sécrétrice :

- sécrétion exocrine : production des ovules (ovogenèse)
- sécrétion endocrine : production des androgènes femelles (progestérone, oestrogènes)

B- Tractus génital :

1- Trompes utérines (=oviductes = Trompe de Fallope) : chaque trompe comporte :

*Pavillon : présente des projections digitiformes appelées : franges qui recueillent l'ovocyte expulsé par l'ovaire.

*Ampoule : portion longue et large de 7 à 8cm de long ; représente le lieu habituel de la fécondation

*Isthme : portion courte et étroite de 3 à 4 cm de long ; permet l'accumulation et la sélection des SPZ.

2 - Utérus : formé de 2 parties : corps et col

a- Le corps utérin :

- Endomètre : muqueuse : épithélium+chorion
- Myomètre : cellules musculaires qui se disposent en 3 tuniques séreuses

b- Le col utérin : sécrète le mucus cervical (glaise cervicale) qui devra être traversé par les spermatozoïdes. Il exerce un effet protecteur vis-à-vis de l'environnement hostile du vagin, exerce une activité antibactérienne.

Rôle : lieu de nidation de l'œuf fécondé.

3- Vagin

C - les organes génitaux externes : les glandes de Bartholin et la vulve : petites lèvres et grandes lèvres

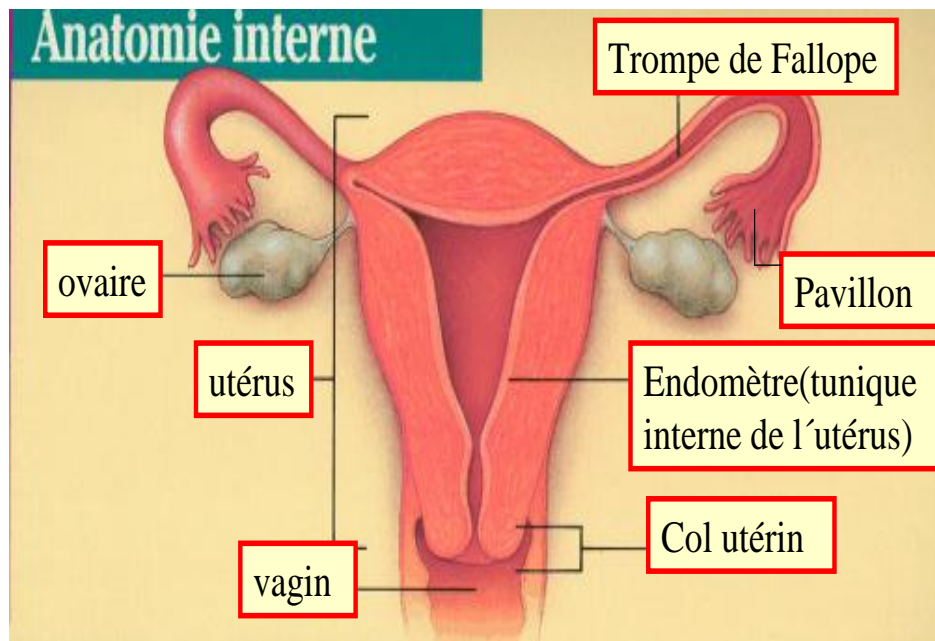


Fig.3 Anatomie de l'appareil génital femelle

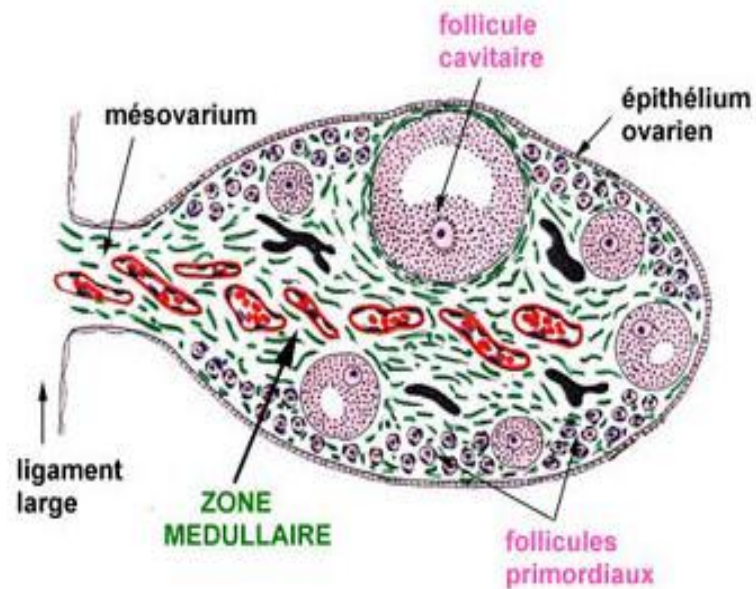


Fig .4 Coupe transversale au niveau d'un ovaire

Gamétogenèse

(Spermatogenèse - Ovogenèse, Cycle folliculaire)

1- Spermatogenèse :

A- Définition : C'est le processus aboutissant à la formation des gamètes mâles 'spermatozoïdes'. Elle se déroule au niveau des testicules dans les tubes séminifères (Fig.1). Ce processus débute à la puberté, se ralentit progressivement vers la quarantaine, mais, peut se poursuivre jusqu'à un âge avancé. Il se déroule par poussées (vagues) successives le long du tube séminifère. Il faut 70 à 74 jours pour fabriquer un spermatozoïde.

B- Lieu de déroulement : En coupe transversale (Fig.2), on remarque que le tube séminifère est caractérisé par 2 compartiments :

- Un compartiment basal (la paroi) représenté par un épithélium stratifié comprenant 2 types de cellules : des cellules germinales et des cellules somatiques.
- Un compartiment luminal (le centre) : où l'on peut observer plusieurs spermatozoïdes néoformés.

La spermatogenèse se déroule de la base vers la lumière du tube séminifère.

C- Etapes de la spermatogenèse : Ce processus renferme 4 étapes (Fig. 3) :

C1- Multiplication : A la périphérie du compartiment basal du tube séminifère se trouve les cellules germinales (cellules souches) indifférenciées. Celles-ci subissent plusieurs mitoses donnant deux types de cellules :

- Spermatogonies de type A ($2n$ ch) : ou Spermatogonies sombres : assurent le renouvellement du stock des cellules germinales.
- Spermatogonies de type B ($2n$ ch) : ou Spermatogonies claires : subissent des mitoses donnant des spermatocytes de premier ordre ou spermatocyte I ($2n$ ch).

C2- Accroissement : Les spermatocytes de premier ordre migrent dans le compartiment basal du tube séminifère tout en augmentant de volume.

C3- Maturation : cette phase constitue la division méiotique des spermatocytes I.

- **Division réductionnelle :** chaque spermatocyte I se divise pour donner deux cellules appelées spermatocytes de deuxième ordre ou spermatocytes II (n ch).
- **Division équationnelle :** chaque spermatocyte II se divise pour donner deux cellules appelées spermatides (n ch).

C4- Différentiation (spermiogénèse) : Les spermatides immatures entrent dans la phase de différenciation (Fig.4) impliquant un long réarrangement cellulaire aboutissant à des spermatozoïdes matures :

-L'appareil de Golgi élabore une grande vésicule appelée la vésicule acrosomiale dans laquelle s'accumule notamment des enzymes hydrolytiques.

-Cette vésicule s'accole au noyau et forme une cape acrosomiale qui s'étale sur les deux tiers antérieurs du noyau formant ainsi l'acrosome.

-Pendant ce temps là, les deux centrioles migrent vers le pôle cellulaire opposé à l'acrosome.

- Le centriole distal s'allonge pour former un flagelle doté par des microtubules associés à des protéines contractiles.

-Le cytoplasme migre pour entourer la portion initiale du flagelle tout en concentrant au tour de lui les mitochondries de façon hélicoïdale (spiralee). L'excès de cytoplasme est rejeté sous forme du corps résiduel de Regaud qui est phagocyté par les cellules de Sertoli environnantes.

D- Structure du spermatozoïde :

C'est une cellule haploïde très allongée ($L \approx 65 \mu\text{m}$) qui est soit porteuse du chromosome Y, soit porteuse du chromosome X. Ce chromosome est impliqué dans la détermination sexuelle de l'embryon. Le spermatozoïde comporte 3 parties (Fig.5) : Tête – Col – queue.

D1- La tête : ($L \approx 7\mu\text{m}$), de forme triangulaire, le noyau occupe la plus grande partie à chromatine très condensée. L'acrosome recouvre les deux tiers antérieurs du noyau. Il est délimité par une membrane acrosomiale et renferme des enzymes hydrolytiques (surtout hyaluronidases) qui ont un rôle déterminant lors de la fécondation par la dissolution de la zone pellucide entourant l'ovocyte.

D2- Le col : C'est un segment très court reliant la tête à la queue. Il contient très peu de cytoplasme et une partie du centriole distale qui a donné l'axonème du flagelle.

D3- La queue : Elle se subdivise en 3 segments :

- La pièce intermédiaire : Formée par une partie de l'axonème qui est entouré par des mitochondries disposées en spirale, fournissant l'énergie nécessaire à la mobilité du flagelle.

- La pièce principale : Constitue la partie la plus longue de la queue et renferme une grande partie de l'axonème entouré par des stries fibreuses jouant un rôle important dans la mobilité du flagelle.

- La pièce terminale : Segment final court constitué seulement de l'axonème.

E- Les cellules somatiques : Cellules de Sertoli :

Les cellules de Sertoli (Fig.2) sont des cellules de soutien des cellules germinales. Elles sont volumineuses reposant sur la lame basale du tube séminifère et leur cytoplasme s'étend jusqu'au début du compartiment luminal. Elles se caractérisent par un noyau ovalaire à triangulaire dont la base est orientée vers la lame basale ainsi que par des jonctions de type

Gap les liant les unes aux autres. Elles jouent un rôle important dans l'évolution de la spermatogenèse et comme nourricier pour le spermatozoïde en maturation :

*Contrôle des échanges métaboliques : Tous les nutriments ou hormones présents dans le sang sont filtrés par ces cellules.

*Sécrétion : - D'hormone peptidique l'inhibine qui régule la production hormonale de la FSH hypophysaire.

*Des protéines ABP (Androgen Binding Protein) qui assurent le transport des androgènes mâle notamment de la testostérone.

* Phagocytose des corps résiduels de Regaud.

2- Ovogenèse :

A- Définition : C'est l'ensemble des processus physiologiques et cytologiques qui participent à l'élaboration du gamète femelle 'ovocyte' au niveau des ovaires. Ces processus se déroulent d'une manière discontinue depuis la vie embryonnaire jusqu'à la ménopause.

B- Lieu de déroulement : Au niveau de l'ovaire (Fig.7), on assiste au déroulement simultané de l'ovogenèse (production des ovocytes) et de la folliculogenèse (développement des follicules induisant la production des androgènes femelles). Les follicules sont le lieu de formation des ovocytes.

C- Etapes de l'ovogenèse :

Ce processus renferme 3 étapes (Fig.6) qui ont la caractéristique de s'interpénétrer les unes dans les autres:

C1- Multiplication : Cette étape se déroule totalement au cours de la vie embryonnaire. On assiste -dans l'épithélium germinatif de l'ébauche des ovaires- à l'apparition des cellules germinales primordiales (6-8semaines) qui après des mitoses successives donnent des ovogonies (9-22semaines). Celles -ci entrent aussi dans plusieurs mitoses pour former des ovocytes de premier ordre ou ovocyte I (12-25semaines). A 7 mois de la vie embryonnaire, le fœtus fillette possède un stock définitif de pré de 7 millions d'ovocyte I qui à peine débutent la division méiotique et sont bloqués à sa prophase. Ils sont entourés par une seule couche de cellules folliculaires (Follicules primordiaux).

- **Nombre d'ovocytes :** voir la dégénérescence des ovocytes par atrophie depuis la formation du stock définitif (7 millions) jusqu'à la ménopause (o ovocytes) (Fig.6).

C2- Accroissement : L'accroissement des ovocytes I se déroule pendant l'enfance et surtout à la puberté à chaque cycle menstruel où les gamètes se caractérisent par l'augmentation de leurs volumes cellulaires.

C3- Maturation : cette étape consiste en une division méiotique qui commence pendant la vie embryonnaire et dès que l'étape de multiplication se termine (7 mois). La division réductionnelle est alors déclenchée mais elle se bloque aussitôt en stade de prophase. A la puberté l'ovocyte I achève sa méiose I pour donner -quelques heures avant l'ovulation- deux ovocytes de deuxième ordre (ovocyte II). Cette division est très inégale car l'un des deux ovocytes garde la quasi-totalité du cytoplasme et un globule polaire est expulsé. Par la suite, l'ovocyte II entre directement dans la division équationnelle et se bloque au stade de métaphase (sommeil physiologique). Au moment de l'ovulation, il est expulsé ainsi dans les trompes de Fallope. S'il y a fécondation, la pénétration du spermatozoïde déclenche l'achèvement de la méiose II (réveil de l'ovocyte II) et on obtient un ovule avec expulsion du 2^{ème} globule polaire qui reste en contact de celui-ci. En cas d'absence de fécondation, l'ovocyte II dégénère sans terminer sa maturation et il est phagocyté par les voies génitales femelles.

D- Cycle folliculaire :

La folliculogenèse correspond à l'évolution et à la maturation des différents follicules ovariens contenus dans le stroma cortical :

D1- Follicule primordial : Très petit ($\varnothing \approx 40-50 \mu\text{m}$), il est formé d'un ovocyte I entouré d'une seule couche de cellules folliculaires aplaties séparées du stroma ovarien par la membrane basale de Slavjansky (Fig.8).

D2- Follicule primaire: Caractérisé par l'accroissement de la taille de l'ovocyte I. La couche de cellules folliculaires acquies une forme cubique (Fig.8).

D3- Follicule secondaire : ($\varnothing \approx 40-60 \mu\text{m}$) Caractérisé par la formation de la 2^{ème} assise cellulaire puis multiplication des cellules folliculaires constituant ' la granulosa '. L'ovocyte I augmente de volume et s'entoure d'une enveloppe glycoprotéique ' la zone pellucide ' (Fig.9).

D4- Follicule tertiaire ou cavitaire (antral) : ($\varnothing \approx 0,3-15 \text{ mm}$) Caractérisé par l'apparition dans la granulosa de la cavité folliculaire (antrum) refermant le liquide folliculaire. L'ovocyte I augmente continuellement de volume avec sa zone pellucide. Le stroma entourant le follicule se différencie en deux thèques : Une thèque interne richement vascularisée avec de grandes cellules riches en lipides assurant la sécrétion des oestrogènes. Une thèque externe formée par un tissu conjonctif richement vascularisé (Fig.10).

D5- Follicule mur (Follicule de De Graaf) : ($\varnothing \approx 2\text{cm au max}$), renferme un gros ovocyte I ($\varnothing \approx 120 \mu\text{m}$) qui flotte dans l'antrum et est relié aux cellules folliculaires par le cumulus oophorus. Il fait saillie à la surface de l'ovaire à travers le stigma sous l'action d'une décharge d'hormones hypophysaires (FSH- LH) lors de l'ovulation (Fig.11).

❖ **Ovulation :** Chez la femme, la ponte ovulaire est cyclique tous les 28 jours. Elle s'effectue au milieu du cycle vers le 14^{ème} jour. Elle s'explique par la rupture du follicule de De Graaf et libération de l'ovocyte II entouré de la zone pellucide et de la 'corona radiata'. L'ensemble est recueilli par le pavillon de la trompe utérine (Fig.7).

D6- Corps jaune : C'est le follicule mur vidé de son ovocyte II qui se referme sur lui même et devient une glande endocrine. Les cellules folliculaires se transforment en cellules lutéales très riches en lipides ayant pour rôle la sécrétion de la progestérone. Ses hormones (oestrogènes- progestérone) prépare l'utérus à une éventuelle nidation. En cas de fécondation, l'embryon élabore une hormone la HCG (Hormon Corionic Gonadotrophin) assurant la survie de ce corps durant 3 mois encore. En cas d'absence de fécondation, la durée de vie du corps jaune est de 10 jours puis il dégénère sous forme de corps blanc (corps fibreux) (Fig.7).

D7- Le corps blanc (corpus albicans) : Il résulte de la dégénérescence du corps jaune dont les cellules lutéales se chargent en lipides perdant ainsi sa valeur fonctionnelle (Fig.7).