

La Physiologie de la reproduction

**Cours dédiée aux étudiants universitaires de
ENS**

**filière : Enseignement secondaire pour la
science de la vie et de la terre
semestre : 5**

Réalisé par : Fatima Ezzahra

Sommaire :

I. Introduction:	4
II. L'Ovogenèse : Formation du Gamète Femelle:	4
1. Caractéristiques de l'Ovocyte:	4
2. Les Types d'Ovocyte:	5
Type d'Ovocyte:	5
Stade de Maturation:	5
Caractéristiques Principales:	5
Ovocyte I:	5
Immature (bloqué en prophase I de la méiose):	5
Noyau visible (appelé vésicule germinale). Ne possède pas de globule polaire. C'est le stade présent à la naissance:	5
Ovocyte II:	5
Mature (bloqué en métaphase II de la méiose):	5
Possède le premier globule polaire dans l'espace péri-vitellin (espace entre la membrane de l'ovocyte et la zone pellucide). C'est le stade libéré lors de l'ovulation:	5
3. Déroulement de l'Ovogenèse:	6
III. Le follicule ovarien :	7
1. Croissance et Ovulation:	7
2. Le Corps Jaune:	8
IV. La Sécrétion Hormonale Ovarienne et Cycles:	9
1. Cycle Ovarien et Phases Hormonales:	9
2. Rôle des Hormones Ovariennes:	9
A. Sur la Glai re Cervicale:	9
B. Sur l'Endomètre Utérin:	9
3. Synchronisation des Cycles:	10
V. La Spermatogenèse : Formation du Gamète Mâle:	10
1. Caractéristiques du Spermatozoïde	10
2. Déroulement de la Spermatogenèse:	11
3. Le Testicule et ses Cellules:	11
4. Formation du Sperme:	12
5. Régulation et Température:	13
VI. La Fécondation:	13
1. Migration et Capacitation:	13
2. Pénétration de l'Ovocyte:	13
Schéma illustratif : étapes de l'implantation du spermatozoïde	14
3. Monospermie et Achèvement de la Méiose:	14
VII. Le Développement Embryonnaire Précoce:	15
1. Segmentation:	15
2. Stade Blastocyste et Éclosion:	15
3. Migration et Nidation:	15



EZZAHRA ACADEMY
STUDENTS TO STUDENTS

اللَّهُمَّ انْفَعْنِي بِمَا عَلَّمْتَنِي، وَعَلِّمْنِي مَا يَنْفَعُنِي، وَزِدْنِي
عِلْمًا

Ô Allah ! Rends moi utile ce que Tu m'as enseigné,
enseigne-moi ce qui m'est utile, et augmente mon
savoir

roduction:

La **reproaucion sexuée** est le processus biologique fondamental impliquant la **fusion** de deux cellules sexuelles (gamètes) :

- Le **gamète mâle** (spermatozoïde, **n=23 chromosomes**).
- Le **gamète femelle** (ovocyte, **n=23 chromosomes**).

Cette fusion, appelée **fécondation**, aboutit à la formation d'une cellule unique, le **zygote** ($2n=46$ chromosomes), qui se développe en **embryon**. L'embryon se développera ensuite en fœtus, puis en nouveau-né, qui deviendra un adulte capable de se reproduire.

L'embryon possède une **identité génétique unique**, issue du brassage des gènes des deux parents. C'est plus précisément un acte de **procréation** (formation d'un nouvel être distinct génétiquement) que de simple reproduction (qui évoque la création d'une copie identique, comme dans la reproduction asexuée).

La procréation nécessite une phase préparatoire : la **gamétogenèse**, qui est la formation des gamètes par un processus de division cellulaire appelé **méiose**, aboutissant à la **réduction du nombre de chromosomes** de $2n$ à n .

- **Spermatogenèse** : formation des gamètes mâles (spermatozoïdes).
- **Ovogenèse** : formation des gamètes femelles (ovocytes).

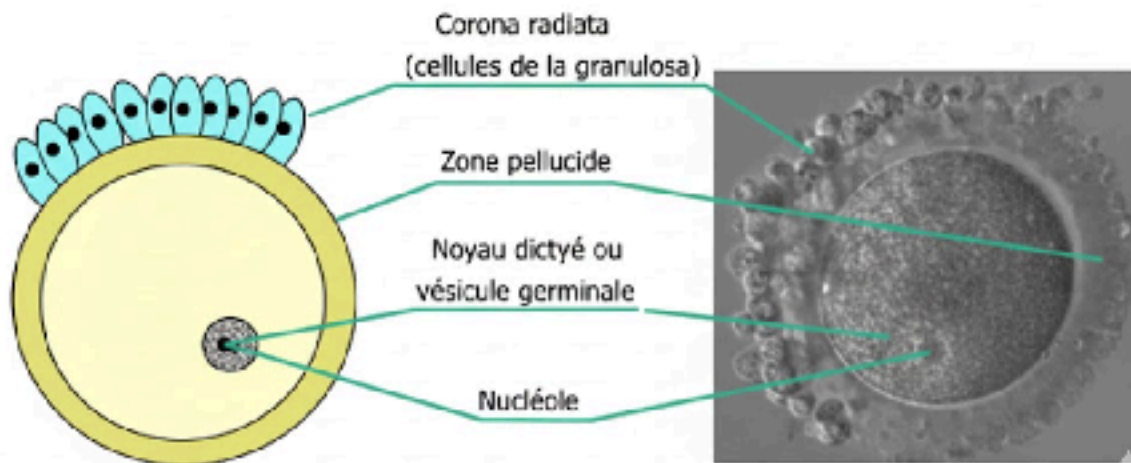
II. L'Ovogenèse : Formation du Gamète Femelle:

1. Caractéristiques de l'Ovocyte:

- C'est une **grosse cellule sphérique**.
- Elle est **immobile**.
- Elle mesure environ **120 à 140 μm** de diamètre en fin de croissance.
- Elle est entourée par :
 - La **Zone pellucide** : une enveloppe glycoprotéique translucide, essentielle pour la reconnaissance du spermatozoïde.

La **Corona radiata** : une couche de cellules folliculaires (cellules de la granulosa) en contact direct avec la zone pellucide.

- Le **Cumulus oophorus** : la couche qui entoure la *Corona radiata*



Doc 1: schéma de l'ovocyte

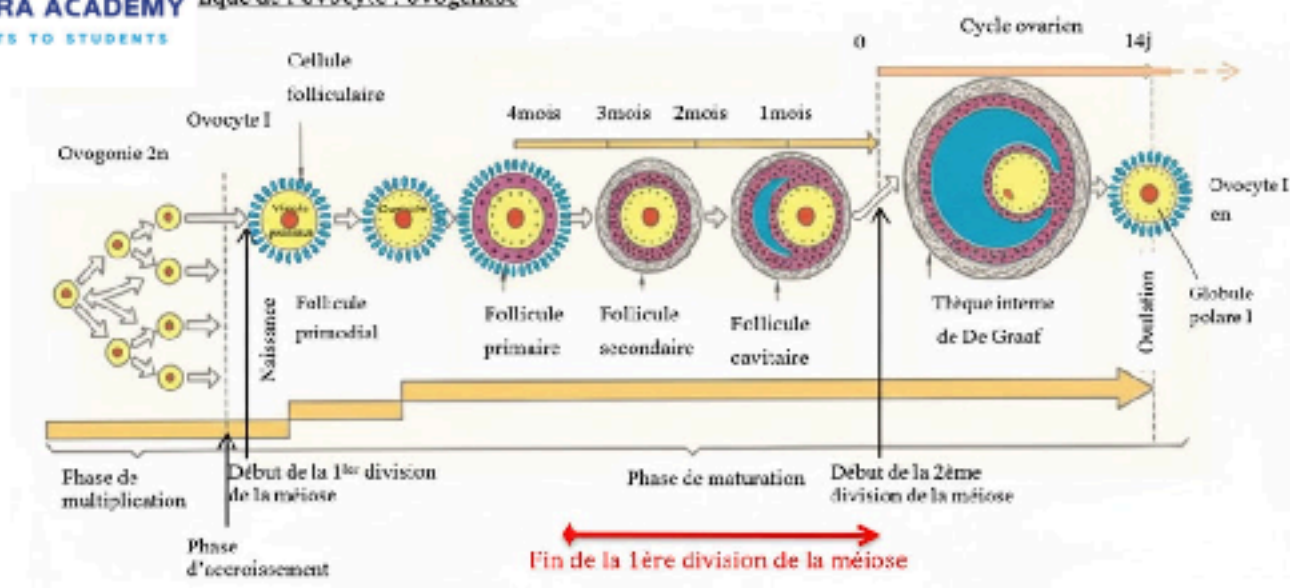
Types d'Ovocyte:

d'Ovocyte	Stade de Maturation	Caractéristiques Principales
Ovocyte I	Immature (bloqué en prophase I de la méiose)	Noyau visible (appelé vésicule germinale). Ne possède pas de globule polaire. C'est le stade présent à la naissance.
Ovocyte II	Mature (bloqué en métaphase II de la méiose)	Possède le premier globule polaire dans l'espace péri-vitellin (espace entre la membrane de l'ovocyte et la zone pellucide). C'est le stade libéré lors de l'ovulation.

3. Déroulement de l'Ovogenèse:

L'ovogenèse se déroule au sein des **follicules ovariens** situés dans l'ovaire.

- **Début** : Elle débute durant la **vie embryonnaire** (avant la naissance) avec la multiplication des ovogonies.
- **Stock** : À la naissance, le stock d'ovocytes I est d'environ **400 000** (et non 200 000). Seuls environ 400 ovocytes atteindront le stade de l'ovulation dans la vie d'une femme.
- **Croissance** : De la **puberté** à la **ménopause**, une cohorte d'environ **5 à 15** ovocytes (le nombre de 600 est trop élevé et imprécis) débute sa croissance chaque mois. Cette croissance dure environ **2 à 3 mois**, mais à la fin, **un seul** (le plus souvent) atteint le stade pré-ovulatoire.
- **Maturation finale** : La phase de maturation finale (reprise de la méiose I) de l'ovocyte I en ovocyte II dure environ **36 heures** avant l'ovulation.
- **Contrôle hormonal** : La libération de l'ovocyte mature (ovulation) est déclenchée par le pic de l'**Hormone Lutéinisante (LH)**.



Doc 2 : les étapes de l'ovogénèse

III. Le follicule ovarien :

Le follicule ovarien est la structure qui abrite, nourrit et protège l'ovocyte en développement..

Composante du Follicule	Description et Rôle
Ovocyte	La gamète femelle.
Granulosa (Cellules de)	Entourent l'ovocyte. Rôles : nourrissent l'ovocyte et produisent des hormones (en particulier, elles convertissent les androgènes en œstrogènes).
Antrum	Cavité remplie de liquide au sein du follicule en développement. Rôle dans la maturation et la croissance folliculaire.

	Couche richement vascularisée. Produit les androgènes (précurseurs des œstrogènes).
Thèque Externe	Couche externe, rôle de soutien structurel pour le follicule.

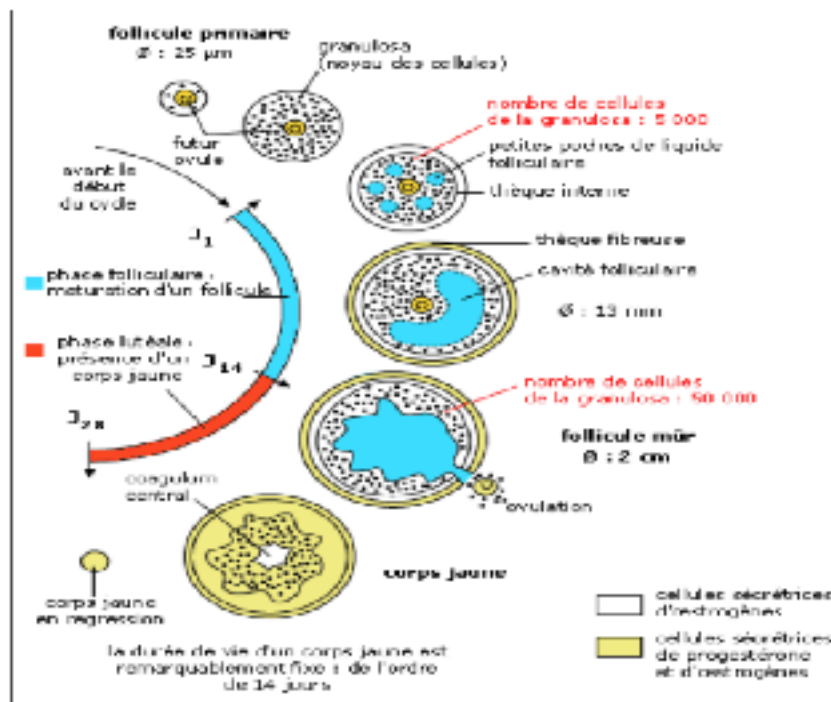
1. Croissance et Ovulation

- **Croissance** : Au cours de la croissance, les follicules augmentent de diamètre de 40 μm jusqu'à environ **20 mm** (22 μm était une erreur de transcription). La durée de croissance du follicule et de l'ovocyte est effectivement très similaire.
- **Ovulation** : Sous l'action du pic de **LH**, le follicule (appelé *follicule de De Graaf*) se rompt à la surface de l'ovaire, libérant l'ovocyte II dans la **trompe utérine** (et non la *trempe*). Cela se produit autour du **14e jour** d'un cycle idéal de 28 jours.

2. Le Corps Jaune:

Après l'ovulation, les restes du follicule se transforment en **Corps Jaune** (*Corpus Luteum*).

- **Rôle** : produit massivement de la **Progestérone** et, dans une moindre mesure, des œstrogènes.
- **Devenir** :
 - **Sans grossesse** : Le corps jaune dégénère au bout d'environ **12 à 14 jours**. Cette dégénérescence est la **lutéolyse**. Il se transforme en un **Corps Blanc** (*Corpus Albicans* - structure fibreuse cicatricielle). La *lutéolyse* est le processus de disparition, et non la transformation en fibres elle-même.
 - **Avec grossesse** : Le corps jaune est maintenu par l'**Hormone Chorionique Gonadotrope (hCG)**, produite par l'embryon, et persiste pendant environ le **premier trimestre** de la grossesse.



Doc 3 : Évolution des follicules ovariens au cours du cycle

IV. La Sécrétion Hormonale Ovarienne et Cycles:

1. Cycle Ovarien et Phases Hormonales:

Le cycle ovarien est divisé en deux phases principales par l'ovulation :

- **Phase Folliculaire :**
 - Elle se déroule **avant** l'ovulation.
 - Le follicule en croissance synthétise les **œstrogènes**, principalement l'**Estradiol (E2)**.
 - Cette synthèse augmente progressivement jusqu'au pic pré-ovulatoire, provoquant le pic de LH.
- **Phase Lutéale :**
 - Elle se déroule **après** l'ovulation.
 - Le corps jaune se forme et produit principalement de la **Progestérone** et des œstrogènes.

La **Progestérone** est l'hormone dominante de cette phase. La diminution de la Progestérone est ce qui déclenche la fin du cycle et les règles (sauf en cas de grossesse).

2. Rôle des Hormones Ovariennes:

Les œstrogènes et la progestérone agissent sur leurs organes cibles, notamment l'utérus.

A. Sur la Glai re Cervicale:

La glaire est une sécrétion glycoprotéique produite par les glandes du col de l'utérus.

- **Période fertile (action des œstrogènes)** : Les œstrogènes (en pic) **augmentent** (et non diminuent) la sécrétion de la glaire, la rendant **abondante, filante et très perméable** aux spermatozoïdes.
- **Phase Lutéale (action de la progestérone)** : La progestérone rend la glaire **épaisse, peu abondante et imperméable** aux spermatozoïdes (barrière).

B. Sur l'Endomètre Utérin:

L'endomètre est la muqueuse interne de l'utérus.

- **Phase Proliférative (action des œstrogènes)** : L'endomètre s'épaissit, se reconstruit et se régénère, suite à la desquamation des règles.
- **Phase Sécrétoire (action de la progestérone)** : La progestérone **stoppe la prolifération** de l'endomètre et **favorise la sécrétion** de substances nutritives glandulaires, préparant l'utérus à une éventuelle **nidation** (implantation) de l'embryon

3. Synchronisation des Cycles:

Le **Cycle Menstruel** (ensemble des changements dans l'utérus) est synchronisé avec le **Cycle Ovarien**(maturation/libération de l'ovule dans l'ovaire).

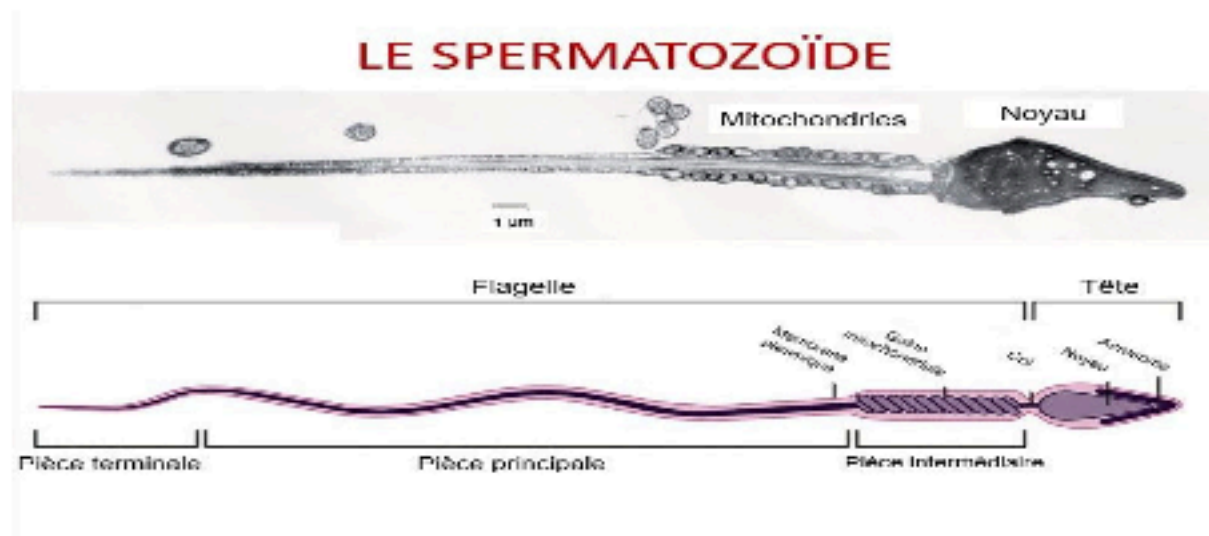
Définition et Localisation

Cycle Menstruel	Ensemble des changements qui se produisent dans l' utérus (règles, phases proliférative et sécrétoire) pour préparer à une éventuelle grossesse.
Cycle Ovarien	Ensemble des processus qui se déroulent dans l' ovaire (maturation folliculaire, ovulation, corps jaune).

V. La Spermatogenèse : Formation du Gamète Mâle:

1. Caractéristiques du Spermatozoïde

- Petite cellule d'environ **3 μm de large** et **60 μm de long**.
- **Très mobile**.
- **Structure** :
 - **Tête** : Composée du **noyau** (matériel génétique) et de l'**acrosome** (contient les enzymes nécessaires à la pénétration de l'ovocyte).
 - **Pièce intermédiaire** : Très riche en **mitochondries** qui fournissent l'énergie (ATP) nécessaire au mouvement.
- **Flagelle** : L'organe de **propulsion**.



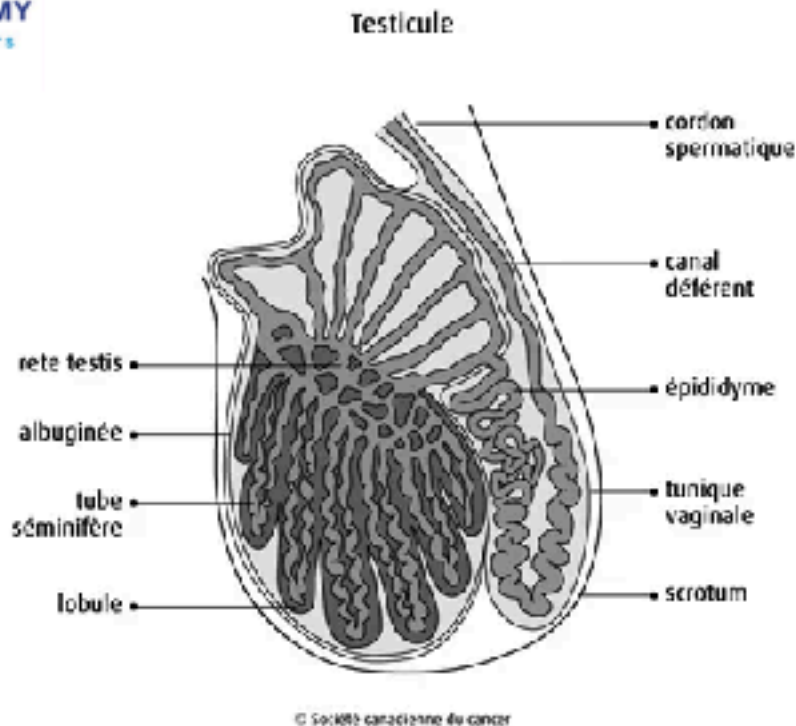
ulement de la Spermatogenèse:

- **Lieu** : Les **tubules séminifères** dans le testicule.
- **Début et durée** : Début à la **puberté** et est **permanente/continue** (non cyclique) jusqu'à un âge avancé. Il faut environ **72 jours** pour qu'une cellule souche ($2n$) devienne un spermatozoïde mature (n).
- **Cellule Souche** : La **spermatogonie**.
- **Les Spermatides** sont bien des spermatozoïdes **immatures** (ronds, qui nécessitent une différenciation finale appelée **spermiogenèse** pour devenir mobiles et flagellés).

3. Le Testicule et ses Cellules:

Les testicules sont situés dans les bourses (scrotum).

- **Tubules Séminifères** : Fins, enroulés, lieu de la spermatogenèse.
 - **Cellules de Sertoli** : Cellules de soutien et **nourricières** (elles entourent et protègent les spermatozoïdes en développement).
- **Cellules de Leydig** : Situées **entre** les tubules séminifères (tissu interstitiel). Elles produisent les **hormones mâles ou androgènes**, principalement la **Testostérone**.



Doc 5 : Anatomie de testecule

4. Formation du Sperme:

Les spermatozoïdes produits dans le testicule passent dans l'**épididyme**, où ils achètent leur **mobilité** (et capacité de fécondation).

Lors de l'éjaculation, les spermatozoïdes sont transportés par les **canaux déférents** et se mélangent aux sécrétions :

- **Vésicules Séminales** : Fournissent des **nutriments** (notamment le fructose) pour leur survie.
- **Prostate** : Fournit un **liquide alcalin** pour **neutraliser l'acidité** du vagin (et de l'urètre).

L'ensemble du mélange (spermatozoïdes + sécrétions) est appelé **sperme**. Il est expulsé par l'**urètre** qui traverse le pénis.

5. Régulation et Température:

- **Régulation** : Comme les ovaires, les testicules sont sous le contrôle des hormones hypophysaires : **FSH** (stimule la

- matogenèse, via les Cellules de Sertoli) et **LH** (stimule la maturation des androgènes, via les Cellules de Leydig).
- **Température** : La position externe des bourses maintient les testicules à environ **33°C à 35°C** (et non 35°C, il y a une plage), soit 2°C à 4°C de moins que le corps (37°C). Cette température inférieure est **indispensable** à la spermatogenèse.

VI. La Fécondation:

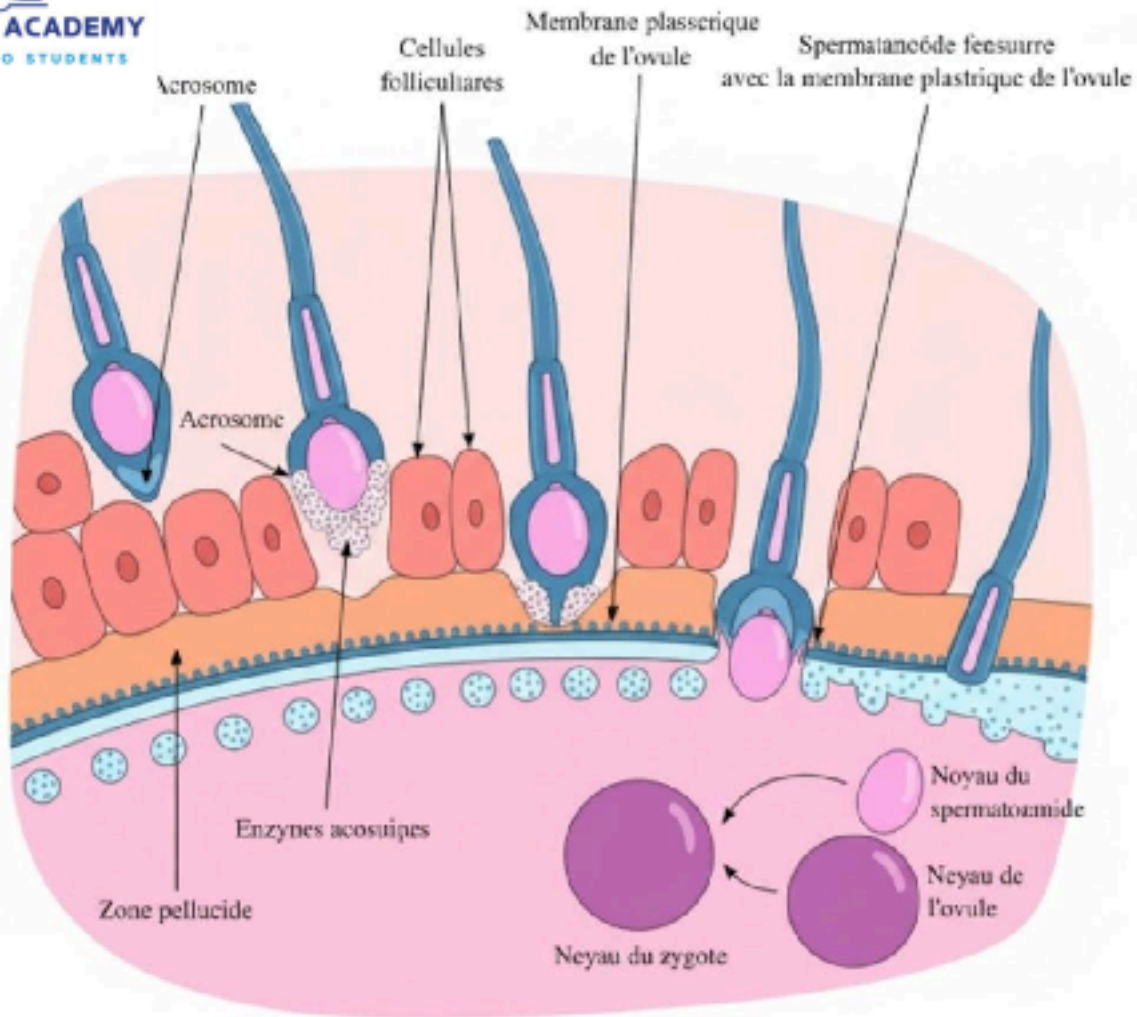
1. Migration et Capacitation:

Après l'éjaculation dans le vagin, les spermatozoïdes doivent migrer vers la **trompe utérine** (où a lieu la fécondation).

- **Col de l'Utérus** : Ils traversent le col grâce à la **glair cervical** qui est un milieu **favorable** (contrairement au vagin, très acide). La glaire agit comme un **filtre** qui sélectionne les spermatozoïdes les plus mobiles et normaux.
- **Capacitation** : Durant leur trajet dans l'appareil féminin, les spermatozoïdes subissent des modifications de leur membrane, augmentant leur fluidité et leur mobilité. Ce processus est la **capacitation** (préparation finale à la fécondation).

2. Pénétration de l'Ovocyte:

- **Traversée du Cumulus Oophorus** : La première barrière.
- **Fixation et traversée de la Zone Pellucide** : Le spermatozoïde se fixe à la zone pellucide. Il utilise les enzymes de l'**acrosome** (**Réaction Acrosomique**) pour la traverser.
- **Fusion** : Il pénètre l'**espace péri-vitellin** et fusionne avec la membrane de l'ovocyte.



Doc 6 : étapes de l'implantation du spermatozoïde

3. Monospermie et Achèvement de la Méiose:

- **Blocage de la Polyspermie** : La pénétration du spermatozoïde provoque une modification de la **Zone Pellucide** (appelée *réaction corticale* ou *zona réaction*) qui empêche l'entrée d'autres spermatozoïdes (**Monospermie**).
- **Achèvement de la Méiose** : Après la pénétration, l'ovocyte II termine sa méiose (la deuxième division), pour donner l'**ovule** (noyau femelle mature) et le **deuxième globule polaire**.

Le noyau mâle (n) et le noyau femelle (n) fusionnent pour former le **Zygote** (2n).

développement Embryonnaire Précoce:

1. Segmentation

Le zygote subit ses premières divisions (segmentation) au rythme d'environ une division toutes les **12 à 24 heures** (10 heures est un peu rapide).

- **Stade 4, 8, 16 cellules** : Les cellules individuelles (blastomères) **diminuent de taille** à chaque division (l'embryon reste dans la Zone Pellucide).
- **Stade Morula** : Atteint au stade de **16 à 32 cellules**.

2. Stade Blastocyste et Éclosion:

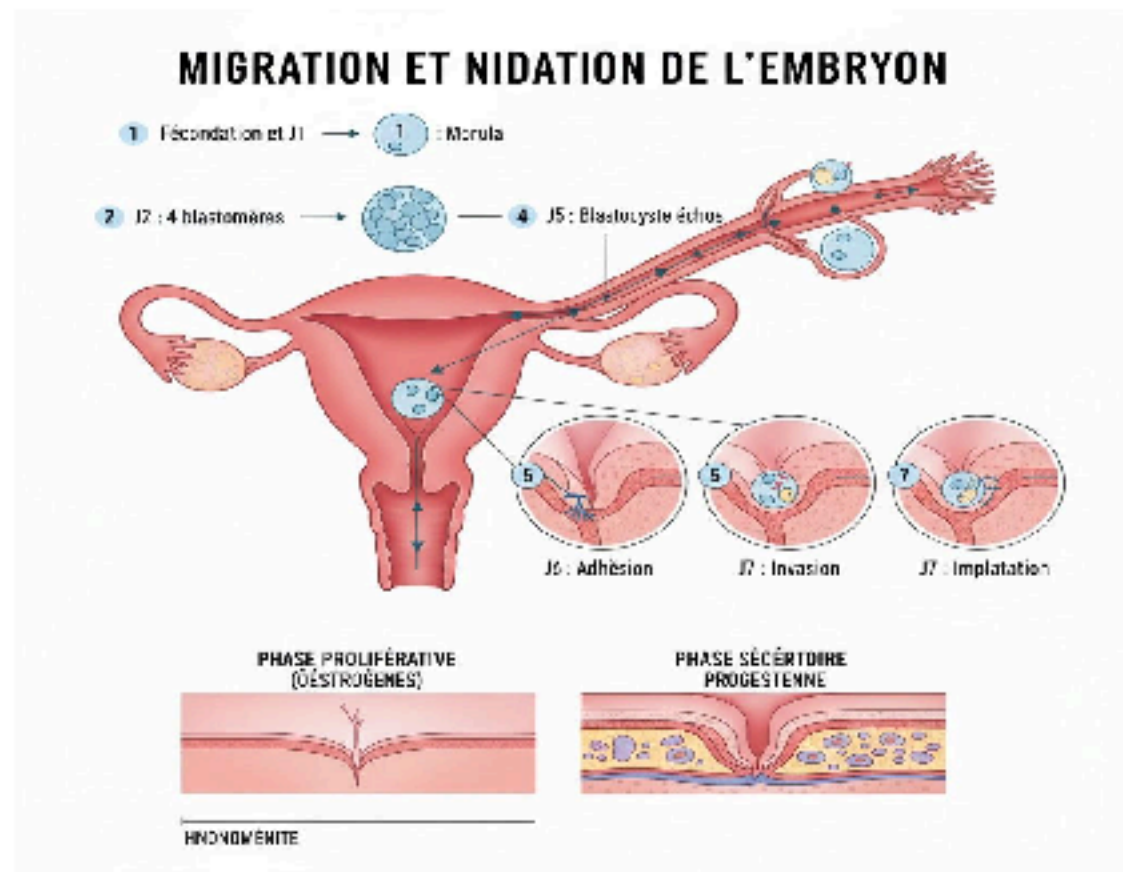
- **Stade Blastocyste** : Atteint lorsque l'embryon compte environ **64 à 100 cellules**. Une cavité liquide (le **blastocœle**) se forme à l'intérieur.
 - **Types de cellules** :
 - **Trophoblaste** : Cellules périphériques qui entourent le blastocœle. Elles donneront naissance aux annexes embryonnaires (dont le futur placenta).
 - **Masse Cellulaire Interne (MCI)** : Amas de cellules internes. Elles donneront naissance à l'embryon lui-même.
- **Éclosion** : L'embryon grossit et **sort de la Zone Pellucide** (lyse enzymatique) autour du **cinquième jour** post-fécondation. C'est l'**éclosion du blastocyste** (nécessaire à la nidation).

3. Migration et Nidation:

- **Migration** : Le déplacement dans la trompe utérine est dû aux **cils** des cellules épithéliales de la trompe (et non 30). L'embryon arrive dans l'utérus autour du **quatrième jour** (au stade morula ou début blastocyste) et commence la nidation.
- **Nidation (Implantation)** : C'est l'implantation de l'embryon (blastocyste) dans l'endomètre utérin. Elle débute autour du **6e ou 7e jour** post-fécondation. L'embryon se connecte aux vaisseaux sanguins de l'utérus via le futur **placenta**.

pour que la nidation réussisse, l'endomètre doit être préparé par les hormones du cycle menstruel (qui correspondent aux phases hormonales) :

- **Phase proliférative** (Œstrogènes) : Reconstruction de l'endomètre.
- **Phase sécrétoire** (Progestérone) : L'endomètre devient glandulaire et sécrète des nutriments (préparation à l'accueil de l'embryon).
- **Grossesse** : En cas de grossesse, le niveau de **Progestérone** est maintenu par l'**Hormone Chorionique Gonadotrope (hCG)**, empêchant ainsi la desquamation de l'endomètre et l'apparition des règles





EZZAHRA ACADEMY
STUDENTS TO STUDENTS

الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي عَلَّمَنَا مَا لَمْ نَكُنْ نَعْلَمُ، وَفَضَّلَنَا
عَلَى كَثِيرٍ مِمَّنْ خَلَقَ تَفْضِيلًا