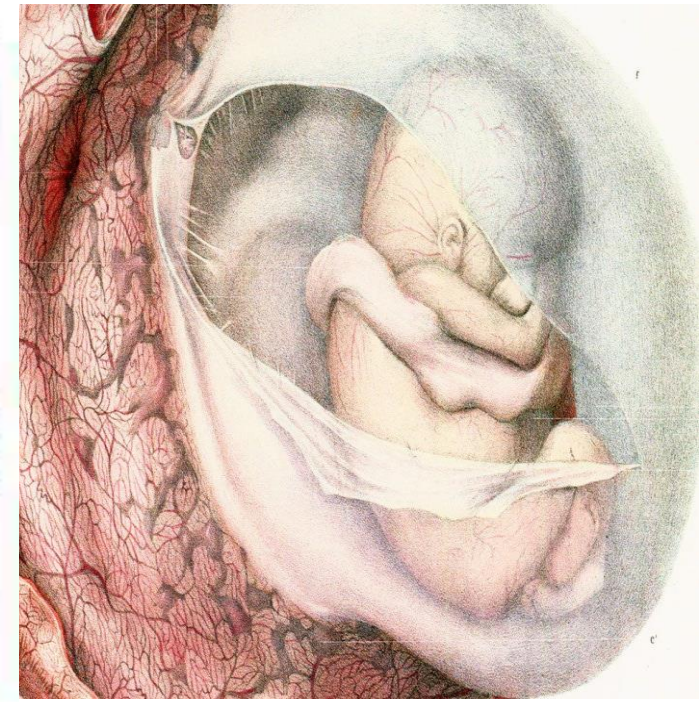
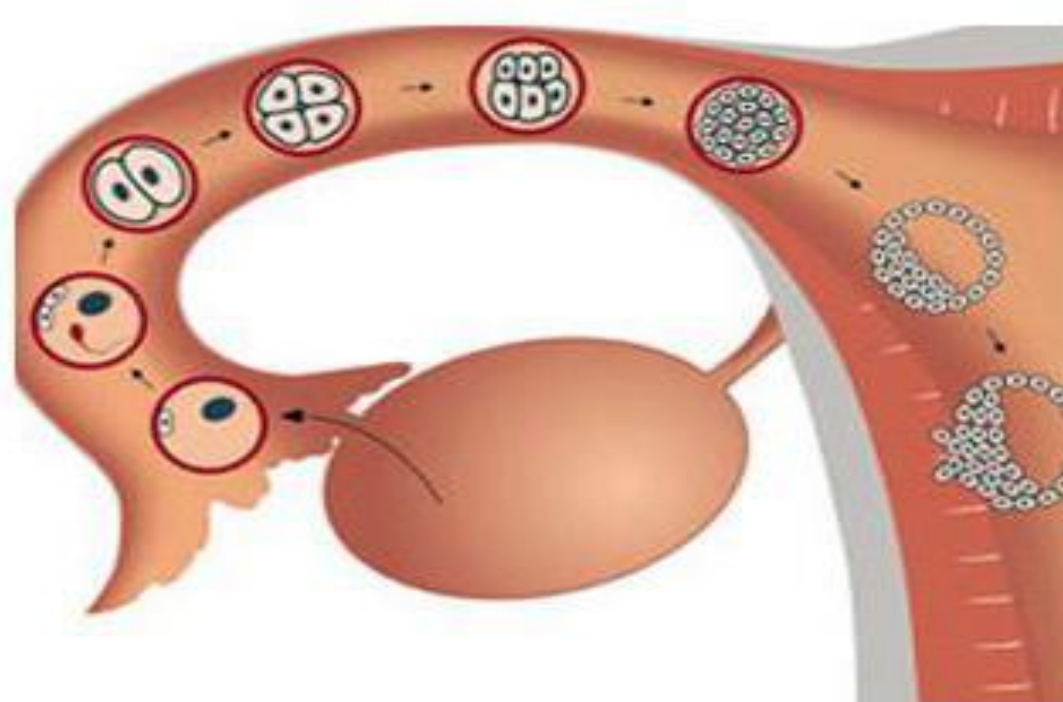




Faculté de Médecine  
Département de Chirurgie Dentaire

# EMBRYOLOGIE GÉNÉRALE



# **SUITE DU COUR D'EMBRYOLOGIE**

## **LA REPRODUCTION HUMAINE**

# LA REPRODUCTION

## GENERALITE

**La reproduction est le processus biologique assurant la continuité de l'espèce en créant de nouveaux individus à partir d'individus dit géniteurs.**

**Dans l'espèce humaine la reproduction est sexuée. Elle nécessite l'accouplement d'un individu de sexe mâle et d'un individu de sexe femelle.**

**C'est le résultat d'un ensemble d'actes:**

- **L'acte sexuel.**
- **La fécondation.**
- **La nidation.**
- **Le développement du fœtus: la gestation.**
- **L'expulsion du produit de la conception: l'accouchement**

# I LA FÉCONDATION

## 1 - Définition

La fécondation est la **fusion des gamètes masculin et féminin**, c'est-à-dire du **spermatozoïde** et de **l'ovule**.

Ils fusionnent en une cellule unique nommée **zygote** de telle sorte que la dotation chromosomique normale de l'être humain de 46 chromosomes se retrouve rétablie.

- ❖ Pour que le phénomène de la fécondation puisse se produire de manière naturelle, l'homme doit éjaculer dans le vagin de la femme. Ainsi, les spermatozoïdes pourront progresser à l'intérieur de l'appareil génital féminin et arriver dans les trompes de Fallope, où ils vont rencontrer l'ovule ou ovocyte.
- ❖ Parmi les millions de spermatozoïdes libérés lors de l'éjaculation, environ 200 arriveront à destination dans la trompe de Fallope. Au final, seul un spermatozoïde atteindra l'ovule pour le féconder et former ainsi l'embryon.

## 2 - CONDITIONS PREALABLES A LA FÉCONDATION

La rencontre des gamètes n'est possible que si certaines conditions sont réunies :

- **Éjaculation** atteignant l'orifice du col et de bonne qualité :

\* **viscosité normale du liquide séminal, sperme aseptique, pH normal, nombre et qualité des spermatozoïdes.**

Les valeurs habituelles observées au cours de l'examen du sperme sont le pH 7 à 8,7, la concentration en spermatozoïdes , 40 à 100 millions/cm<sup>3</sup>, la mobilité 80 à 90 % de spermatozoïdes mobiles à l'émission et l'aspect cytologique, moins de 25 % de formes anormales

- **Glaire cervicale** de bonne viscosité et pH alcalin.
- **Perméabilité des trompes** (absence d'infection des voies génitales femelles): Une bonne perméabilité tubulaire. Les trompes ne doivent pas être bouchées

\* Le sperme doit être déposé dans le vagin moins de 5 jours avant ou après l'ovulation. Le rapport doit avoir lieu dans la période féconde du cycle menstruel.

Rappel:

Survie des spermatozoïdes 3 à 5 jours pouvant aller jusqu'à 7 jours.

- **Délai entre rapport et ovulation** inférieur à 3-4 jours, durée de la survie des spermatozoïdes dans les voies génitales de la femme. Survie de l'ovule 36 à 48 heures après l'ovulation
- **Réalité de l'ovulation** . Une ovulation de moins de 36 à 48 heures avant l'acte sexuel.

**Toute perturbation de l'un de ces facteurs peut être une cause d'infertilité du couple.**

# Quelques définitions à connaître

## ❖ La capacitation.

- La capacitation est l'ensemble des modifications qui mènent à l'hyperactivité du spermatozoïde.
- Les modifications ont lieu sur la membrane cellulaire des spermatozoïdes: un démantèlement du cell coat recouvrant la tête du spz .
- Elle a lieu dans les voies génitales féminines
- ❖ **La décapacitation** a lieu dans l'épididyme , elle consiste en un dépôt de revêtement :cell coat permettant d'empêcher la libération précoce des enzymes nécessaires à la fécondation: c'est la répression du pouvoir fécondant

## ❖ la réaction acrosomique

- Les spermatozoïdes atteignent par vagues l'ovule entouré des cellules du cumulus.
- Des enzymes sont libérées par la réaction acrosomique :
  - ❖ **La hyaluronidase** lyse la matrice intercellulaire qui se trouve entre les cellules du cumulus oophorus.
  - ❖ **La CPE: corona penetrating enzym** détruit les cellules de la corona radiata.
  - ❖ **L'acrosine** permet un relâchement local au niveau de la zone pellucide qui recouvre l'ovule.(ZP1 ,ZP2 et ZP3).

## II - SPERMATOZOÏDES DANS L'APPAREIL GÉNITAL DE LA FEMME

Après l'éjaculation ou libération du liquide séminal masculin dans le fond du vagin de la femme, les spermatozoïdes subissent une étape de maturation.

❑ **Le processus de capacitation des spermatozoïdes** : C'est ce que l'on appelle **la capacitation**, au cours de laquelle ils acquièrent la capacité de féconder l'ovocyte :

- ✓ **cette capacitation in vivo, commence dès le passage des gamètes mâles (spermatozoïdes) à travers la glaire cervicale,**
- ✓ **c'est cette glaire qui permet l'élimination des protéines de décapacitation qui recouvrent les spermatozoïdes,**
- ✓ **il s'en suit une perte de cholestérol membranaire qui va fluidifier la membrane plasmique, la rendre instable et fusogène.**

❑ **Une maturation nécessaire pour la fécondation** : Les spermatozoïdes ainsi capités

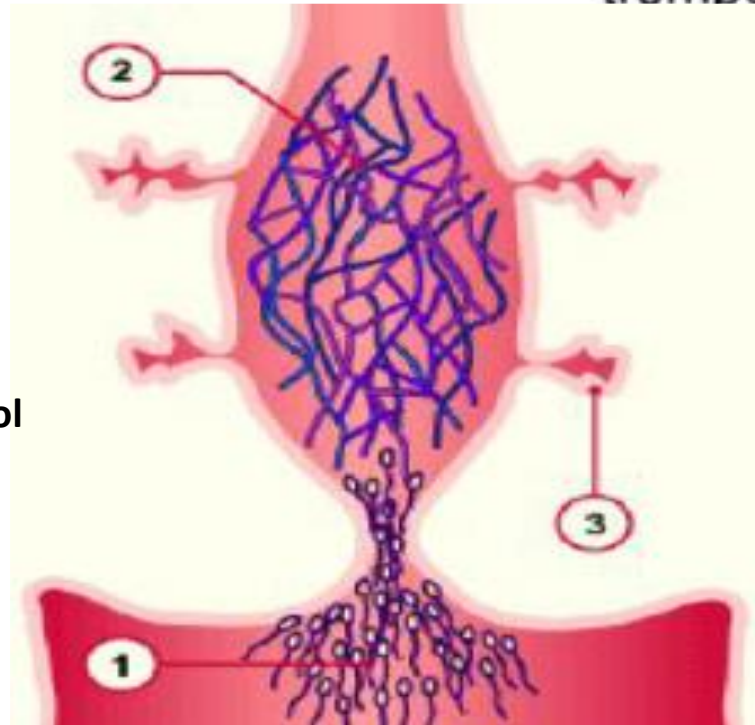
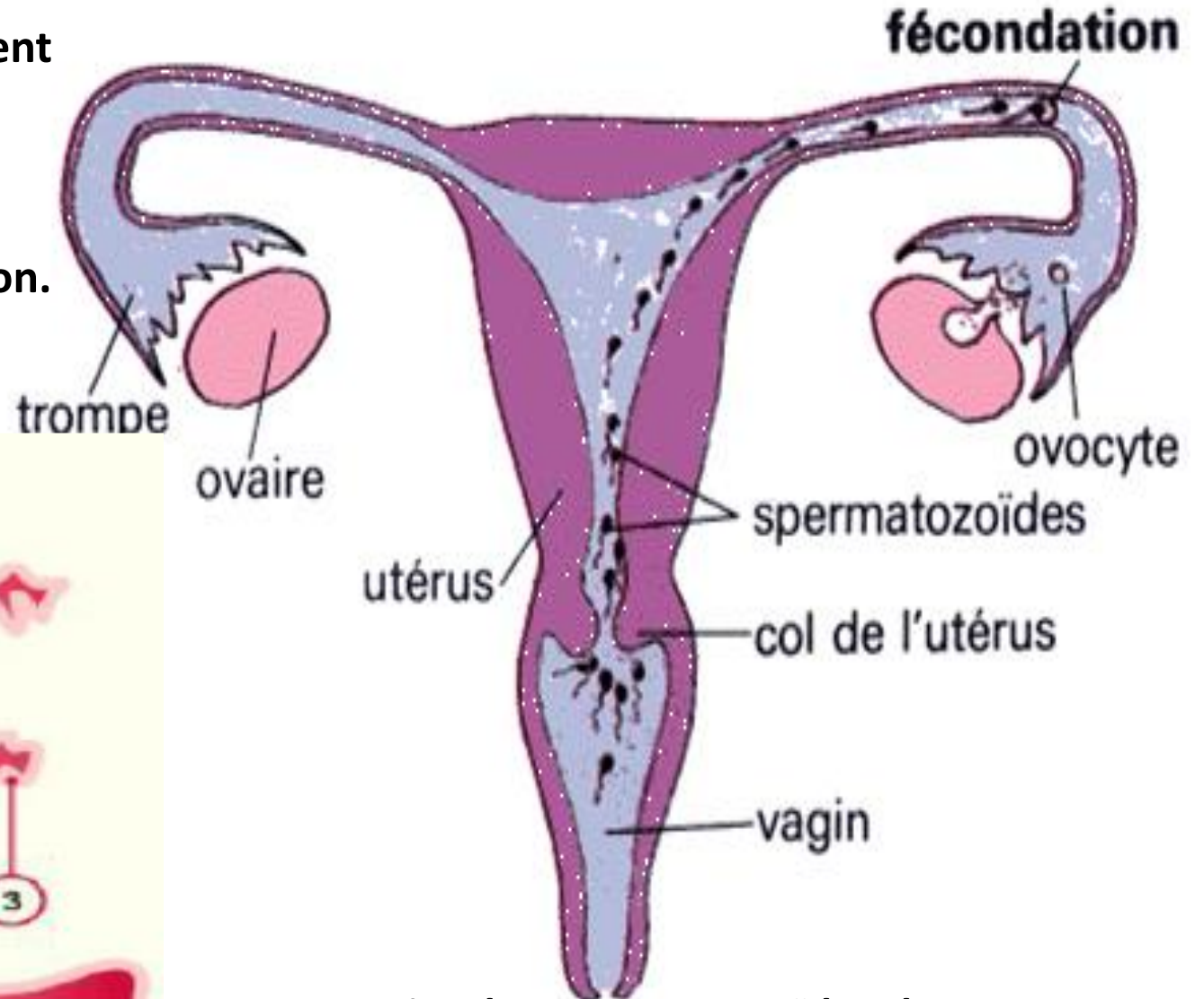


- ✓ **deviennent hypermobiles,**
- ✓ **ont la possibilité de rompre leur acrosome (leur membrane externe),**
- ✓ **et ont une reconnaissance spécifique des protéines de la zone à pénétrer.**

**Remarque: La capacitation est le préalable indispensable à la fécondation.**

Après avoir été émis dans le vagin, les spermatozoïdes remontent les voies génitales de la femme jusqu'aux trompes. Le chemin qu'ils doivent escalader jusqu'à l'ovule est de 13 à 15 cm.

Ils rencontrent de nombreux obstacles, notamment le passage du col de l'utérus, qui permettent d'éliminer ceux qui présentent des anomalies. Seules quelques centaines parviennent aux trompes au niveau desquelles a lieu la fécondation.



- 1 - Spermatozoïdes
- 2 - Filaments du mucus
- 3 - Crypte d'une glande du col

Trajet des spermatozoïdes dans les voies génitales féminine



# III - LES PRINCIPALES ÉTAPES DE LA FÉCONDATION

## Les 4 étapes de la fécondation



1- Contact du spermatozoïde avec l'ovocyte II.

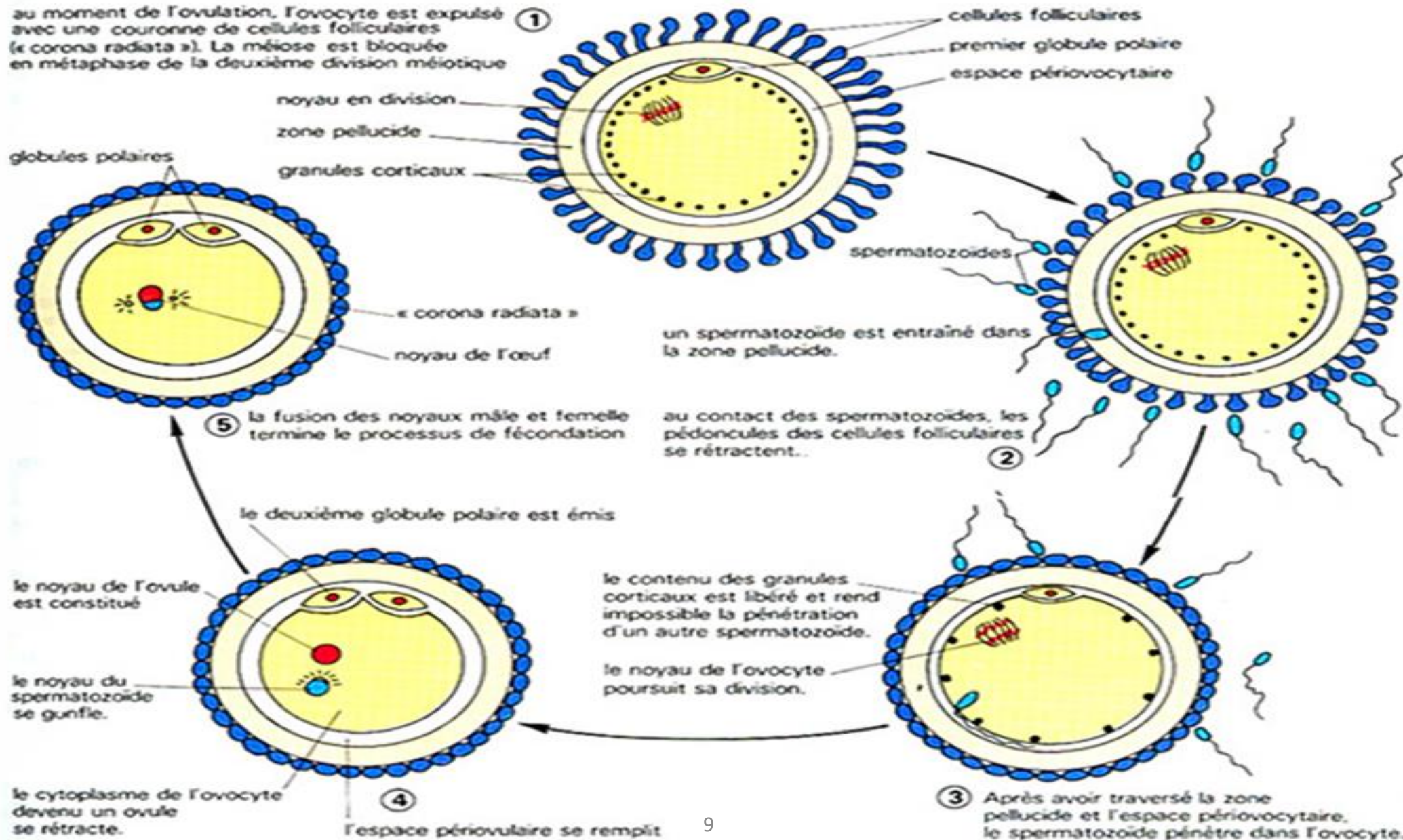
2- Entrée du spermatozoïde dans l'ovocyte.

3- Fusion des deux noyaux.

4- Activation du métabolisme de l'œuf et début du développement.

# Les principales étapes de la fécondation :

1 au moment de l'ovulation, l'ovocyte est expulsé avec une couronne de cellules folliculaires (« corona radiata »). La méiose est bloquée en métaphase de la deuxième division méiotique

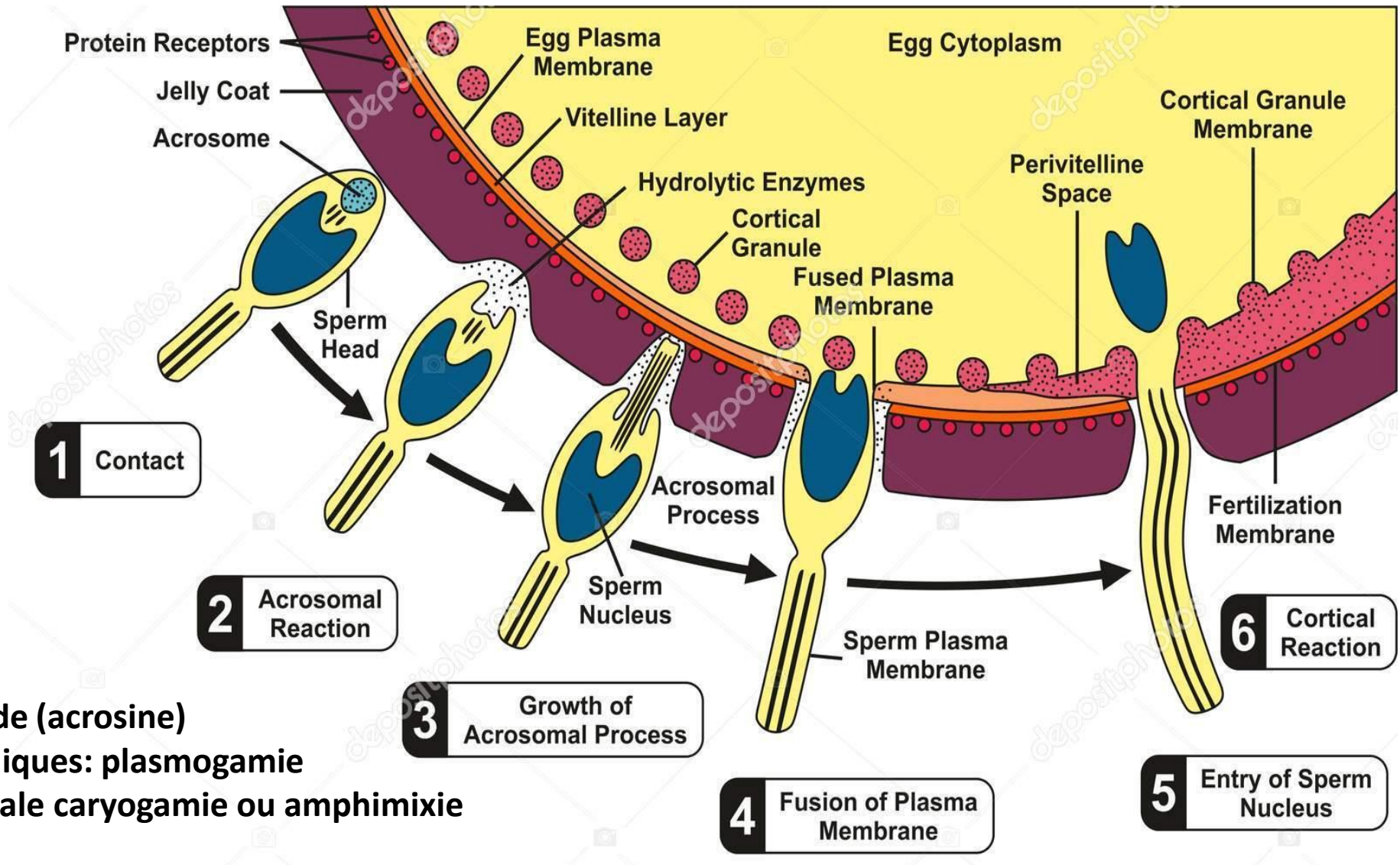


## IV - PROCESSUS DE LA FÉCONDATION :

**Vue que le mécanisme de l'union entre l'ovule et le spermatozoïde semble très simple, plusieurs processus et transformations des deux gamètes doivent se produire pour que la fécondation ait lieu.**

- **Rencontre des gamètes (*spzs et ovocyte II*) dans la partie supérieure de la trompe.**
- **Pénétration de la « corona radiata »**  
Le processus de fécondation commence avec la pénétration des spermatozoïdes dans la couche de **cellules folliculaires** qui entourent l'ovocyte : **la corona radiata**.  
Les spermatozoïdes traversent cet ensemble de cellules grâce à la libération d'enzymes **hyaluronidases** et aux mouvements de leur flagelle (la queue du spermatozoïde).
- **Reconnaissance entre les gamètes : les spzs se lient à des récepteurs situés dans la zone pellucide.**
- **Réaction acrosomique : l'acrosome libère son contenu enzymatique **acrosine** qui hydrolyse et liquéfie localement la zone pellucide.**
- **Adhésion et fusion des membranes plasmiques de deux gamètes .le spz s'enfonce dans le cytoplasme ovocytaire.**

- **Dépolarisation de la membrane** qui s'oppose à l'entrée d'un autre spz (*pour éviter la polyspermie*).
- *Augmentation du taux de  $Ca^{2+}$  et PH cytoplasmique qui déclenche l'activation de l'ovocyte.*
- *Réaction corticale : les granules corticaux libèrent leur contenu enzymatique qui hydrolyse les récepteurs des spzs ce qui assure la monospermie.*
- **Achèvement de la deuxième division de méiose et expulsion du 2ème globule polaire.**
- **Formation de 2 pro-noyaux (pronucléi) ainsi l'aster : synthèse d'ADN et duplication des chromosomes dans chacun de 2 noyaux gamétique qui gonflent.**
- **Rapprochement des 2 pronucléi : mâle et femelle.**
- **La caryogamie : fusion des 2 pronucléi mâle et femelle chacun à 23 chromosomes et formation de la cellule œuf ( zygote )**
- **La première division de la cellule œuf donne une cellule œuf au stade 2 cellules → 1<sup>er</sup> étapes embryonnaires**



- 1 -adhésion à la zone Pellucide
- 2 - réaction acrosomique
- 3 - traversée de la Zone pellucide (acrosine)
- 4 -fusion des membranes plasmiques: plasmogamie
- 5 -penetration du pronucléus male caryogamie ou amphimixie
- 6 -reaction cortical

Interaction des spermatozoïde avec la zone pellucide

# V - CONSÉQUENCES DE LA PÉNÉTRATION DU SPERMATOZOÏDE

La pénétration du gamète mâle, précédé à la fusion des noyaux, se fait suivant le mécanisme ci-après.

- ❖ **Une réaction corticale** avec formation de nombreuses vésicules, les **granules corticaux**, qui s'ouvrent à la surface libérant sous la zone pellucide du liquide **pérovulaire**. constituant autour de l'ovocyte un **espace séparant l'ovocyte de la zone pellucide**. Le contenu des granules semble modifier la composition de la zone pellucide et pourrait expliquer le blocage des spermatozoïdes présents en périphérie, la zone pellucide assurerait **ainsi le contrôle de la monospermie**.
- ❖ **Une activation du cytoplasme** accompagne cette réaction corticale : les métabolismes augmentent avec en particulier une synthèse notable d'A.R.N.
- ❖ **Une reprise de la méiose** avec l'achèvement de la deuxième division et l'**expulsion du 2ème globule polaire**.

Il résulte de ces phénomènes une cellule volumineuse constituée par le cytoplasme de l'ovocyte devenu *ovotide* et contenant **eux éléments nucléaires**, l'un provenant de l'ovocyte ou **pronucléus femelle**, l'autre constitué par la tête du spermatozoïde ou **pronucléus mâle (voir tableau)**

1=cellule folliculaire ;  
 2=spermatozoïde ;  
 3=1er globule polaire ;  
 4= 2ème globule polaire ;  
 5=pronucléus mâle ;  
 6=pronucléus femelle ;  
 7=aster ;  
 8= centriole proximal ;  
 9=chromosomes à 2 chromatides en plaque équatoriale ;  
 10=chromosomes à 1 chromatide en ascension polaire ;  
 11=espace péri-ovocytaire ;  
 12=zone pellucide ;  
 13=espace péri-vitellin ;  
 14=spermatozoïde pénétrant l'ovocyte ;  
 15= cellule-œuf

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Arrivé au contact de la membrane de l'ovocyte, un spermatozoïde va être phagocyté par l'ovocyte. En même temps, les granules corticaux déchargent par exocytose leur contenu enzymatique, ce qui provoque un durcissement de la zone pellucide et un masquage des protéines de fixation des spermatozoïdes. Cette réorganisation évite la polyspermie.</li> <li>▶ Les cellules folliculaires se sont rétractées, participant ainsi au blocage de la polyspermie.</li> <li>▶ Rétraction du cytoplasme ovocytaire et réveil physiologique de l'ovocyte : reprise des synthèses, respiration, méiose, ...</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ L'espace péri-ovocytaire apparaît nettement.</li> <li>▶ Formation du second globule polaire.</li> <li>▶ Le noyau du spermatozoïde gonfle et devient le pronucléus mâle. Le reste du gamète est digéré par l'ovocyte, sauf le centriole proximal qui formera l'aster.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Formation du pronucléus femelle et migration des deux pronucléi l'un vers l'autre.</li> <li>▶ Fusion des pronucléi en prophase : c'est la caryogamie.</li> <li>▶ Formation de l'œuf ou zygote à 2n chromosomes.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Anaphase de la première mitose de l'œuf.</li> </ul>

## VI - LE ZYGOTE HUMAIN

Tout les processus de la fécondation s'achève par la formation du **zygote humain** :

la première cellule de l'organisme fruit de l'union entre l'ovocyte et le spermatozoïde.  
En plus de tout cela, c'est au moment de la fécondation que se décide le sexe du futur bébé en fonction de ses chromosomes sexuels :

### **Zygote masculin**

ses chromosomes sexuels sont **XY** et le futur bébé sera un garçon.

### **Zygote féminin**

ses chromosomes sexuels sont **XX** et le futur bébé sera une fille.

L'ovule est toujours porteur du chromosome **X**. C'est pourquoi le sexe de l'embryon sera défini par le spermatozoïde, selon qu'il sera porteur d'un chromosome **X** ou d'un chromosome **Y**.



**Le zygote est entouré  
par la zone pellucide**



**PHOTO DU ZYGOTE HUMAIN**

## VII - CONSÉQUENCES DE LA FÉCONDATION

La fécondation permet de :

- ❖ Rétablir la diploïdie dans la cellule œuf grâce à n chromosomes paternels et n chromosomes maternels.
- ❖ Permet de déterminer le sexe du nouvel être vivant.
- ❖ Initiation de la segmentation :
  - ✓ Au cours de la fécondation, la formation de l'œuf à 2 cellules (**blastomères**) suit immédiatement **l'amphimixie**.
  - ✓ L'individualisation de ces deux blastomères peut être interprétée comme la première division de **segmentation** , elle sera suivie très rapidement des divisions : **Première semaine du développement de l'œuf**).