

Fécondation

Institut des sciences de la nature et de la vie
1ère année sciences de la nature et de la vie
Responsable de la matière : Dr. Hamra Fatima

Cours 3: Fécondation

Généralités:

La fécondation se produit dans la trompe utérine lorsqu'un spermatozoïde rencontre l'ovule. Afin de pénétrer l'ovocyte (la zone pellucide est en quelque sorte une coquille entourant l'ovocyte). Une fois lié à son récepteur, le spermatozoïde peut enfin entrer dans l'ovocyte. La membrane du spermatozoïde fusionne avec celle de l'ovocyte, ce qui fait libérer par ce dernier des enzymes rendant les récepteurs inefficaces. C'est pour cette raison qu'un ovocyte ne peut être fécondé que par un seul spermatozoïde.

Après la fécondation, les noyaux mâles (n) et femelles (n) fusionnent pour donner un zygote (2n). C'est à partir de ce moment que le développement embryonnaire débute.

1. Définition de fécondation:

Le terme fécondation désigne le processus de rencontre et de fusion :

- Du gamète mâle ou spermatozoïdes
- Du gamète femelle ou ovocyte II.

Ce processus aboutit à une cellule unique: l'œuf ou zygote et a lieu dans le 1/3 externe de la trompe utérine (c'est-à-dire dans l'ampoule tubulaire).

2. Phénomène précédant la fécondation (transit des spermatozoïdes):

-Chez homme : Avant la rencontre des gamètes, indispensable à la survenue de la fécondation, les spermatozoïdes ont un long trajet à parcourir depuis la lumière des tubes séminifères. Pendant ce transit des mécanismes essentiels interviennent qui conditionnent la fécondation.

-A partir du testicule, les spermatozoïdes transitent dans les voies génitales (épididyme, canal déférent, canal éjaculateur et urètre). Au cours de ce trajet, ils se mélangent aux sécrétions des glandes annexes (vésicules séminales et prostate) l'ensemble constituant le sperme. Pendant ce trajet les spermatozoïdes acquièrent leur mobilité, mais ils sont rendus inaptes à la fécondation (décapacitation) au cours de leur transit épидидymaire.

3. Conditions préalables à 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/cm³, la mobilité 80 à 90 % de spermatozoïdes mobiles à l'émission et l'aspect cytologique, moins de 25 % de formes anormales. En pratique, le sperme peut rester fécondant avec des résultats très éloignés de ces normes.

- **Glaire cervicale** de bonne viscosité et pH alcalin.

- **Délai entre rapport et ovulation** inférieur à 3-4 jours, durée de la survie des spermatozoïdes dans les voies génitales de la femme

- **Réalité de l'ovulation** (possibilité de cycles anovulatoires)

- **Perméabilité des trompes** (absence d'infection des voies génitales femelles).

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

4. Les étapes de fécondation :

4.1 La rencontre des gamètes : Les spermatozoïdes vont tenter de pénétrer jusqu'à l'ovocyte. Ils s'accolent à la corona radiata par leur pole acrosomiale (chimio-attraction).

La **rencontre** se déroule en plusieurs phases :

D'abord la dissociation des cellules de la corona radiata laisse les spermatozoïdes entrer en **contact** avec la zone pellucide. Ce contact est facilité par la présence de sites complémentaires sur la membrane plasmique du spermatozoïde d'une part et les glycoprotéines de la zone pellucide d'autre part.

- La **dissolution de la zone pellucide** vient après la dissolution des cellules. Ces deux phénomènes semblent liés à l'activité enzymatique de la tête des spermatozoïdes, plus précisément de l'acrosome.

"Réaction acrosomique" qui libère plusieurs types d'enzymes :

- Une hyaluronidase qui dissocie les cellules de la corona radiata
- Des enzymes protéolytiques, en particulier l'acrosine, qui solubilisent la zone pellucide.

- Un **spermatozoïde pénètre** enfin dans l'ovocyte (monospermie physiologique). Les autres perdent alors contact avec la zone pellucide puis dégénèrent. Dans l'espèce humaine cette pénétration est totale : le spermatozoïde complet (tête, pièce intermédiaire et flagelle) pénètre dans le cytoplasme de l'ovocyte de 2ème ordre tandis que sa membrane cytoplasmique fusionne avec celle de l'ovocyte.

4.2. Conséquences de la pénétration du spermatozoïde

- Une réaction corticale avec formation de nombreuses vésicules, les **granules corticaux**, qui s'ouvrent à la surface libérant sous la zone pellucide du liquide périovulaire. 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**

Remarque :

Prévention de la polyspermie: La pénétration du spermatozoïde à l'intérieur de l'ovocyte II ce processus appelé syngamie. Cette dernière provoque la libération d'ion Ca^{+2} l'intérieur de la cellule, ce dernier stimule l'ovocyte II à libérer des granules qui empêchent tout autre spermatozoïde de pénétrer. .

4.3 L'amphimixie ou caryogamie :

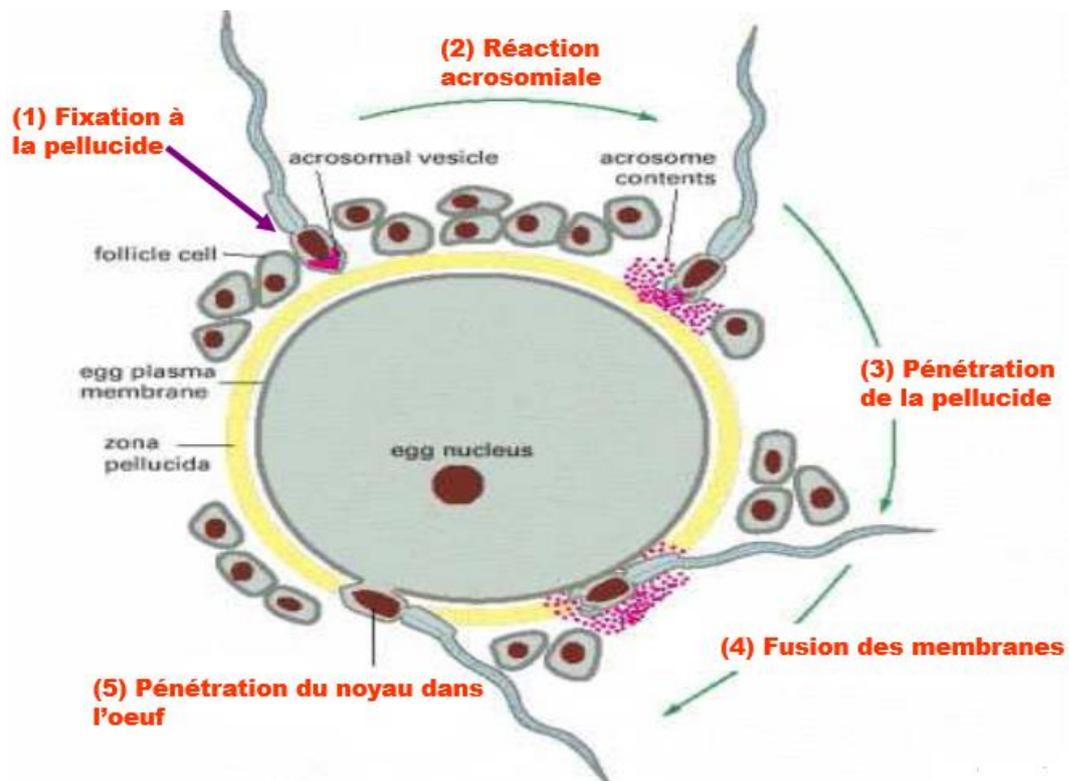
L'amphimixie ou caryogamie résulte de la fusion des pronucléus, elle marque l'achèvement de la fécondation et ressemble à une division cellulaire.

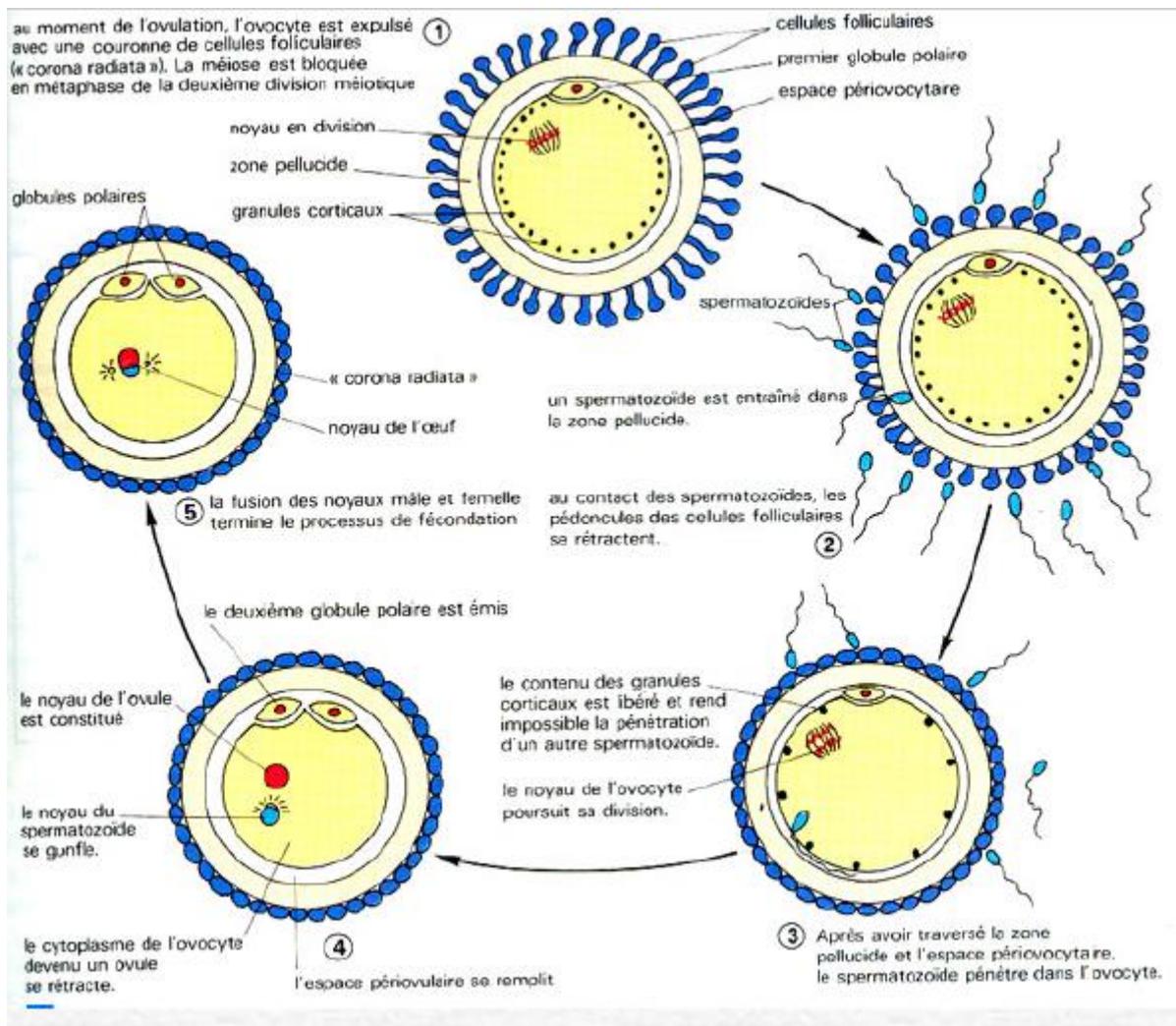
- **Les deux pronucléus se rapprochent.**
- A partir du centriole proximal du spermatozoïde se développent les éléments du fuseau.

- Dans chaque pronucléus intervient une décondensation et une réplication de l'ADN, les chromosomes s'individualisent,
- **Les membranes des pronucléus** disparaissent et les chromosomes dédoublés se groupent en plaque équatoriale au centre du fuseau, tandis que les globules polaires se placent perpendiculairement à l'axe du fuseau.
- Les **chromosomes** gagnent chacun des pôles du fuseau où se reconstitue une cellule. Il en résulte la formation d'un oeuf ou zygote à deux cellules **appelées blastomères**.

4.4 Résultats de la fécondation :

- **Reconstitution d'un nombre diploïde de chromosomes** dont la moitié provient du pronucléus mâle, l'autre moitié du pronucléus femelle. Le noyau de chaque blastomère contient 44 autosomes et 2 chromosomes sexuels.
- **Détermination du sexe du zygote** qui résulte du chromosome sexuel contenu dans le spermatozoïde impliqué dans la fécondation :
 - Si c'est un X, les cellules du zygote seront XX (sexe femelle)
 - Si c'est un Y, les cellules du zygote seront XY (sexe mâle)
- **Initiation de la segmentation** : Au cours de la fécondation, la formation de l'oeuf à 2 cellules (blastomères) suit immédiatement l'amphimixie. L'individualisation de ces deux blastomères peut être interpréter comme la première division de segmentation, elle sera suivie très rapidement par d'autres divisions.





Etapes de fécondation

	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 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. ▶ Les cellules folliculaires se sont rétractées, participant ainsi au blocage de la polyspermie. ▶ Rétraction du cytoplasme ovocytaire et réveil physiologique de l'ovocyte : reprise des synthèses, respiration, méiose, ...
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ L'espace péri-ovocytaire apparaît nettement. ▶ Formation du second globule polaire. ▶ 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.
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Formation du pronucléus femelle et migration des deux pronucléi l'un vers l'autre. ▶ Fusion des pronucléi en prophase : c'est la caryogamie. ▶ Formation de l'œuf ou zygote à 2n chromosomes.
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Anaphase de la première mitose de l'œuf.

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.)