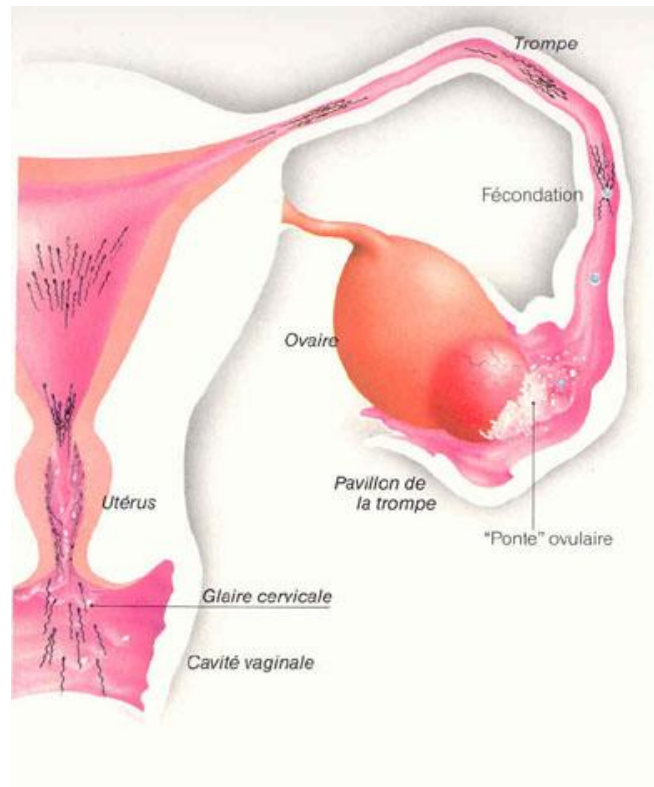


La fécondation

La durée de vie d'un ovocyte est d'environ 10 heures.

Celle d'un spermatozoïde est d'environ 3 à 5 jours.

Le spermatozoïde met environ 2 heures pour se rendre du vagin au tiers supérieur de la trompe.



Migration des spermatozoïdes dans l'appareil génital féminin

Après un rapport sexuel, environ 100 millions de spermatozoïdes sont déposés dans la cavité vaginale.

La migration des spermatozoïdes vers l'ovocyte se fait par **chimiotactisme** du liquide folliculaire. Seulement quelques dizaines de spermatozoïdes arrivent au niveau de l'ovocyte.

Traversée de la glaire cervicale : réseau de glycoprotéines formant des mailles
Cette glaire cervicale est dépendante des stéroïdes ovariens (ouverture sous l'effet de l'œstrogène). Parfois, la glaire cervicale est néfaste au passage des spermatozoïdes (besoins d'assistance médicale à la procréation).

Rôle de la glaire cervicale :

- **Rôle de réservoir** : protection des spermatozoïdes vis à vis du pH acide du vagin
Migration en vague vers la cavité utérine
- **Rôle de filtre** : sélection des spermatozoïdes mobiles et normaux

Capacitation de spermatozoïdes

La capacitation est un ensemble de phénomènes permettant au spermatozoïde d'exprimer tout ce qu'il a acquis lors de la maturation épидидymaire.

On assiste à une **modification membranaire**

- **Epuisement en phospholipides et cholestérol membranaire** : permet d'assurer une augmentation de la perméabilité membranaire au calcium (ouverture des canaux calciques) et une augmentation de l'AMPc
- La variation en cholestérol membranaire influence directement la fonction acrosomique et les sites de fixation du spermatozoïde sur la zone pellucide de l'ovocyte

Rôle dans la capacitation des spermatozoïdes

- Acquisition réversible du **pouvoir fécondant**
- **Perte du plasma séminal** et des **protéines de décapacitation**

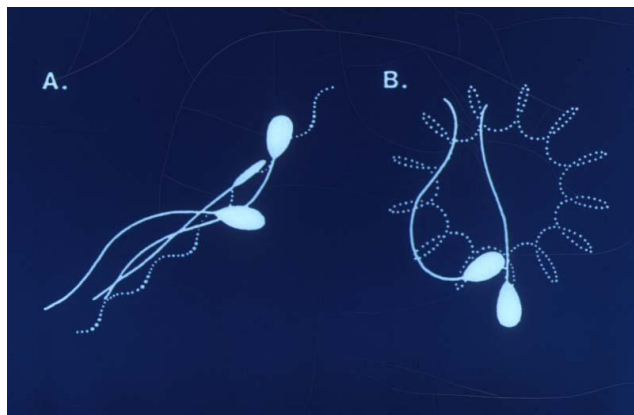
La capacitation des spermatozoïdes permet de passer d'un mouvement normal à un **mouvement hyperactif** (mouvement réversible sinon perte de son énergie).

- ⇒ Permet de lutter contre le courant des trompes
- ⇒ Permet de pénétrer l'ovocyte

La capacitation n'est pas spécifique de l'Homme.

In vivo elle est reproductible.

- A. Spermatozoïde non capacité
- B. Spermatozoïde capacité



Arrivée des spermatozoïdes dans la cavité utérine

$\frac{3}{4}$ des spermatozoïdes sont éliminés par voie basse après l'éjaculation.

Seulement quelques dizaines de spermatozoïdes arrivent au niveau de l'ovocyte, dans le tiers supérieur de la trompe.

Ils sont soumis aux contractions actives et passives de l'utérus puis aux cils des trompes qui les empêchent de progresser.

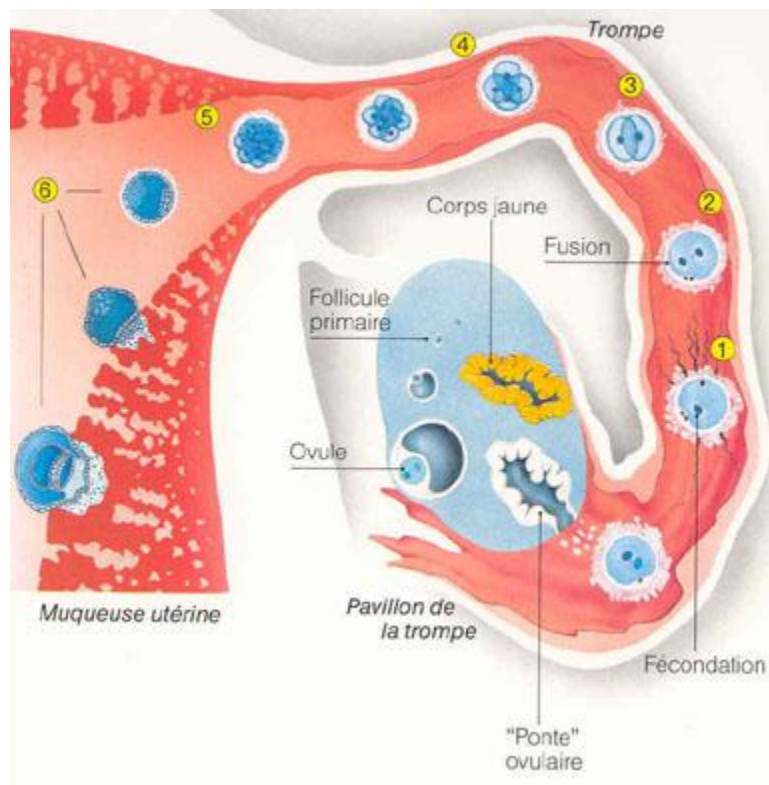
Ils sont **stockés dans l'isthme et l'ampoule**.

Leur quantité d'énergie n'est pas renouvelable : il doit être économe pour franchir toutes les étapes.

Rôles physiologiques de la trompe

- Captation et transport de l'ovocyte
- Transport des spermatozoïdes
- Lieu de la fécondation puis segmentation et transport de l'embryon

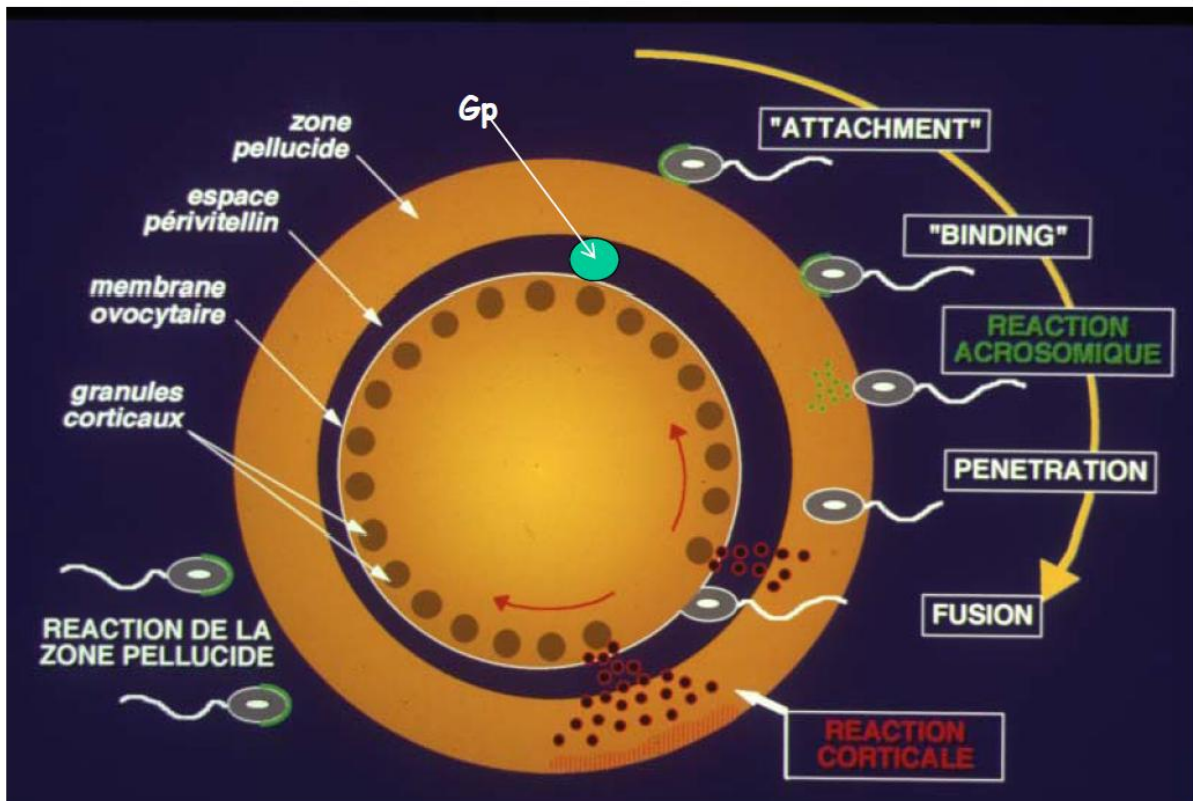
Parallèlement à la fécondation, l'endomètre augmente en épaisseur (de 2 mm à 14 mm) pour préparer la fixation de l'embryon.



Les grandes étapes de la fécondation

1. **Traversée des cellules du cumulus**
2. **Attachement du spermatozoïde à la zone pellucide** (possibilité de détachement)
3. **Fixation spécifique** (« binding ») si affinité : permet la protection de l'espèce
4. **Réaction acrosomique** : sécrétion des enzymes de l'acrosome
5. **Pénétration de la zone pellucide**
6. **Fusion avec la membrane ovocytaire**

L'ensemble de ces étapes dure environ **1 heure**.



Rôle de la zone pellucide

- Permet une **reconnaissance et une fixation spécifique** du spermatozoïde
- Permet le **détachement de la réaction acrosomique** (libération d'enzymes)
- Participe au **blocage de la polyspermie** (1 seul spermatozoïde pénètre l'ovocyte)
- Assure la **protection de l'embryon préimplantatoire** jusqu'au niveau de l'endomètre où elle se détache spontanément de l'ovocyte permettant ainsi un dialogue entre l'ovocyte et l'endomètre

Réaction acrosomique

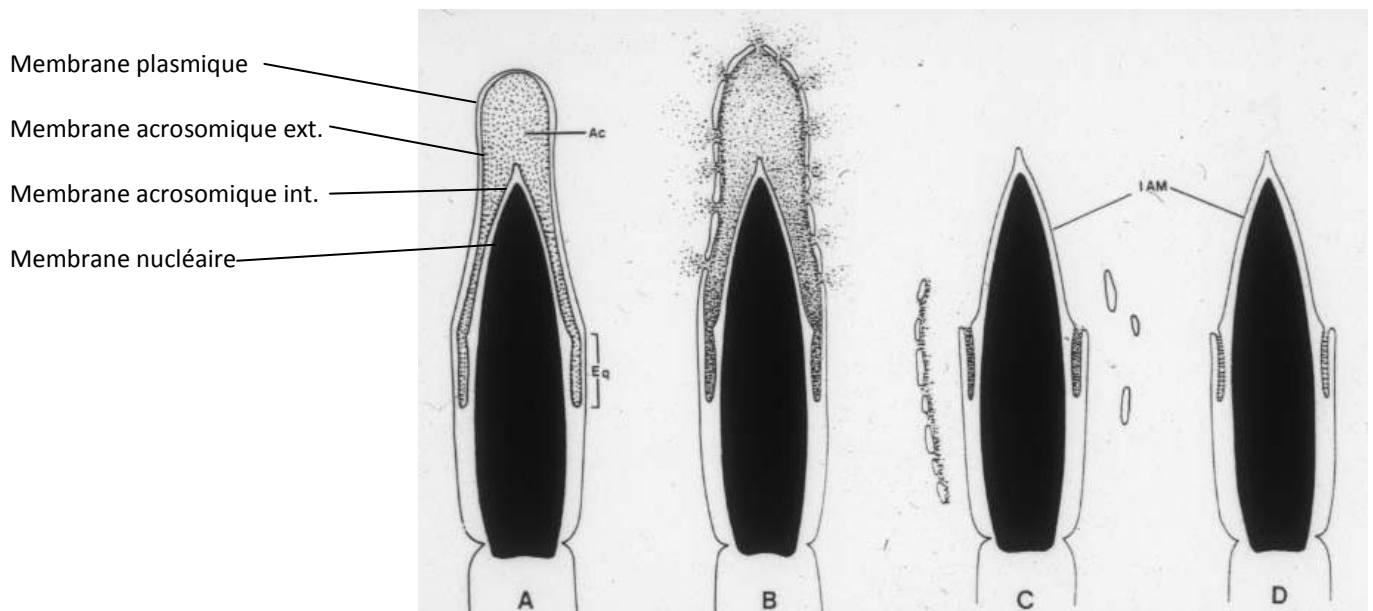
Elle **nécessite la capacitation du spermatozoïde**.

Formation de vésicules membranaires résultant d'un bout de la membrane plasmique et d'un bout de la membrane acrosomique externe.

La réaction acrosomique n'a pas lieu sur la totalité de la tête du spermatozoïde : la membrane plasmique au niveau de la région post-acrosomique va restée intacte pour permettre la fusion avec la membrane de l'ovocyte.

L'acrosome contient des **enzymes**, protéases, acrosines et hyaluronidases, qui sont libérées lors de la réaction.

On observe une **entrée massive de calcium** (canaux calcique) et une **augmentation du pH interne**.



La réaction acrosomique est **déclenchée par la zone pellucide** de l'ovocyte.

La zone pellucide est une zone de glycoprotéines divisée en 3 parties : **ZP1, ZP2 et ZP3**

Fixation du spermatozoïde à la zone pellucide en 2 étapes : fixation primaire et fixation secondaire avec entre les deux, la réaction acrosomique

- **Fixation primaire** : 1^{er} contact entre le spermatozoïde et la zone pellucide par les chaînes glucidiques de ZP3, l'acrosome est intact
- **Induction de la réaction acrosomique** par ZP3 (partie protéique)
- **Fixation secondaire** : l'acrosome a réagit

Chez la femme, la **ZP3** assure la fixation primaire, induit la réaction acrosomique et assure la fixation secondaire.

Différent chez la souris (fixation secondaire assurée par ZP2) : permet la protection de l'espèce

Traversée de la zone pellucide

La zone pellucide fait 15-17 μm d'épaisseur.

Pour franchir la zone pellucide, le spermatozoïde a besoins de deux actions :

- Une **action mécanique** : mouvement hyperactif du spermatozoïde
- Une **action enzymatique** : réaction acrosomique

Des **récepteurs de la ZP3** sont sur la membrane plasmique (tête) du spermatozoïde et facilitent la traversée de la zone pellucide pour se retrouver dans l'espace péri-vitellin.

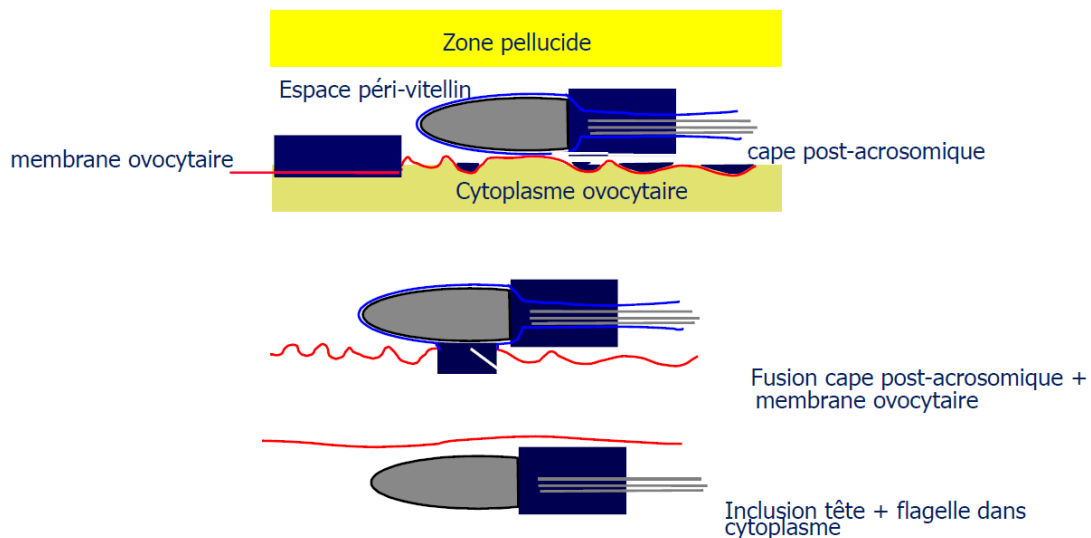
La liaison entre le spermatozoïde et la zone pellucide **nécessite que l'acrosome soit intact** au niveau de la région post-acrosomique.

Fusion avec la membrane ovocytaire

Après la traversée de la zone pellucide, le spermatozoïde se retrouve dans l'espace péri-vitellin de l'ovocyte.

La fusion avec la membrane ovocytaire se fait **au niveau de la cape post-acrosomique** (membrane restée intacte après la réaction acrosomique) : **nécessite la réaction acrosomique**

Inclusion de la totalité du spermatozoïde (y compris les mitochondries)



Le spermatozoïde apporte à l'ovocyte :

- Son **patrimoine génétique** contenu dans son noyau
- Une protéine, **l'oscilline**, à l'origine de l'activation ovocytaire (reprise de la méiose)
- Le **centriole proximal** (au niveau du cou) permettant la formation du fuseau nucléaire

Les granules corticaux subissent une réaction avec pour but :

- Préparer la membrane ovocytaire à la fusion avec la membrane post-acrosomique
- Empêcher la polyspermie

Conséquences pour le spermatozoïde

Décondensation de la tête

Rupture et formation d'une nouvelle membrane nucléaire

Décondensation de la chromatine (remplacement des protamines par des histones)

⇒ **Formation du pronucleus mâle** (ou pro-noyau paternel)

Conséquences pour l'ovocyte

Réaction corticale : expulsion des granules

➤ Modification de ZP3 et ZP2 : inhibition de la polyspermie, conservation de la diploïdie

Modifications de la membrane plasmique : perte des microvillosités

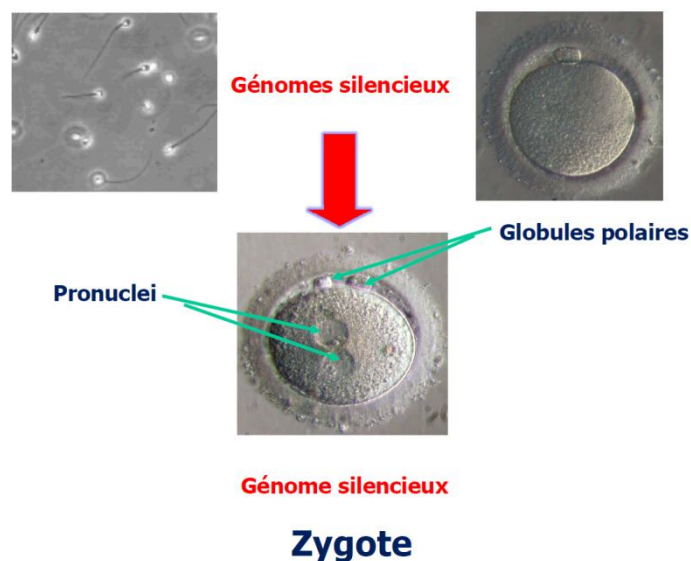
Reprise de la méiose : formation du pronucleus femelle et expulsion du 2^{ème} globule polaire

Activation du programme de développement de l'embryon : traduction en protéines des

ARNm (adénylation)

Mécanisme : mobilisation du Ca^{++} intracellulaire par l'oscilline contenue dans le cytoplasme du spermatozoïde

⇒ **Formation du zygote avec 2 pro-noyaux** (ou pronuclei)



Remarques

Fécondation uniquement d'ovocyte mature

Activation de l'ovocyte sans fécondation (spontanée ou induite) : c'est la **parthénogenèse**

Triploïdie :

Triploïdie



Fécondation par 2 SPZ

Diploïdie



Non expulsion du 2^{ème} GP



Fécondation normale

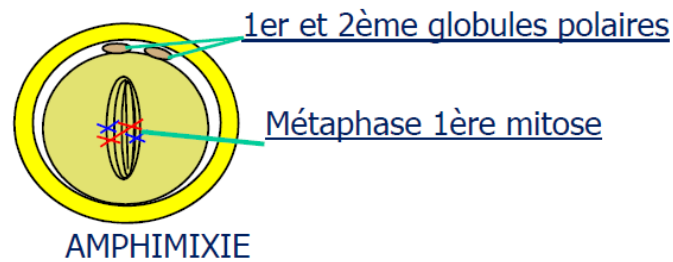
Première mitose de l'embryon

Synthèse d'ADN au sein des pro-noyaux

Mise en place d'un seul fuseau de division à partir du centrosome du spermatozoïde.

Une seule plaque métaphasique permettant le mélange des chromosomes paternels et maternels :

amphimixie ou caryogamie



Syngamie : fusion des deux gamètes pour former le zygote

Cytodiérèse symétrique : embryon à 2 cellules identiques diploïdes

