



# Chapitre IV. Fécondation

## I. Définition

Le terme "fécondation" désigne le processus de **rencontre et de fusion** :  
→ du gamète mâle ou **spermatozoïde** et  
→ du gamète femelle ou **ovocyte II**.

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

## **II. Phénomènes précédant la fécondation**

### **A- Chez l'homme**

Lors de la traversée de l'épididyme, les spermatozoïdes subissent un certain nombre de modifications :

#### **1) Acquisition de la mobilité**

Les spermatozoïdes tombent "immobiles" dans la tête de l'épididyme. Ce n'est qu'à partir du corps de cette dernière qu'ils acquièrent une mobilité linéaire.

#### **2) Répression du pouvoir fécondant (ou Décapacitation)**

La décapacitation, c'est-à-dire le fait que les spermatozoïdes perdent **temporairement** leur capacité à féconder le gamète femelle, est due à la fixation du plasma séminal sur leurs membranes plasmiques. Cela stabilise la membrane et empêche toute **réaction acrosomique** prématurée.

#### **3) Reconnaissance de la zone pellucide**

Les protéines de membrane qui seront responsables de la reconnaissance et de la fixation des spermatozoïdes à la zone pellucide de l'ovocyte II deviennent fonctionnelles.

## **II. Phénomènes précédant la fécondation**

### **A- Chez la femme**

Au cours du rapport sexuel, l'éjaculation dépose au fond du vagin 2 à 5 cm<sup>3</sup> de sperme (on parle d'**insémination**). L'on assiste alors à plusieurs événements dont :

- 1) La réduction du nombre de spermatozoïdes**
- 2) Modifications de la glaire cervicale**
- 3) Phénomène de capacitation**

## II. Phénomènes précédant la fécondation

### A- Chez la femme

#### I) La réduction du nombre de spermatozoïdes

Elle résulte d'un système de **barrières anatomo-physiologiques** intervenant à 3 niveaux :

→ la cavité vaginale : où le **pH acide** (de l'ordre de 5) est défavorable à la survie des spermatozoïdes. Cependant, le liquide séminal (pH=7) provoque un effet tampon provisoire, permettant aux spermatozoïdes de remonter vers le col.

→ le canal cervical (ou col utérin) : sécrète une glaire (hydrogel ayant la consistance du blanc d'œuf) qui forme un **réseau de mailles** (dont la perméabilité est maximale en période péri-ovulatoire).

→ les replis épithéliaux de la jonction utéro-tubaire : les spermatozoïdes s'accumulent au niveau de la portion intra-murale de la trompe, véritable réservoir qui les libère progressivement.

300 M

3 M

Qlq milliers



## II. Phénomènes précédant la fécondation

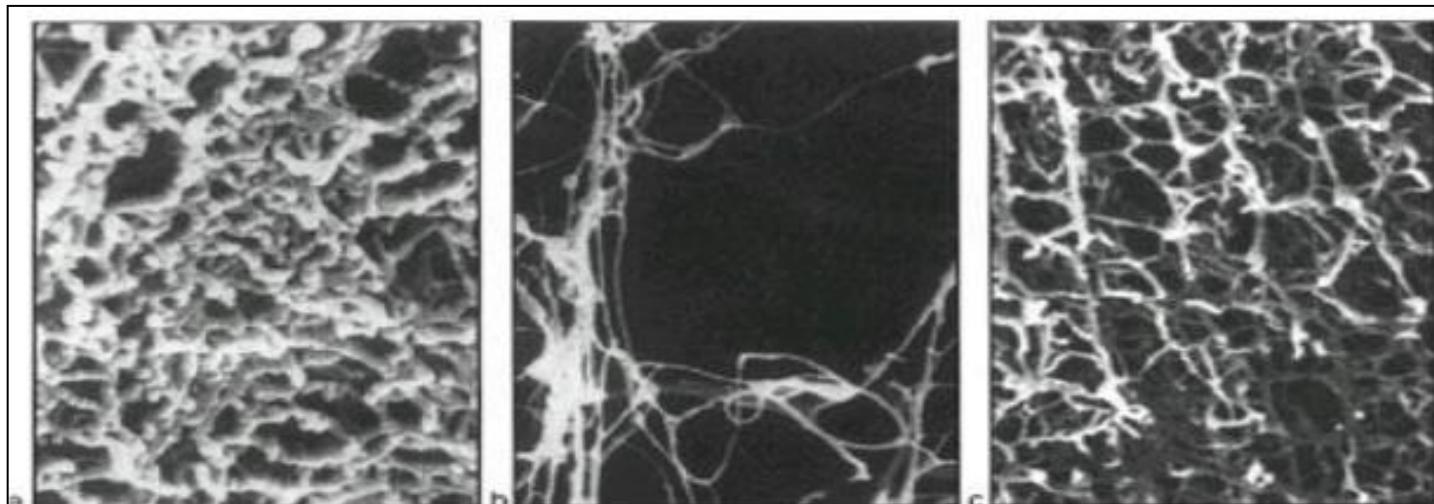
### A- Chez la femme

#### 2) Modifications de la glaire cervicale

La glaire cervicale est composée d'eau, d'ions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^+$ ), de glucides (fructose, galactose) et de protéines (albumine, immunoglobulines, etc.). La glaire et le liquide séminal ne sont pas miscibles.

Il est à noter que pendant la période péri-ovulatoire, cette glaire fournit des conditions optimales au passage des spermatozoïdes, en l'occurrence :

- une viscosité faible (du fait d'une richesse en eau)
- un pH alcalin.



- a. au 5ème jour du cycle la glaire est à maillage serré, épais et opaque
- b. au 14ème jour du cycle la glaire est filante et translucide
- c. à partir des le 21 jour du cycle le maillage se resserre, épais et opaque



## II. Phénomènes précédant la fécondation

### A- Chez la femme

#### 3) Phénomène de capacitation

La traversée des voies génitales féminines permet aux spermatozoïdes de retrouver leur pouvoir fécondant, grâce à 2 facteurs :

- ✓ la **glaire cervicale** : ne laisse pénétrer que les spermatozoïdes, éliminant ainsi le liquide séminal;
  - ✓ les **enzymes** protéolytiques et lipolytiques des sécrétions tubo-utérines.
- 

La capacitation induit :

- des modifications des constituants lipoprotéiques de la membrane plasmique du spermatozoïde;
  - la **formation**, au niveau de cette membrane, **de régions instables** dépourvues de protéines : lieu de la future réaction acrosomique;
  - l'augmentation de la perméabilité membranaire au Ca++ d'où une **hyperactivation des spermatozoïdes** se manifestant par l'augmentation de l'amplitude des battements flagellaires.
- 

En résumé, si tout se passe bien, 30 à 50 minutes après l'éjaculation, quelques centaines de spermatozoïdes seulement atteignent l'ampoule tubaire et ont une chance de rencontrer l'ovocyte II, si bien sûr les conditions énumérées sont réunies.

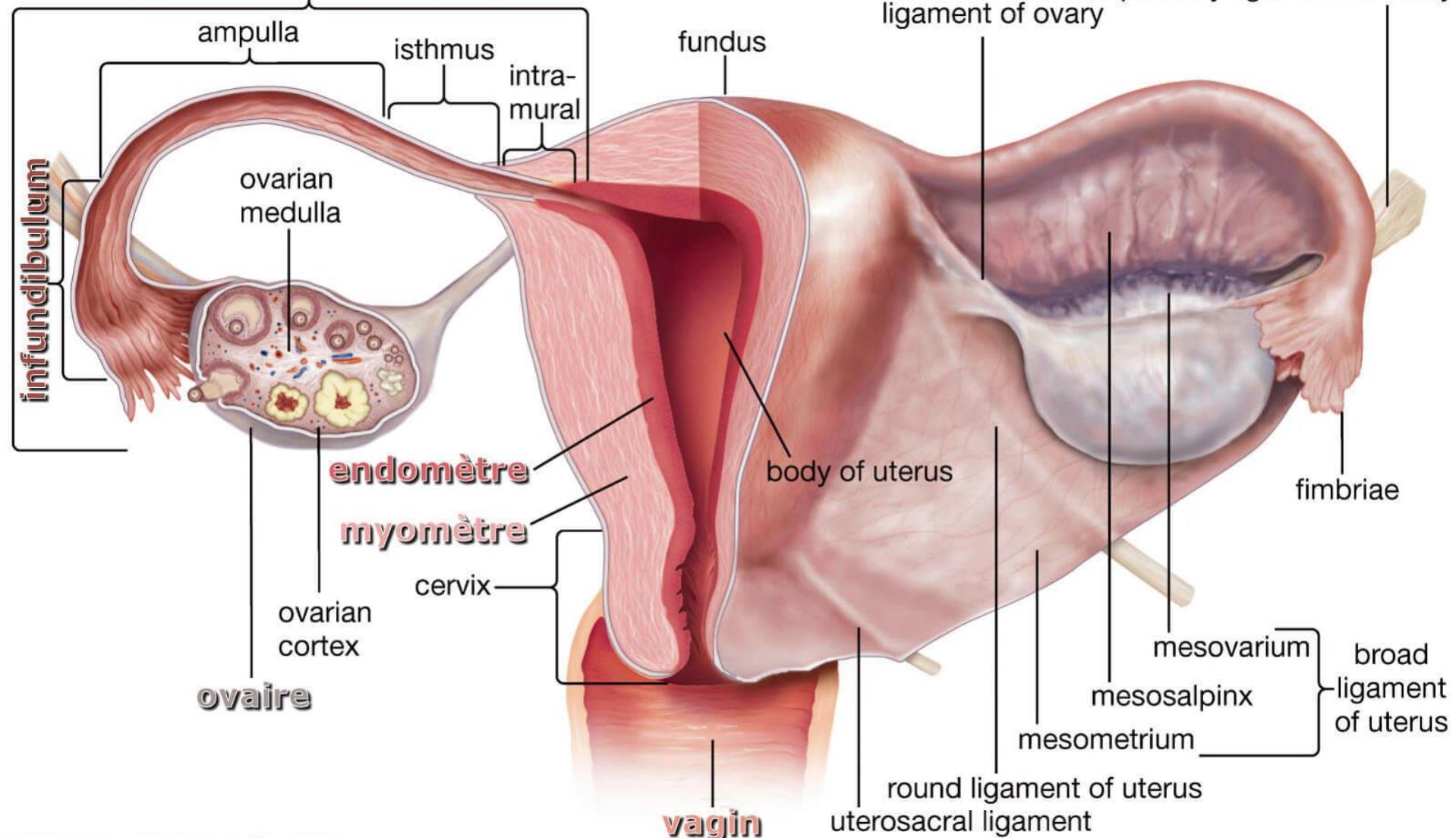
### III. Conditions de la fécondation

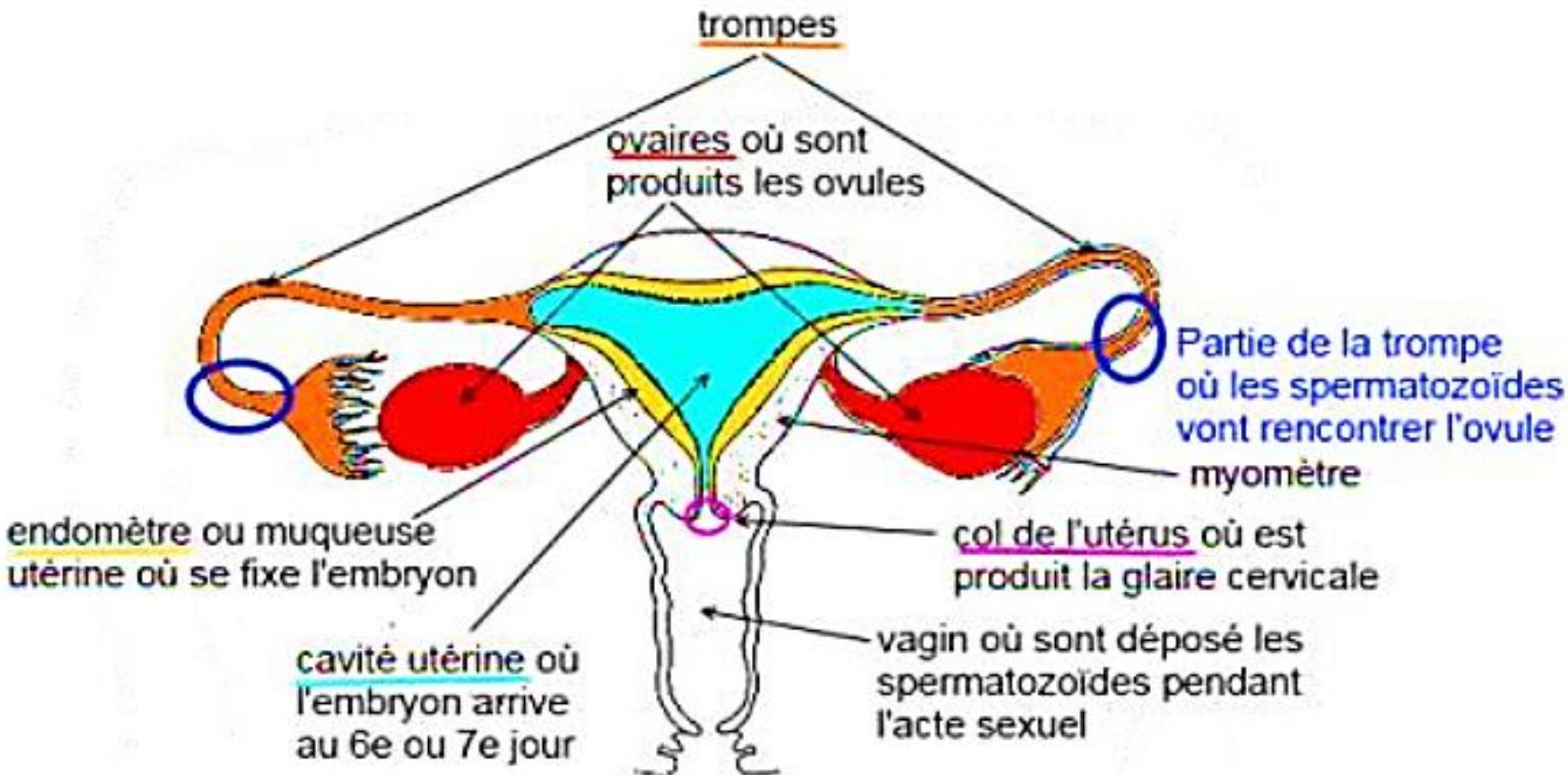
- ✓ Ejaculation de bonne qualité (voir tableau ci-dessous);
- ✓ Glaire cervicale : bonne viscosité + pH alcalin;
- ✓ Spermatozoïdes présents dans les voies génitales féminines depuis moins de 3 ou 4 jours au moment de l'ovulation (durée moyenne de survie des spermatozoïdes);
- ✓ Réalité de l'ovulation (car possibilité de cycles anovulatoires) et perméabilité des trompes;
- ✓ Absence d'infection des voies génitales féminines.

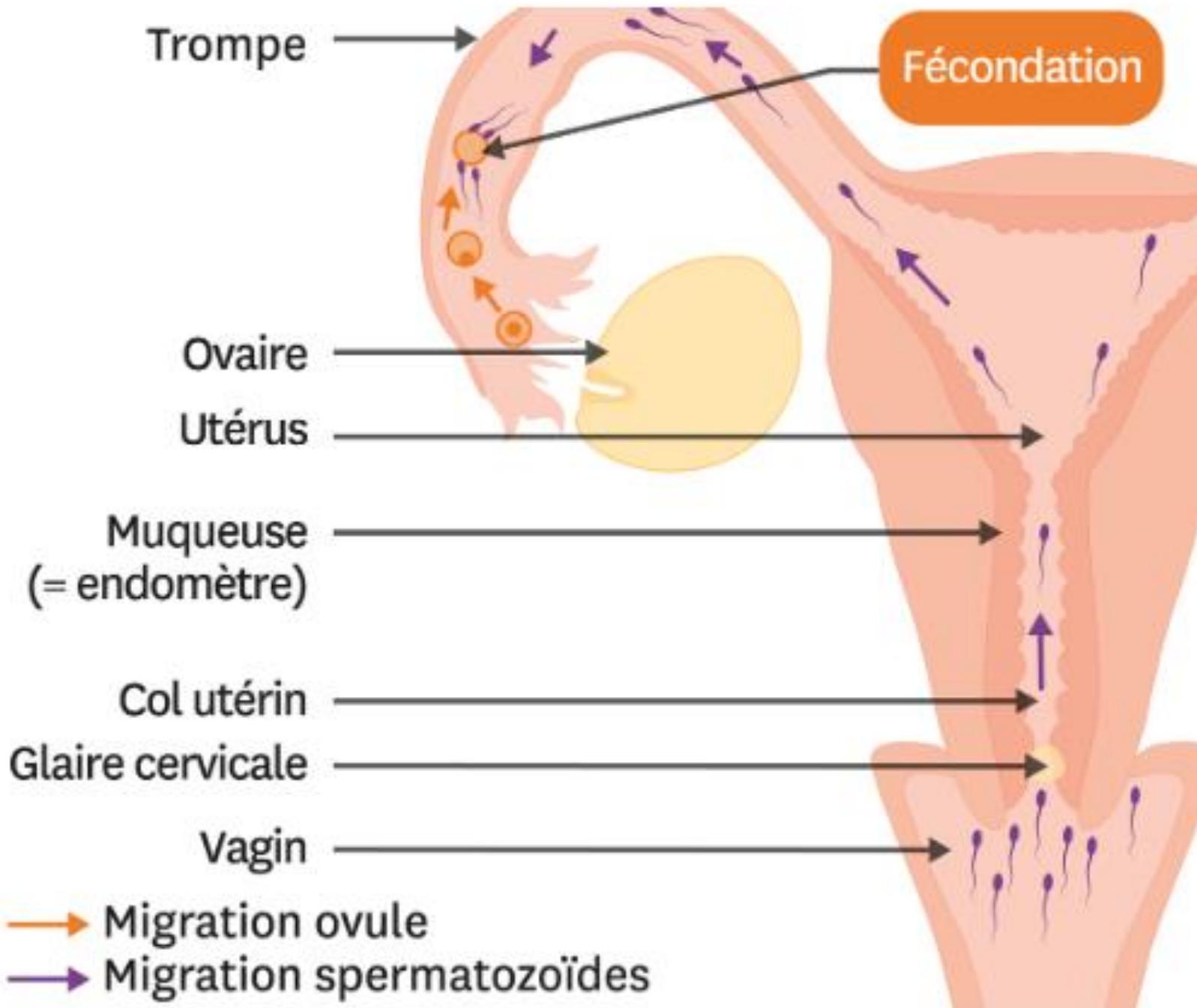
| Paramètre                      | Normes   |
|--------------------------------|--|
| Volume de l'éjaculat           | 1,5 à 6 mL   |
| pH du sperme                   | 7.2 à 7.8  |
| Viscosité du sperme            | Liquéfaction complète au bout d'une heure après l'éjaculation  |
| Nombre de spermatozoïdes       | 15 à 250 Millions par mL (M/mL)                                |
| Mobilité des spermatozoïdes    | 50 à 70% de spzds mobiles 2 heures après l'éjaculation         |
| Vitalité des spermatozoïdes    | Moins de 30% morts au bout de 2 heures après l'éjaculation     |
| Morphologie des spermatozoïdes | Moins de 40% des spzds présentent des anomalies morphologiques |

**Caractéristiques biologiques du sperme humain normal**

## trompe utérine de Fallope









## **IV. Phénomènes cytologiques de la fécondation**

**A- Rencontre des gamètes**

**B- Dissociation des cellules de la corona radiata**

**C- Dissolution de la zone pellucide**

**D- Réaction acrosomique**

**E- Fusion des gamètes**

**F- Réaction corticale**

**G- Activation cytoplasmique**

**H- Activation nucléaire**

**I- Amphimixie ou caryogamie**



## IV. Phénomènes cytologiques de la fécondation

### A- Rencontre des gamètes

Le gamète ♀ (ovocyte II : ♂ volumineuse  $\approx$  100 à 150  $\mu\text{m}$ ) **X** Les gamètes ♂ (+ieurs centaines de spermatozoïdes) qui arrivent au contact de ces enveloppes et vont tenter de pénétrer jusqu'à l'ovocyte),



### B- Dissociation des cellules de la corona radiata



### C- Dissolution de la zone pellucide

Les spermatozoïdes, qui entrent en contact avec la ZP, se fixent à sa surface, par leur tête de manière **tangentielle**. Ce sont les glycoprotéines de cette ZP qui permettent à la fois la reconnaissance et la liaison des spermatozoïdes. D'autres enzymes acrosomiales, de nature glycoprotéique (comme l'**acrosine**), vont permettre la solubilisation de la ZP.

## IV. Phénomènes cytologiques de la fécondation

### D- Réaction acrosomique

Suite à l'adhésion des spermatozoïdes à la ZP, la réaction acrosomique se produit. Elle a pour résultat la formation d'une cavité dans la ZP où pénètre la tête du spermatozoïde (qui est poussé par les battements flagellaires), suite à la cascade d'événements suivants :

- Afflux brutal de Ca<sup>++</sup>;
- Activation des enzymes acrosomiques (proacrosine → acrosine);
- Fusion de la membrane externe de l'acrosome à la membrane plasmique du spermatozoïde;
- Rupture de ces membranes;
- Libération des enzymes acrosomiques.

### E- Fusion des gamètes

Seul un **spermatozoïde** va réussir à pénétrer dans l'ovocyte (**monospermie physiologique**). Les autres perdent contact avec la ZP puis dégénèreront.

## IV. Phénomènes cytologiques de la fécondation

### F- Réaction corticale

Elle désigne l'ouverture des **granules corticaux** à la surface de l'ovocyte, libérant sous la zone pellucide un liquide péri-ovulaire riche en enzymes hydrolytiques. Ceci aboutit à :

- la constitution d'un **espace (périvitellin)** séparant l'ovocyte de la ZP;
- des modifications de la composition chimique de la ZP, entraînant son **imperméabilisation aux autres spermatozoïdes**, assurant ainsi la monospermie.

### G- Activation cytoplasmique

Le début de la fusion des gamètes provoque une décharge de Ca<sup>++</sup> à partir du réticulum endoplasmique lisse qui se propage à l'ensemble de l'œuf traduisant ainsi **le réveil de l'activité métabolique de l'ovocyte** avec une synthèse accrue d'ARN. Une des premières manifestations du réveil ovocytaire est la **phagocytose rapide et complète du spermatozoïde** (à l'exception du noyau, de quelques mitochondries et du centriole proximal).

## IV. Phénomènes cytologiques de la fécondation

### H- Activation nucléaire

Elle se manifeste / la **reprise de la 2<sup>ème</sup> division de méiose** et l'expulsion du 2<sup>ème</sup> globule polaire.

*N.B. : Il résulte 1 ♀ volumineuse : l'œuf fécondé ou zygote, constitué / le cytoplasme de l'ovocyte et / 2 éléments nucléaires : (pronucléus ♀; pronucléus ♂). Ce stade est éphémère et très rapidement la fécondation s'achève / la réunion des éléments nucléaires.*

### I- Amphimixie ou caryogamie

Les 2 pronucléi se placent presque au contact l'un de l'autre mais ne fusionnent pas (**amphimixie**). A la manière d'une division cellulaire :

- Les 2 pronucléi se rapprochent et sont chacun le siège d'une réPLICATION de l'ADN.
- A partir du centriole proximal du spermatozoïde se développeront les éléments du fuseau (aster et microtubules) qui se met en place entre les deux pronucléi.
- Dans chaque pronucléus, intervient une réPLICATION de l'ADN et les chromosomes s'individualisent.
- Les membranes des pronucléi disparaissent et les chromosomes dédoublés se groupent en une plaque équatoriale au centre du fuseau.
- Les chromosomes se séparent et gagnent chaque pôle, reconstituant ainsi 2 ♀ diploïdes : stade de l'œuf à 2 blastomères.

## V. Conséquences de la fécondation

### A- Restauration de la diploïdie

Il y a, en effet, reconstitution à partir de deux cellules haploïdes, d'un nombre diploïde de chromosomes (44 autosomes + 2 gonosomes ou chromosomes sexuels), provenant :

- pour la moitié du pronucléus mâle;
- pour l'autre moitié du pronucléus femelle.

Ainsi le patrimoine héréditaire des deux parents sera transmis (**hérité biparentale**).

### B- Détermination du sexe du zygote

Le sexe du zygote dépend du chromosome sexuel contenu dans le spermatozoïde fécondant (l'ovocyte apportant toujours le chromosome X) :

- si celui-ci est un X : le zygote sera XX, donc de sexe féminin;
- si celui-ci est un Y : le zygote sera XY, donc de sexe masculin.

### C- Initiation de la segmentation

Le stade d'œuf fécondé est très éphémère et la formation de l'œuf à deux  $\emptyset$ s (blastomères) suit immédiatement l'amphimixie : il s'agit là de la **1<sup>ère</sup> division de segmentation** qui sera très rapidement suivie des divisions suivantes.