



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 \varnothing e 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 cm³ 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

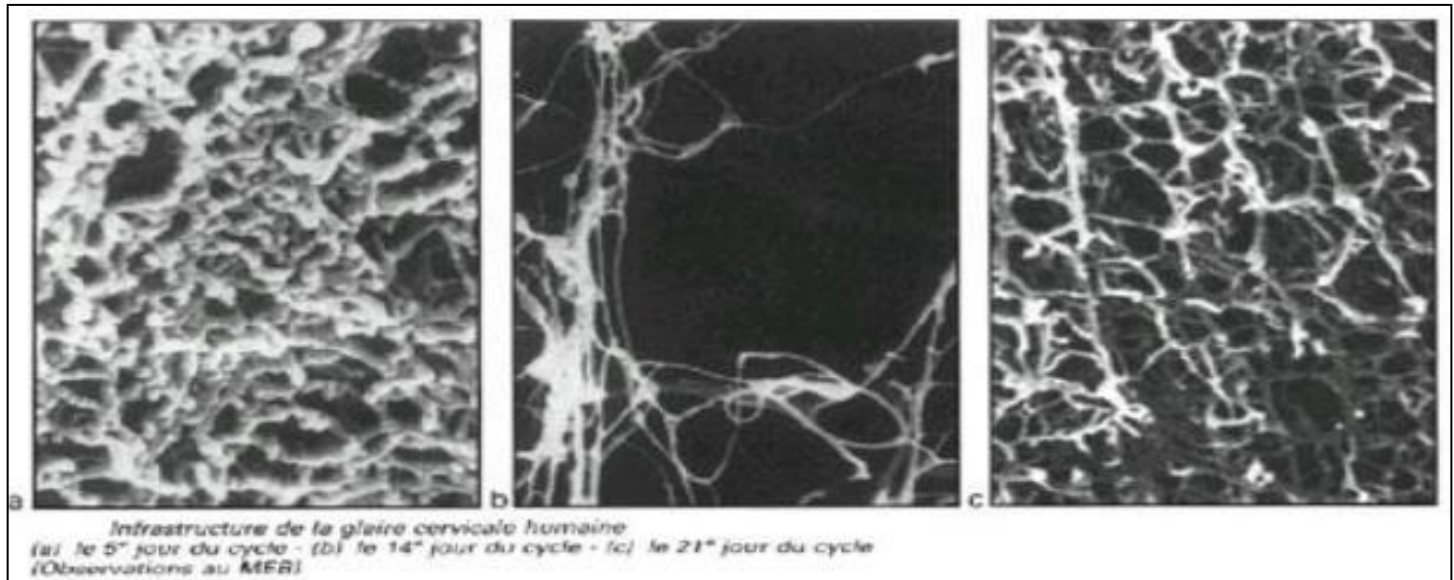
A- Chez la femme

2) Modifications de la glaire cervicale

La glaire cervicale est composée d'eau, d'ions (Na^+ , K^+ , 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 **glai**re 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.

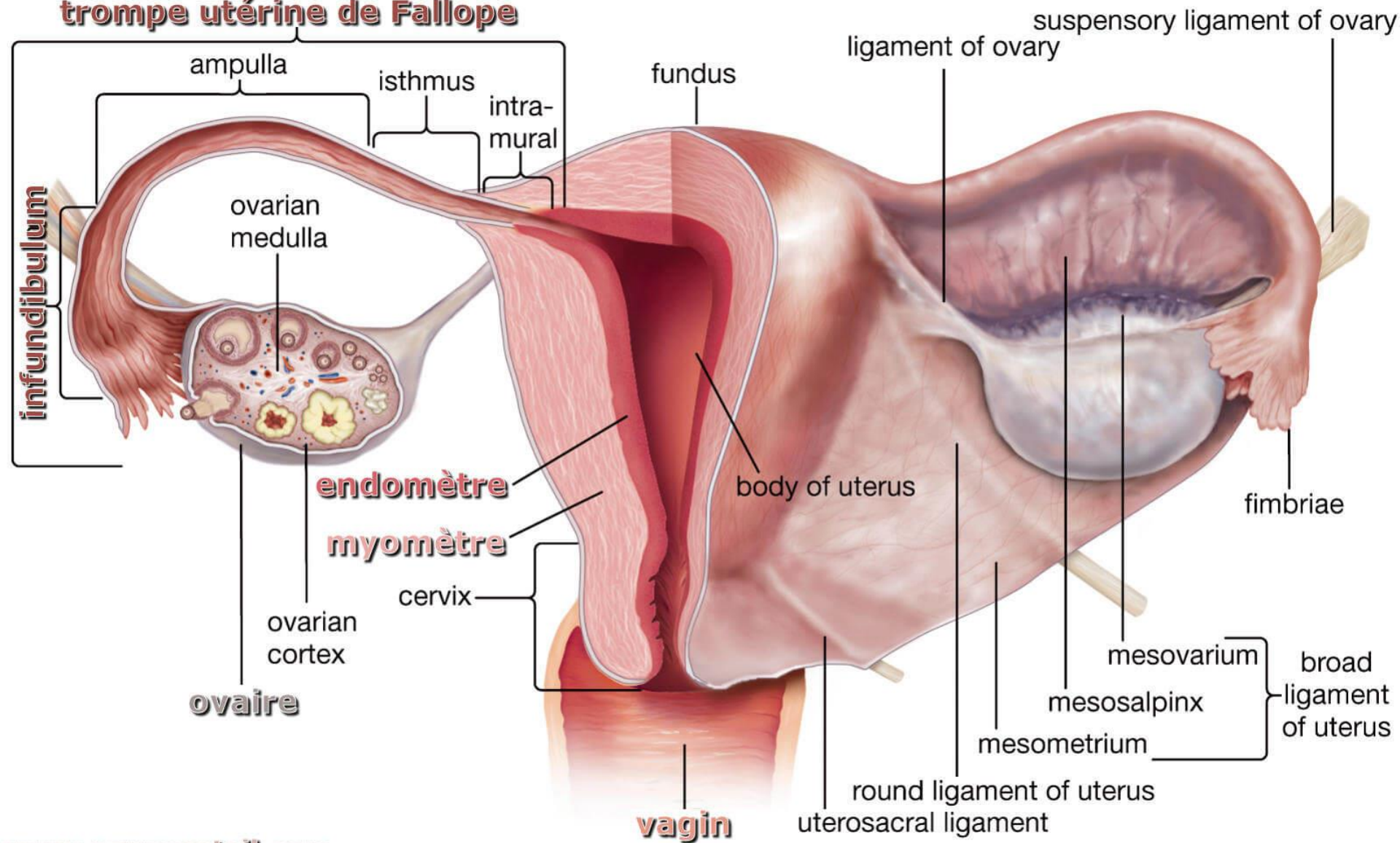
III. Conditions de la fécondation

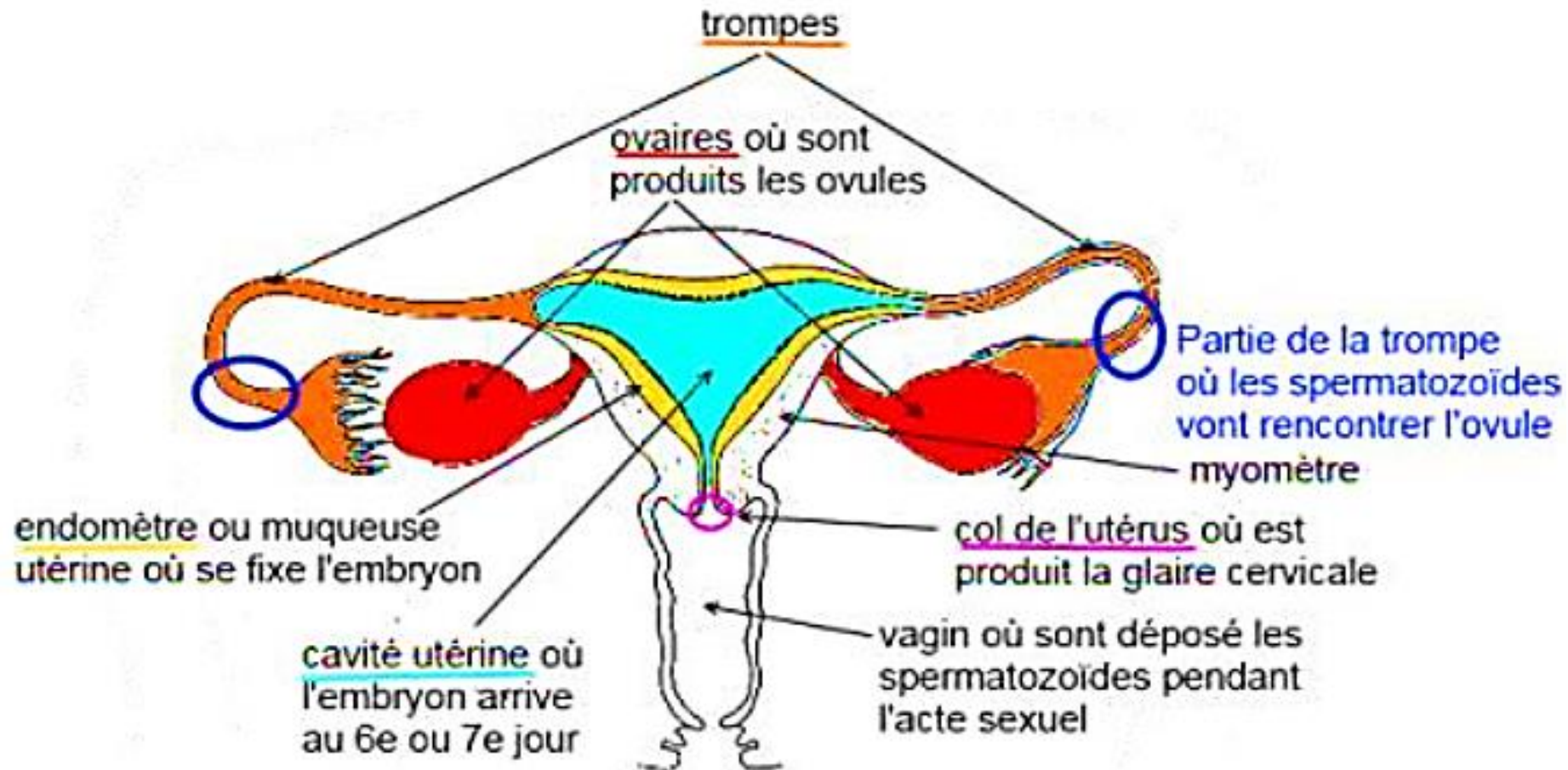
- ✓ Ejaculation de bonne qualité (voir tableau ci-dessous);
- ✓ Glaiare cervicale : bonne viscosité + pH alcalin;
- ✓ Spermatozoïdes présents dans les voies génitales féminines depuis moins de 3 ou 4 jours au moment de l'ovulation (durée moyenne de survie des spermatozoïdes);
- ✓ Réalité de l'ovulation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

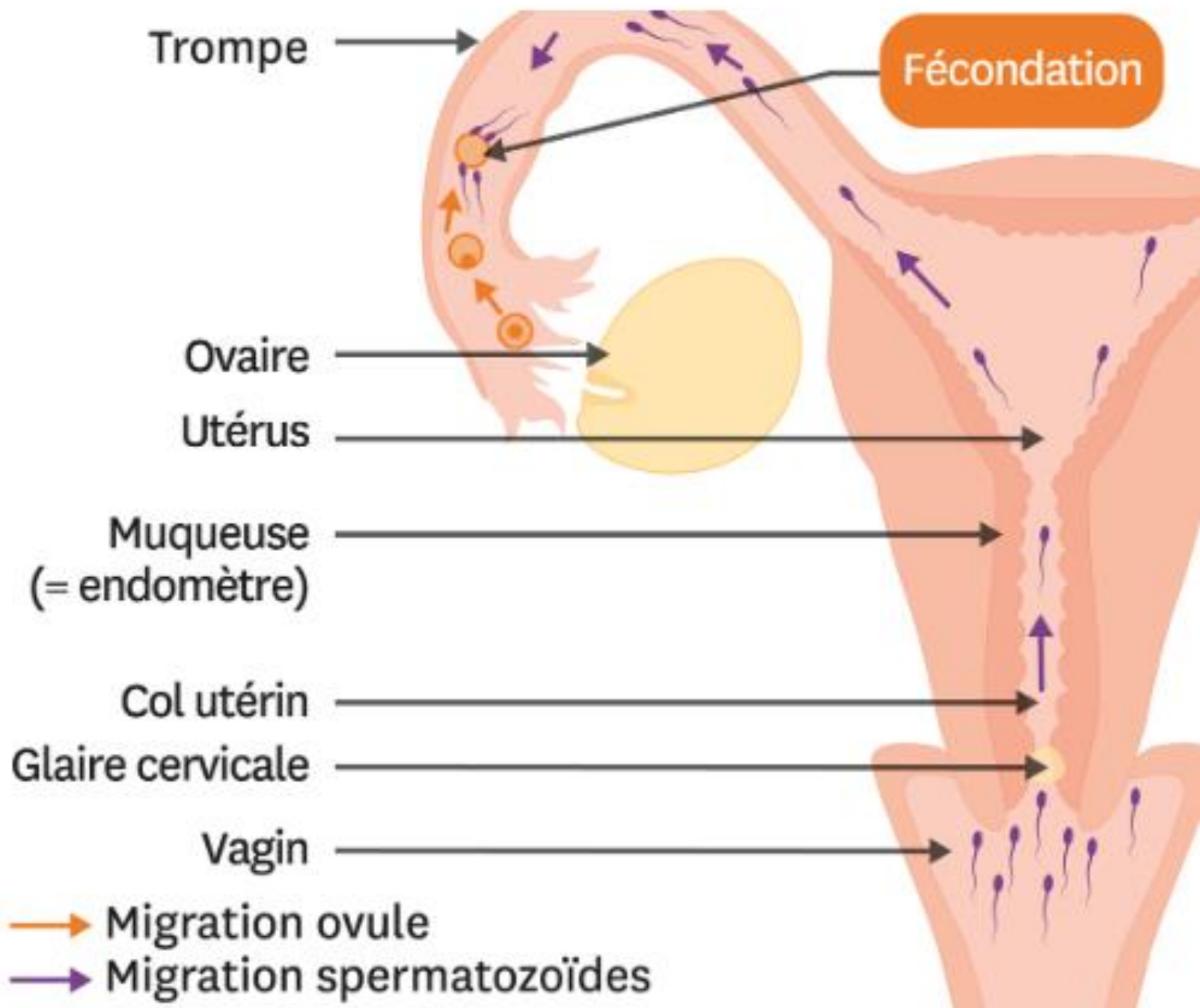
Paramètre	Normes
Volume de l'éjaculat	1,5 à 6 mL
pH du sperme	7.2 à 7.8
Viscosité du sperme	Liquéfaction complète au bout d'une heure après l'éjaculation
Nombre de spermatozoïdes	15 à 250 Millions par mL (M/mL)
Mobilité des spermatozoïdes	50 à 70% de spzds mobiles 2 heures après l'éjaculation
Vitalité 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 : \varnothing volumineuse ≈ 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^{++} ;
- Activation des enzymes acrosomiques (proacrosine \rightarrow 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^{++} 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^{ème} division de méiose** et l'expulsion du 2^{ème} 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 (**hérédité 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 \varnothing s (blastomères) suit immédiatement l'amphimixie : il s'agit là de la **1^{ère} division de segmentation** qui sera très rapidement suivie des divisions suivantes.