COURS D'EMBRYOLOGIE

premiere ann®e

medecine

universite de ouargla

kasdi merbeh

Dr:F.YENDJAH

LA FECONDATION

Dr: F.YENDJAH

HMRUO

Introduction

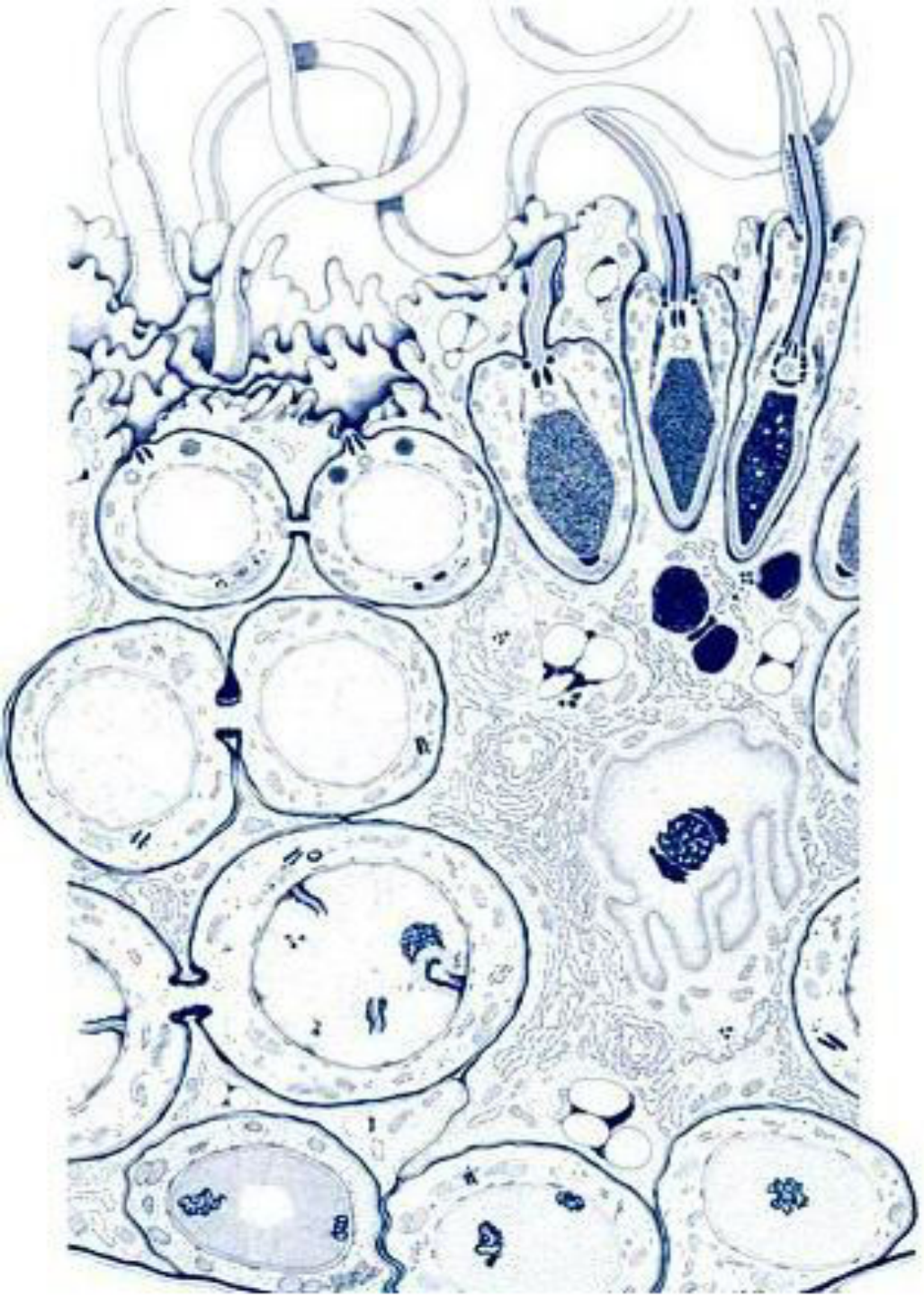
La fécondation proprement dite est l'ensemble des phénomènes qui résultent de la rencontre du gamète mâle (spermatozoïde) avec le gamète femelle (ovocyte) . Cette rencontre est précédée de transformations cellulaires des cellules de la lignée germinale (Gamétogenèse) et d'un long cheminement des gamètes dans les voies génitales. Ces évènements, qui conditionnent la fécondation, sont décrits avant ceux de la fusion cellulaire à l'origine de la formation de l'œuf ou zygote

1 - LA GAMÉTOGÉNÈSE est différente selon le sexe

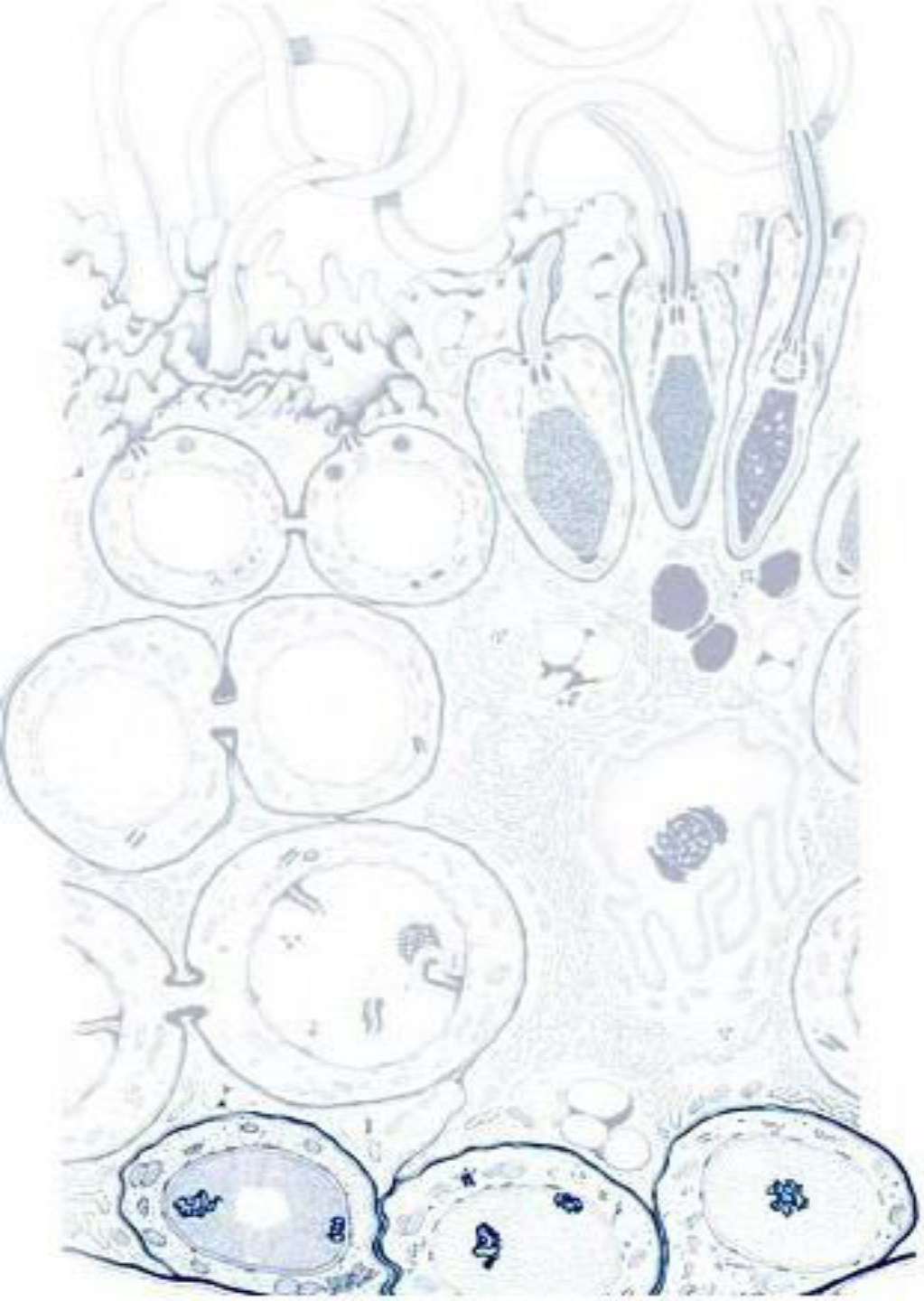
1 . 1 - Chez l'homme

1 . 1 . 1 - La spermatogénèse

Les cellules souches de la lignée germinale, les **spermatogonies**, apparues la sixième semaine du développement au niveau des ébauches des glandes génitales, restent inactives jusqu'à la puberté . C'est alors que commence, dans la paroi des tubes séminifères du testicule, la spermatogénèse, ensemble de transformations cellulaires qui aboutissent à l'individualisation des **spermatozoïdes**



- La spermatogenèse
- Les spermatogonies
- Les spermatozoïdes
- Les cellules de Sertoli

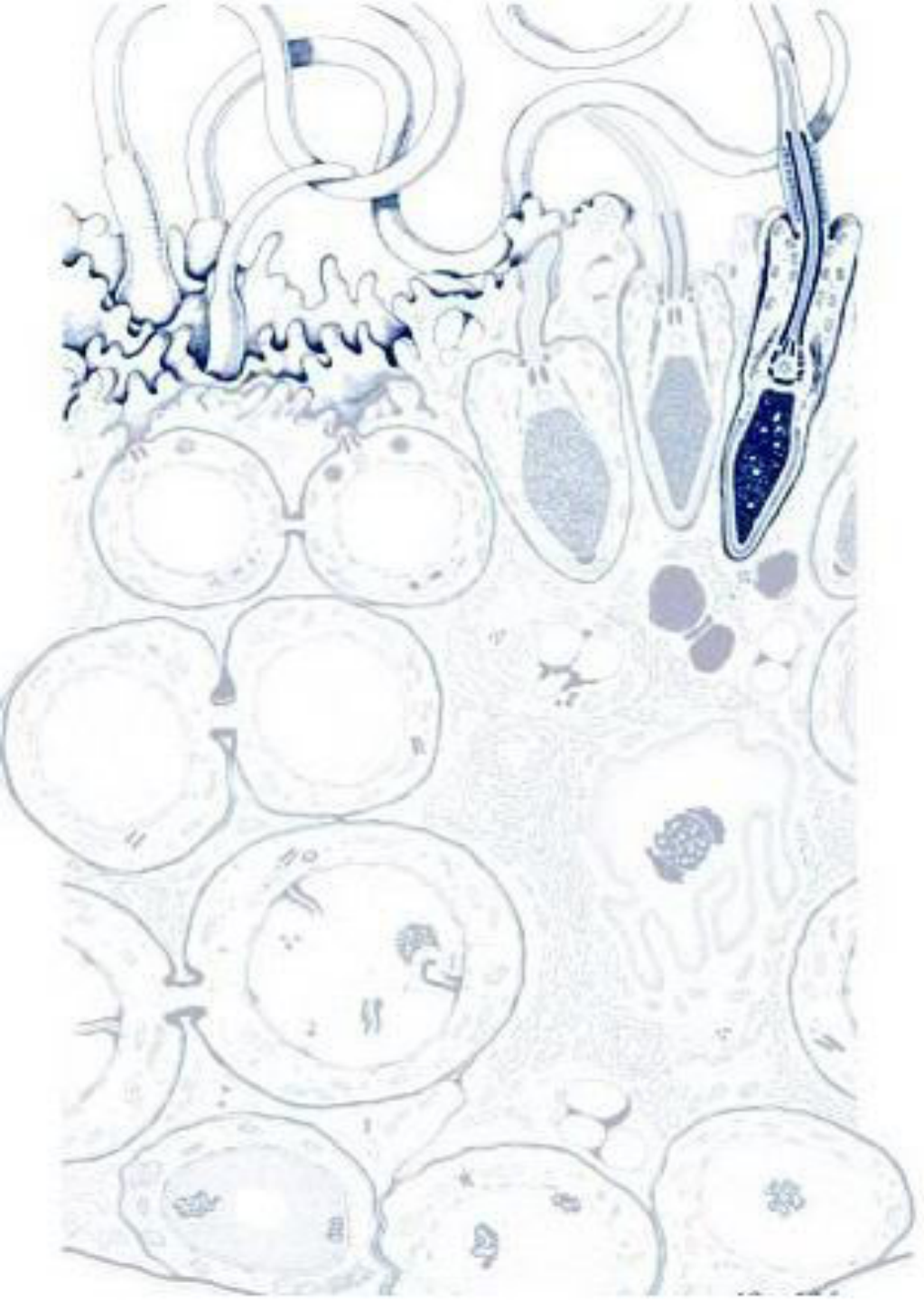


La spermatogenèse

Les spermatogonies

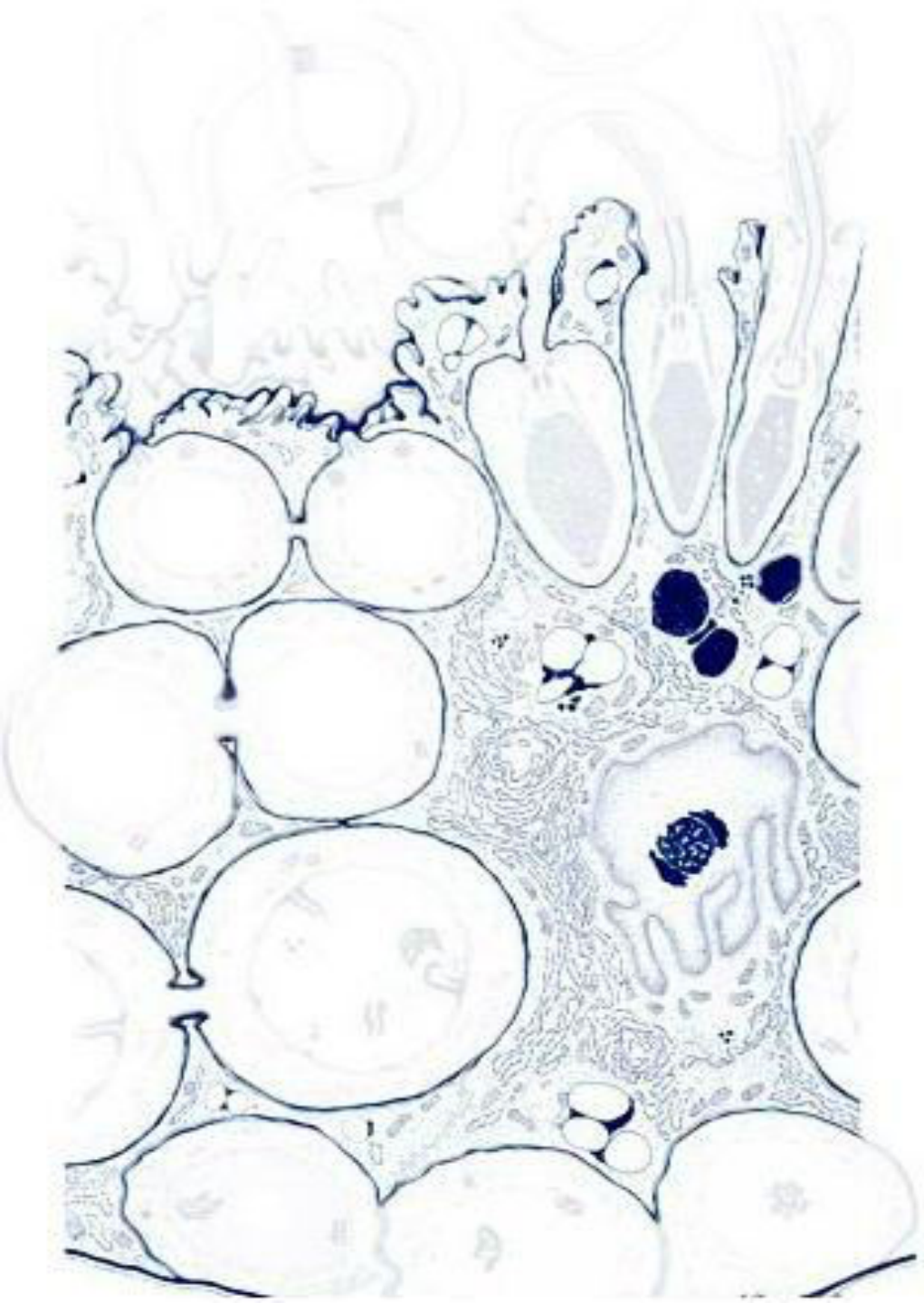
Les spermatozoïdes

Les cellules de Sertoli



- La spermatogenèse
- Les spermatogonies
- Les spermatozoïdes
- Les cellules de Sertoli

Pendant toutes ces étapes les cellules germinales sont entourées par les prolongements des **cellules de Sertoli** . Les cellules souches se situent initialement en périphérie des tubes séminifères. Par un trajet en spirale, elles gagnent la lumière du tube séminifère en même temps qu'interviennent les divisions et les transformations cellulaires.Ce cycle spermatique dure environ 74 jours

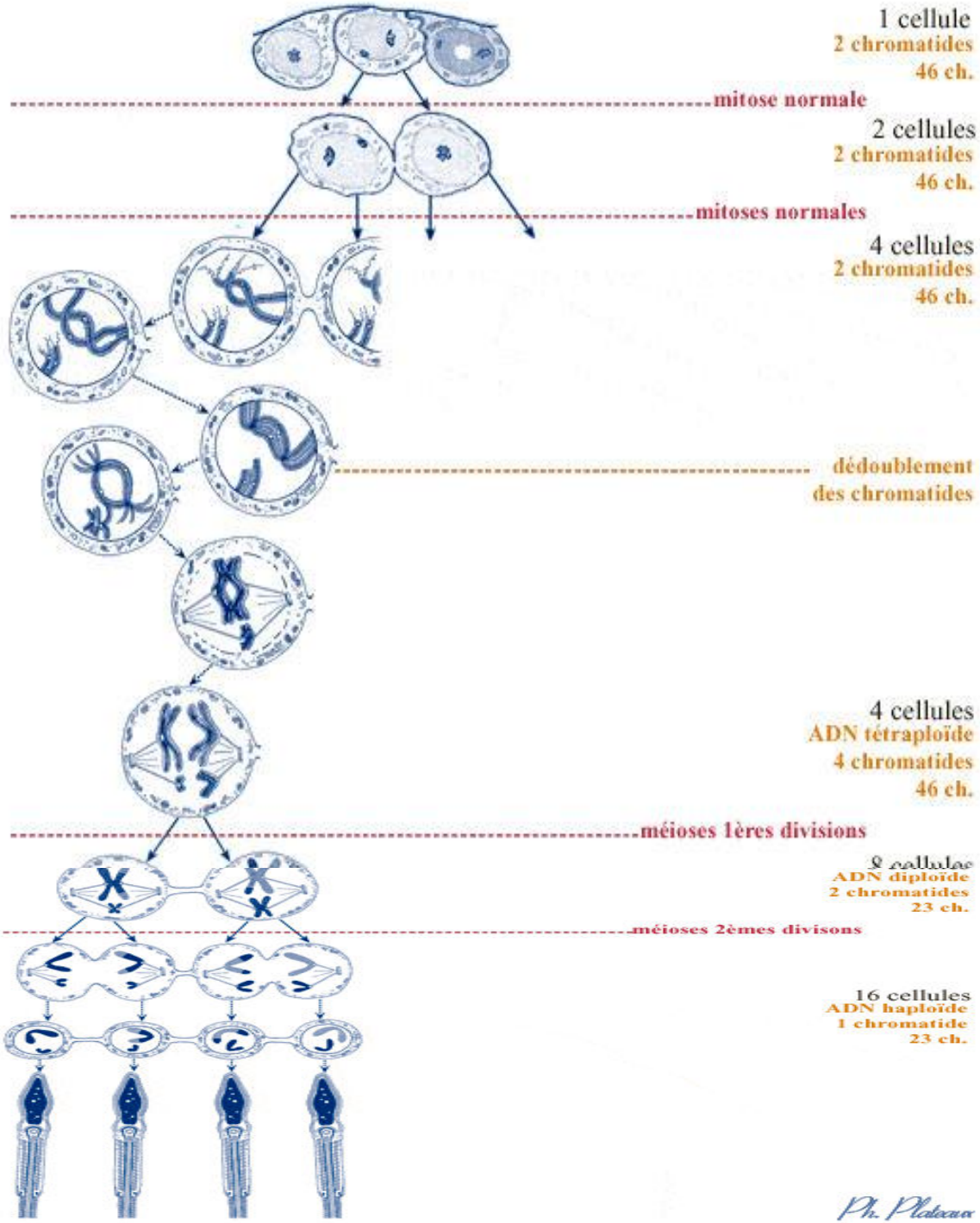


La spermatogenèse

Les spermatogonies

Les spermatozoïdes

Les cellules de Sertoli



Ph. Plateau

La spermatogénèse

La spermatogonie

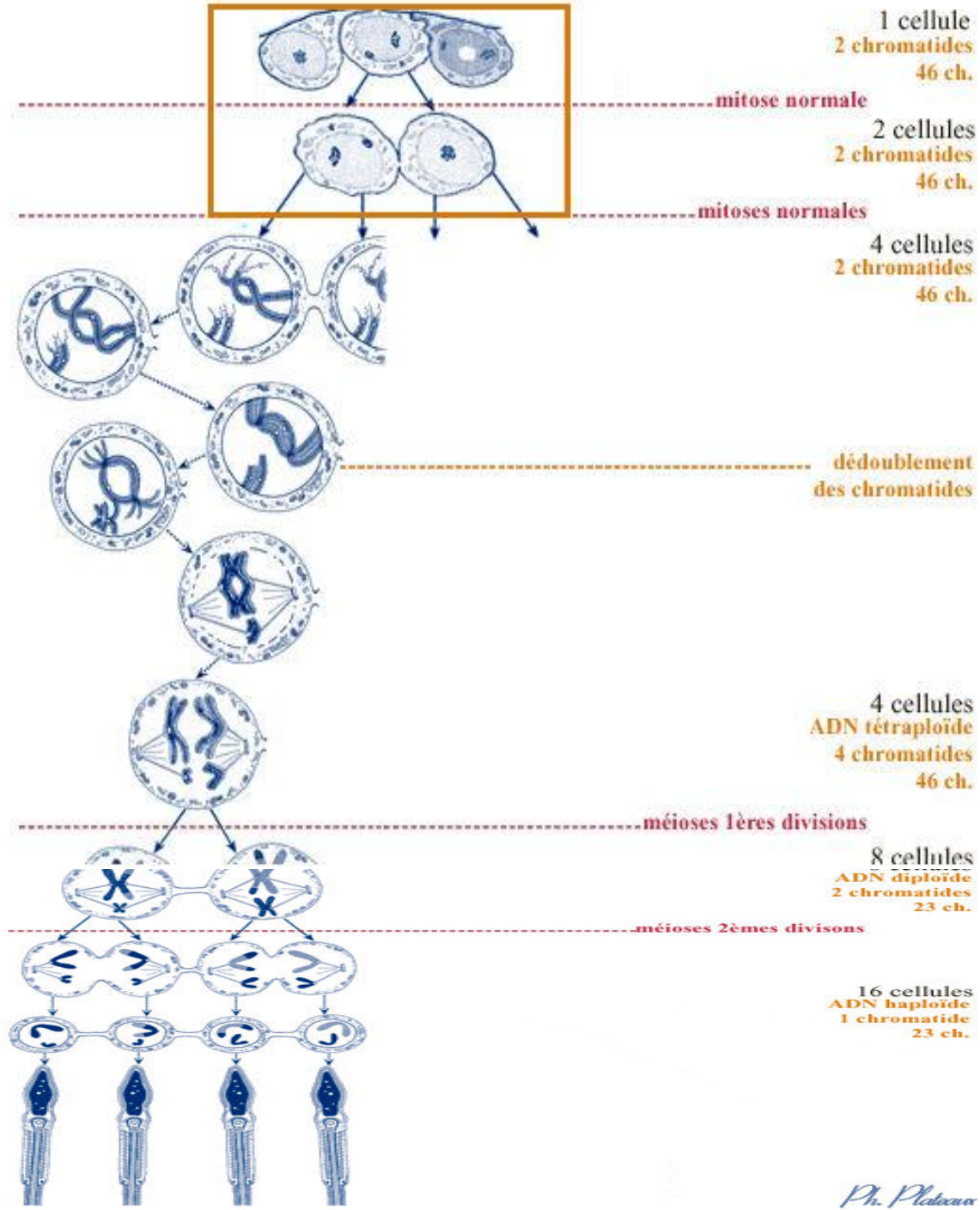
La méiose

Le spermatocyte I

Les spermatocytes II

La seconde division

Les spermatides



Ph. Plateau

La spermatogénèse

La spermatogonie

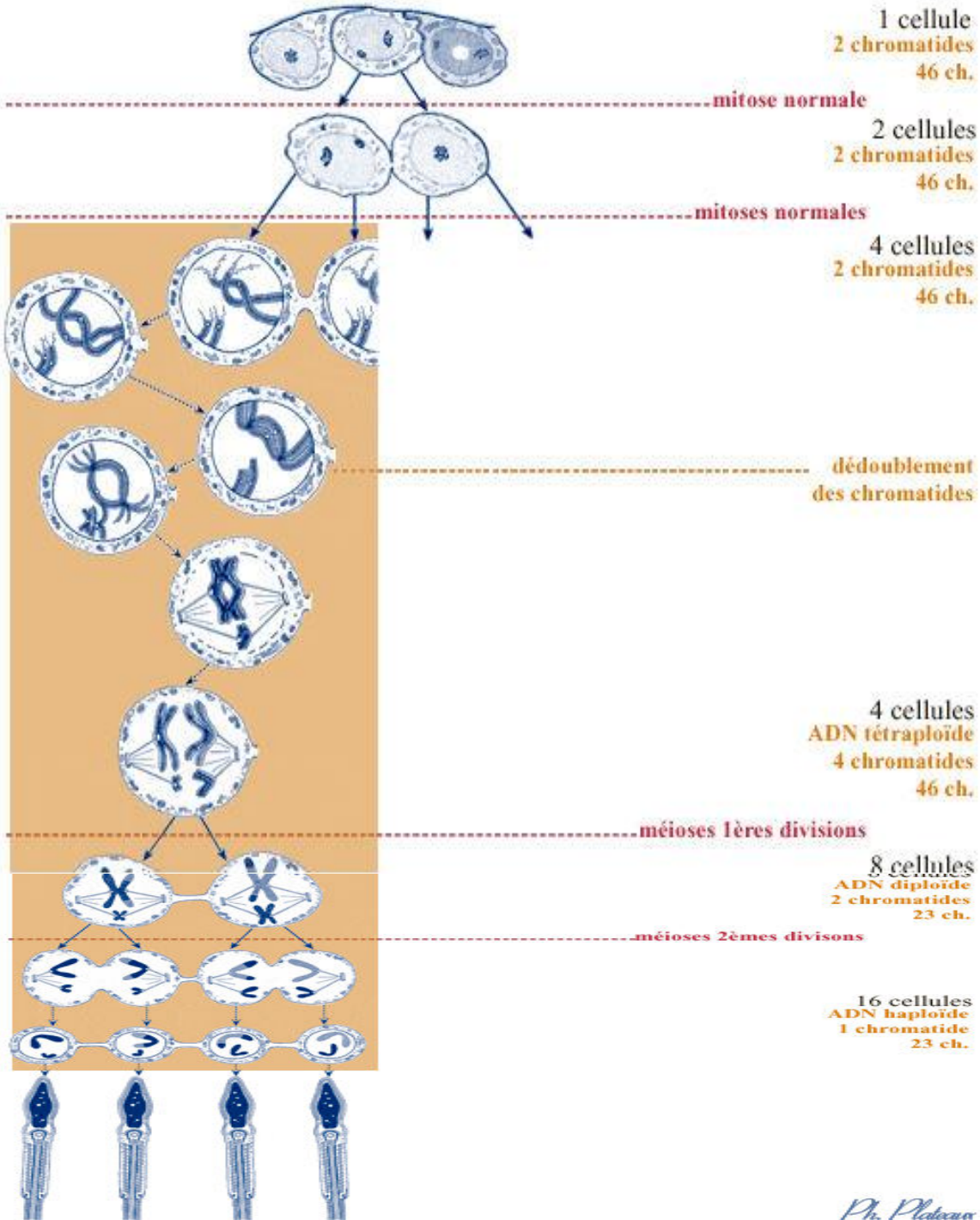
La méiose

Le spermatocyte I

Les spermatocytes II

La seconde division

Les spermatides



Ph. Plateau

La spermatogénèse

La spermatogonie

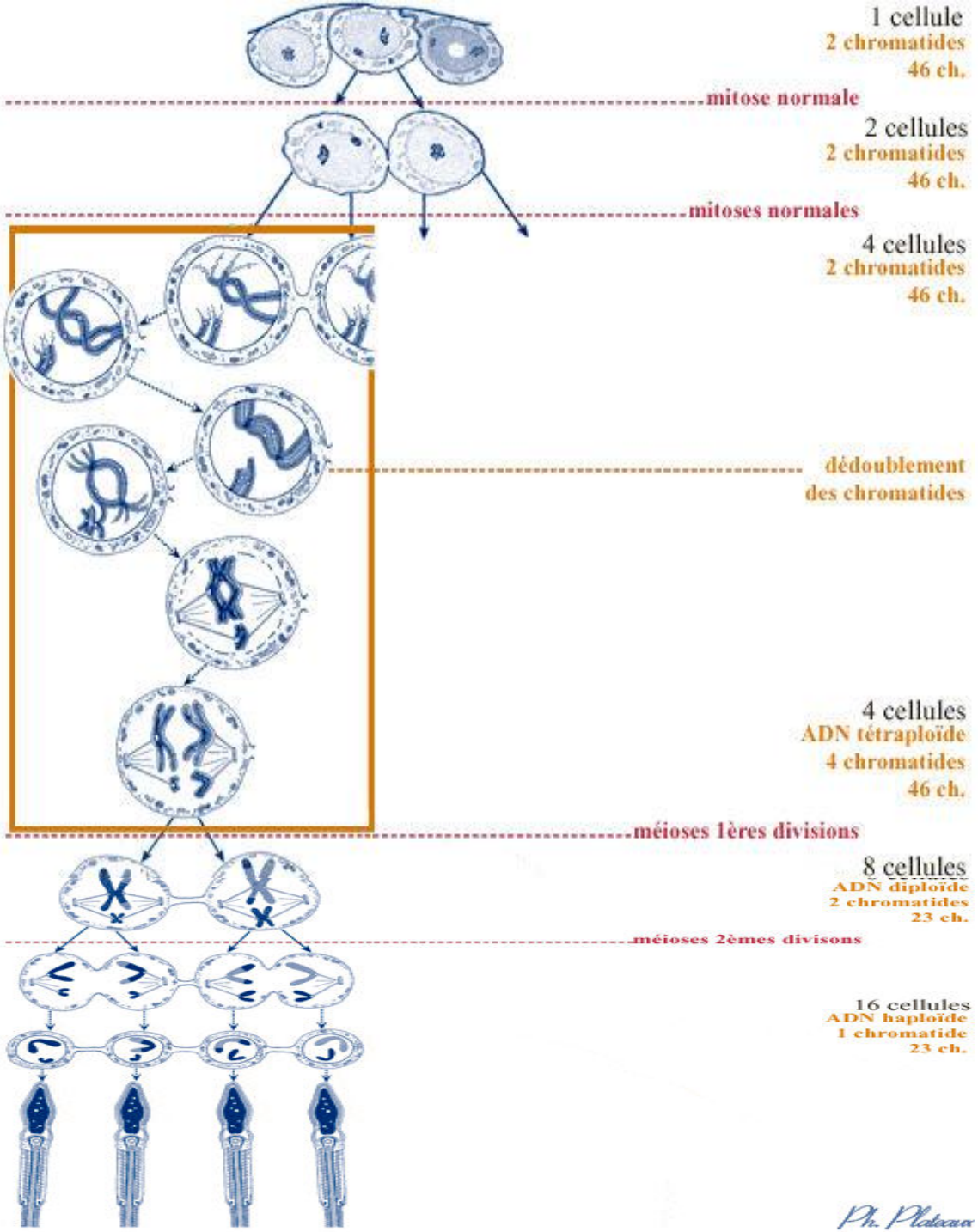
La méiose

Le spermatocyte I

Les spermatocytes II

La seconde division

Les spermatides



La spermatogénèse

La spermatogonie

La méiose

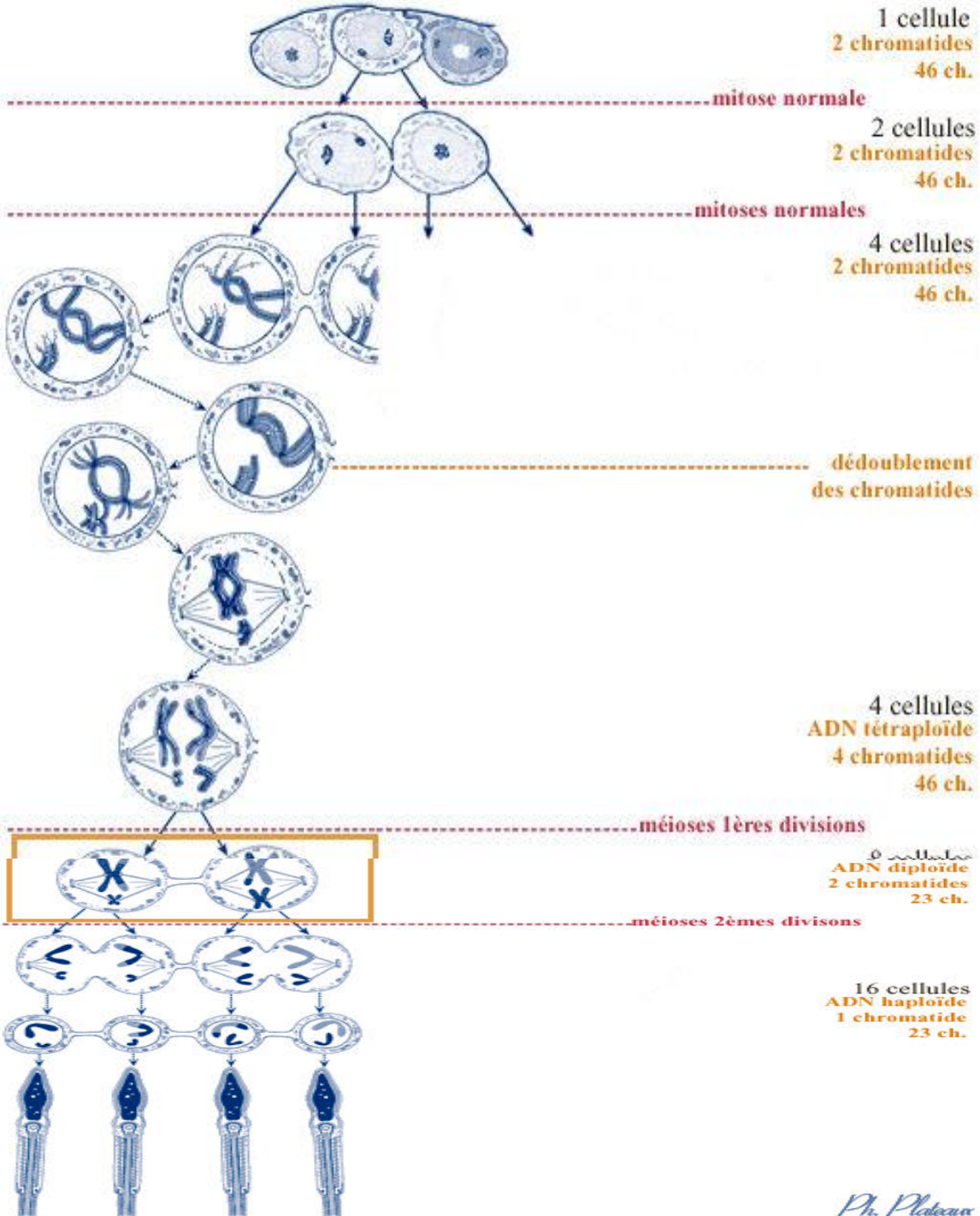
Le spermatocyte I

Les spermatocytes II

La seconde division

Les spermatides

Ph. Plateau



Ph. Plateau

La spermatogénèse

La spermatogonie

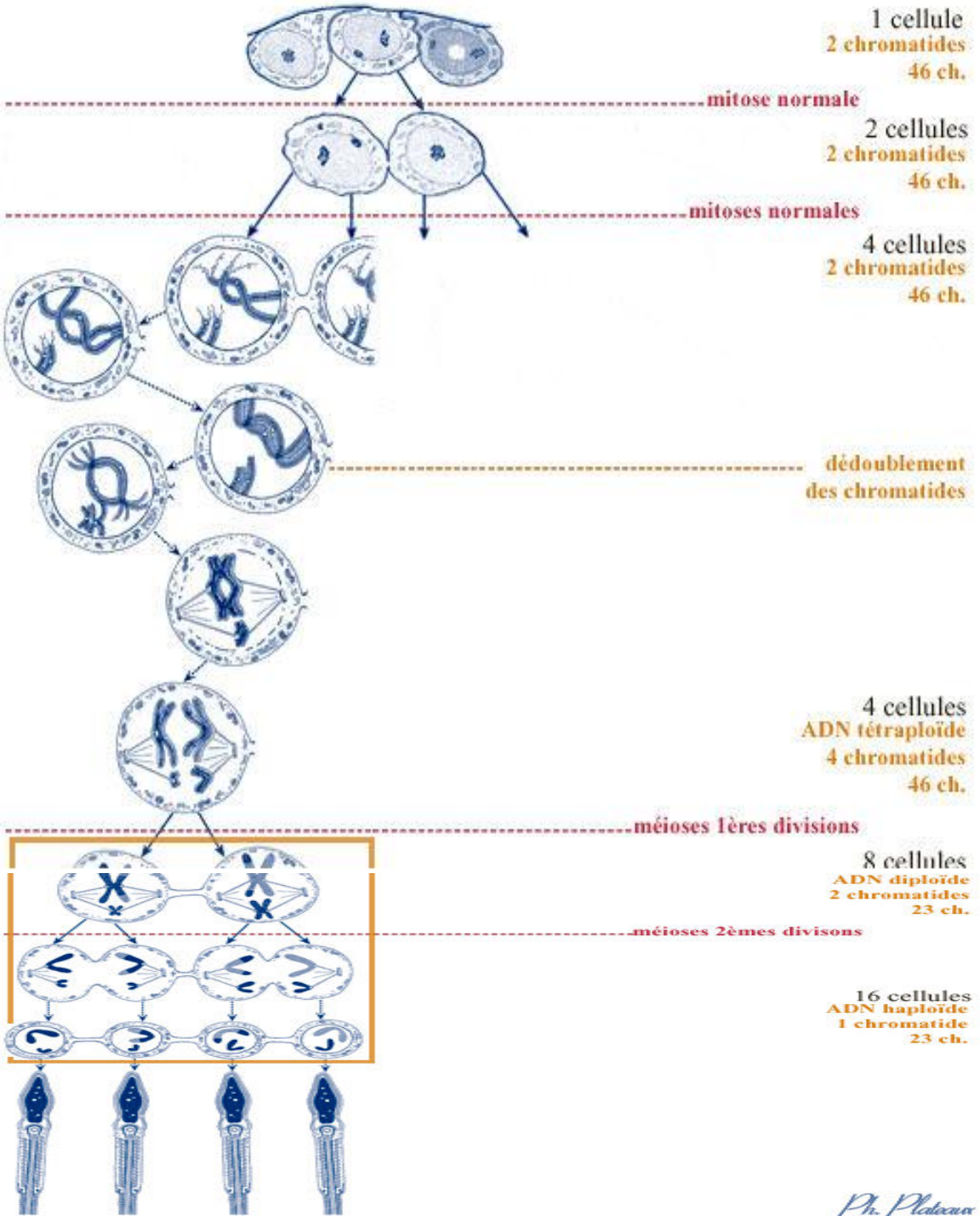
La méiose

Le spermatocyte I

Les spermatocytes II

La seconde division

Les spermatides



Ph. Plateau

La spermatogénèse

La spermatogonie

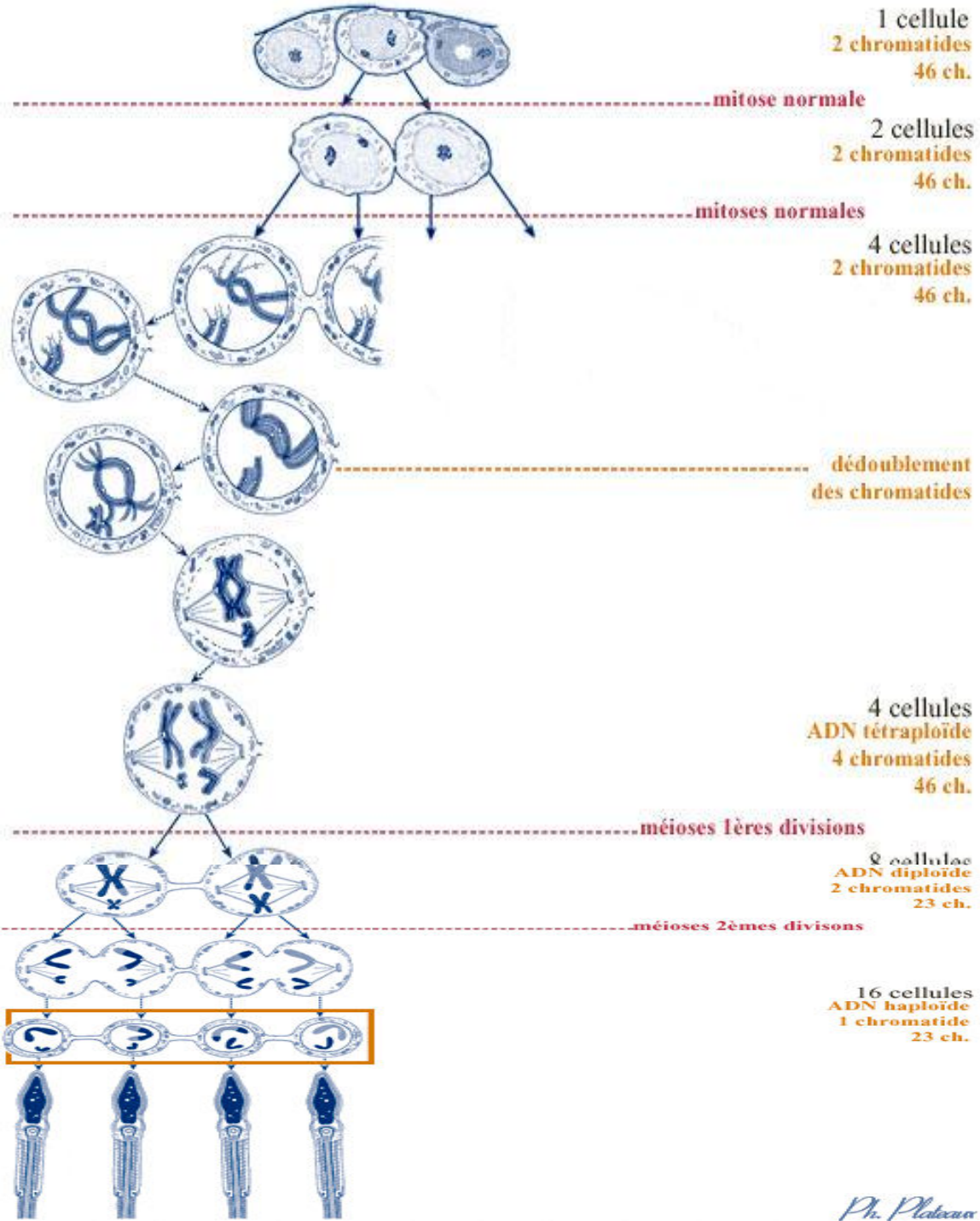
La méiose

Le spermatocyte I

Les spermatocytes II

La seconde division

Les spermatides



La spermatogénèse

La spermatogonie

La méiose

Le spermatocyte I

Les spermatocytes II

La seconde division

Les spermatides

Ph. Plateau

1 . 1 . 2 - La spermiogénèse

Dernière étape de la **spermatogénèse**, est un processus de différenciation au cours duquel la cellule germinale acquiert, par des transformations cellulaires successives, ses spécificités. Ces transformations portent sur l'ensemble des constituants cellulaires, durent environ 24 jours et aboutissent à la libération du spermatozoïde à la surface des cellules de Sertoli, dans la lumière du tube séminifère.

La **spermatide**, initialement, est une cellule ronde à noyau central de 6 à 7 µ de diamètre, à chromatine granulaire irrégulière

La spermiogénèse

La spermatide

La spermiogénèse

La spermatide

1 . 1 . 2 . 1 - Le noyau

Il se condense et sa membrane présente un **épaississement** au niveau de deux pôles diamètralement opposés : l'un au dessous de la région où se développe l'acrosome, l'autre en regard du système centriolaire

Le noyau

L'épaississement

Le noyau

L'épaississement

1 . 1 . 2 . 2 - L'acrosome

Il se développe à partir de vésicules dites *pro-acrosomiques* qui se détachent de l'**appareil de Golgi** , fusionnent pour donner une vésicule unique, le *capuchon acrosomique,* qui s'étale au contact du noyau . Le contenu vésiculaire forme un granule dense qui progressivement grossit et remplit toute la cavité du capuchon. C'est alors le stade d'**acrosome** qui persiste sous cette forme dans le spermatozoïde

L'acrosome

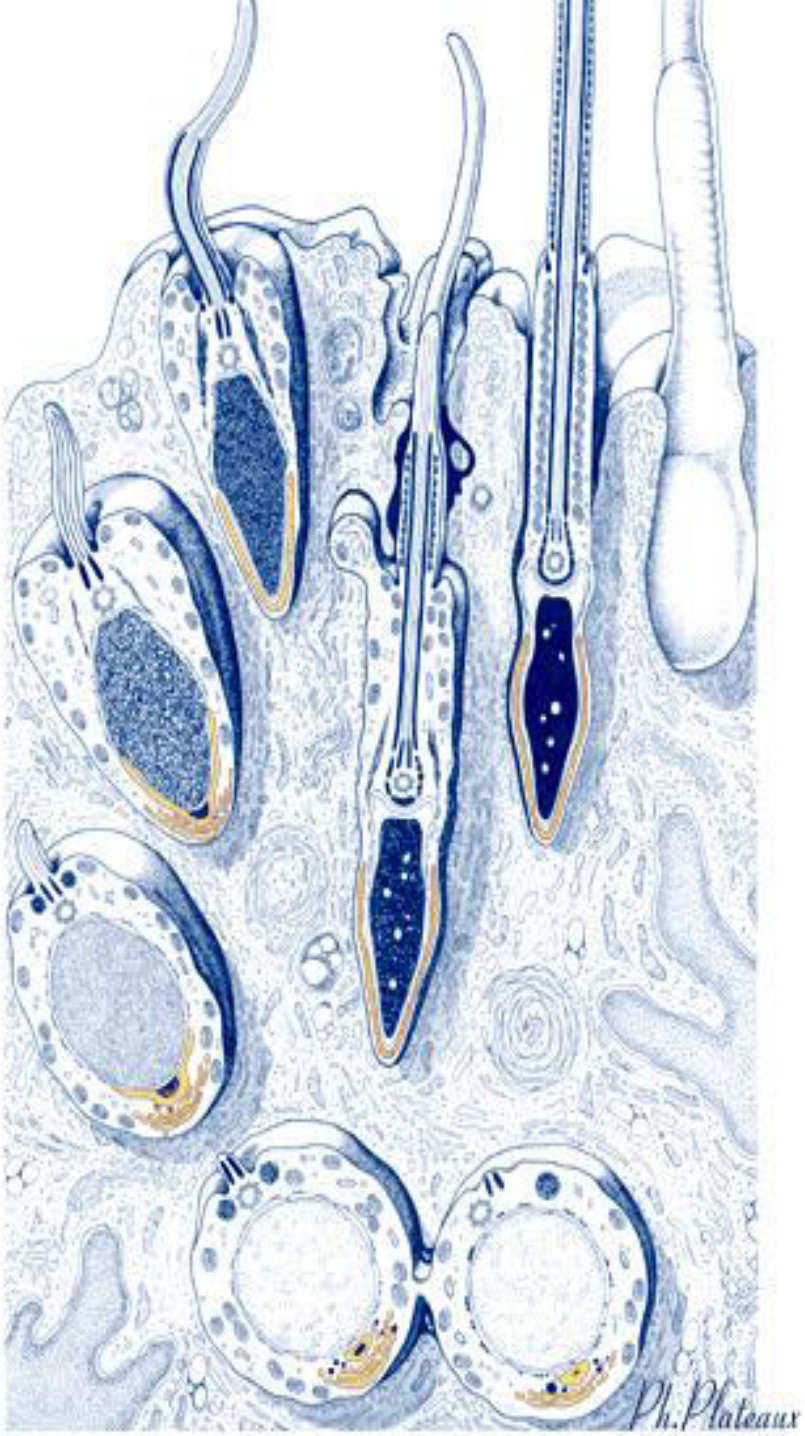
L'appareil de Golgi

Le stade d'acrosome

L'acrosome

L'appareil de Golgi

Le stade d'acrosome



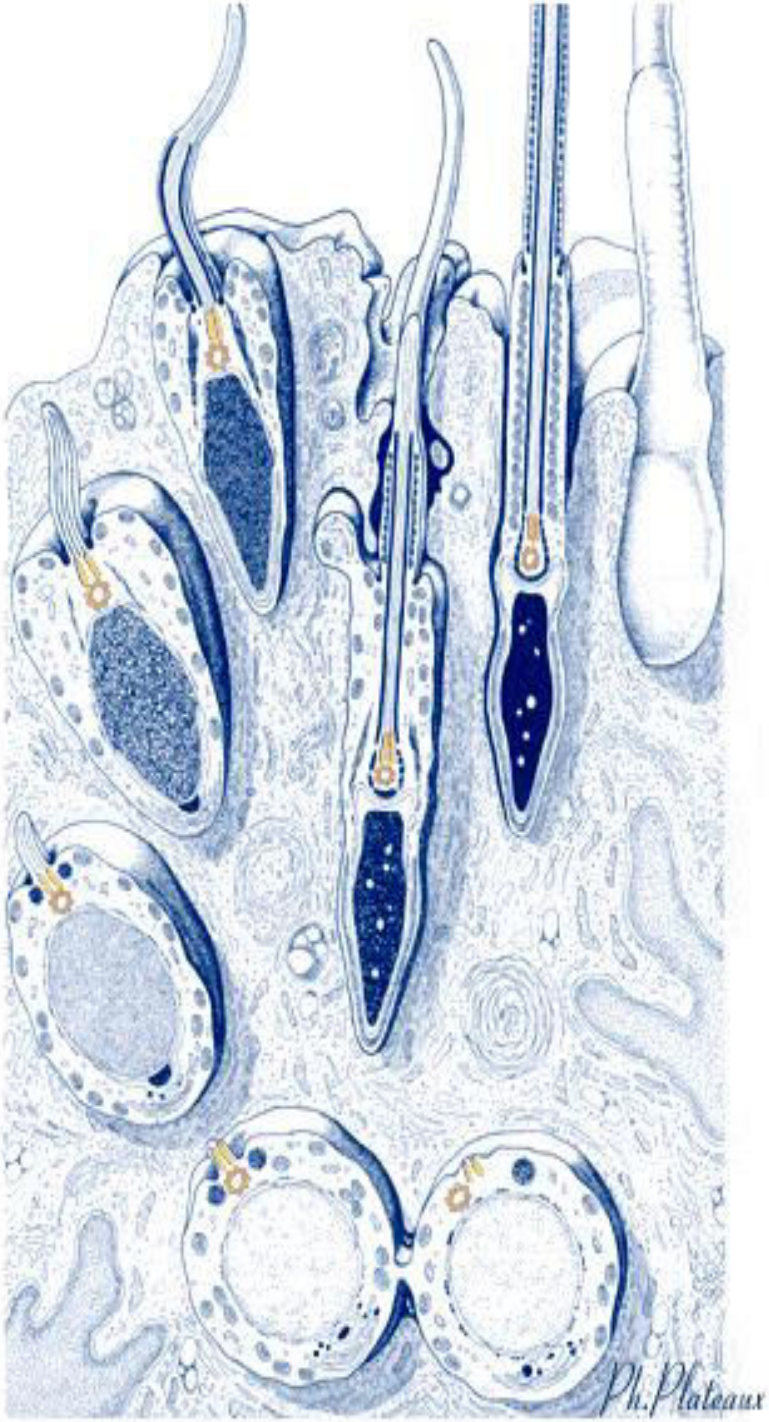
L'acrosome

L'appareil de Golgi

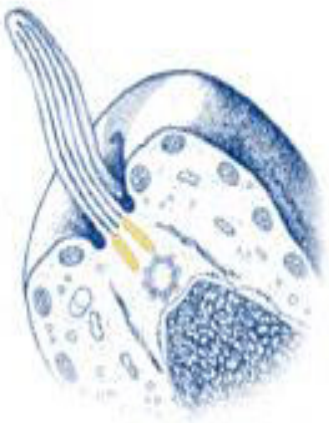
Le stade d'acrosome

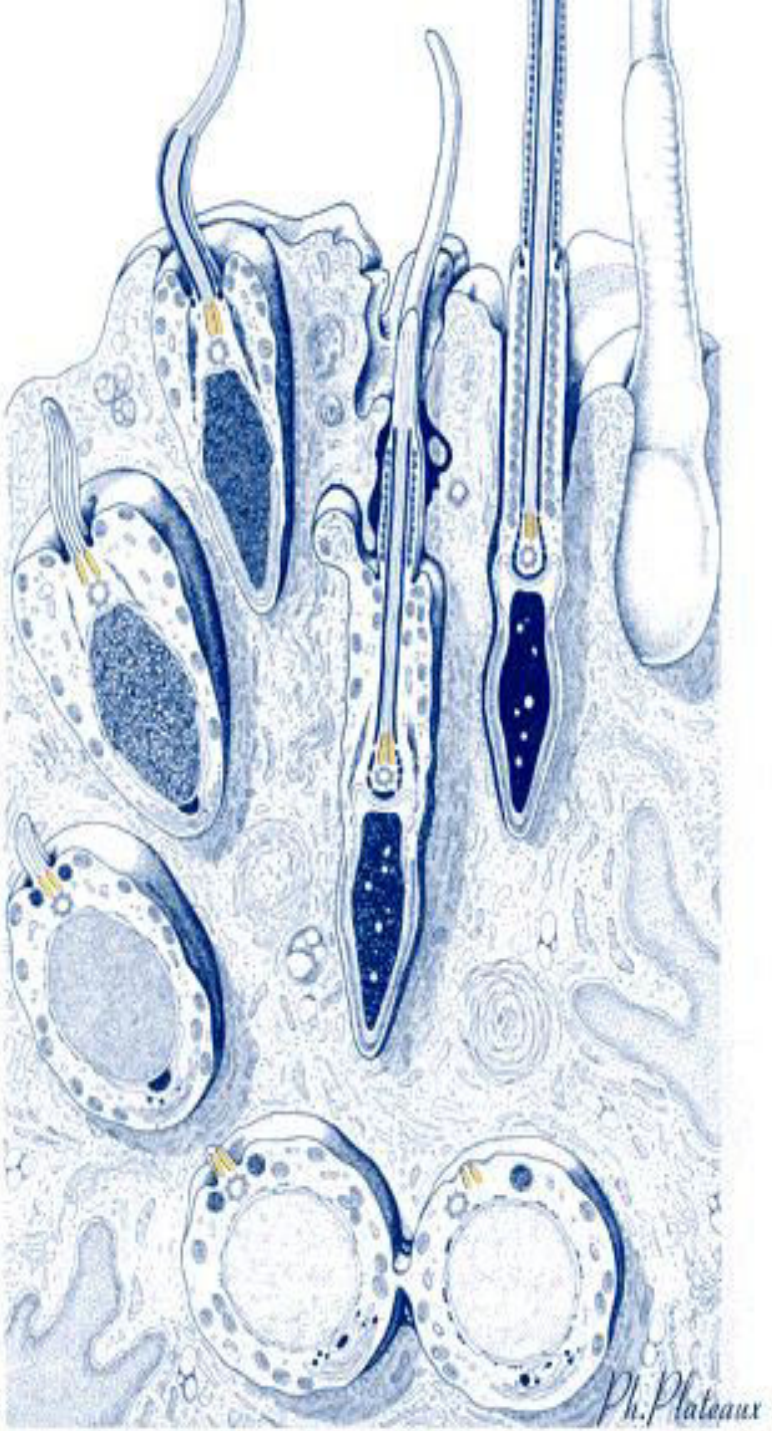
1 . 1 . 2 . 3 - Les centrioles

L’un des centrioles, dès le stade spermatide , donne naissance au *complexe* axonémal, ébauche de la structure filamentaire qui constituera l’axe du flagelle du spermatozoïde. Lorsque les centrioles migrent pour se placer près du noyau au pôle opposé à l'acrosome, ce centriole devient le plus périphérique (**centriole distal**). L'autre centriole se place au contact de la membrane nucléaire (**centriole proximal**). Pendant cette migration, sont élaborés les constituants de la *pièce intermédiaire* : **plaque basale**, **colonnes segmentées**, **fibres denses**.



- Les centrioles
- Le centriole distal
- Le centriole proximal
- La plaque basale
- Les colonnes segmentées
- Les fibres denses





Les centrioles

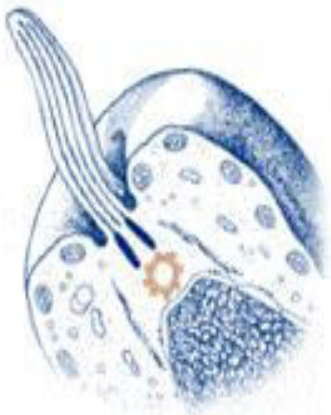
Le centriole distal

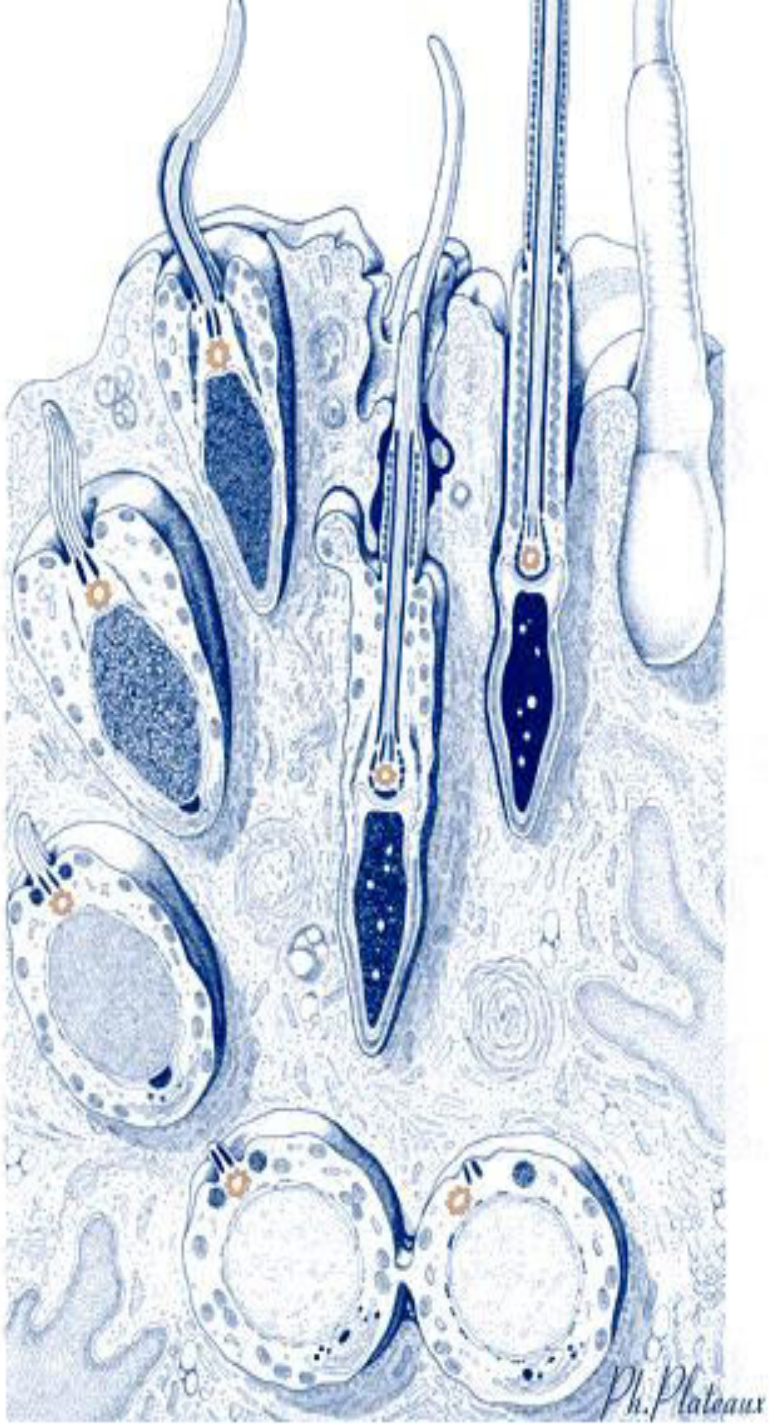
Le centriole proximal

La plaque basale

Les colonnes segmentées

Les fibres denses





Les centrioles

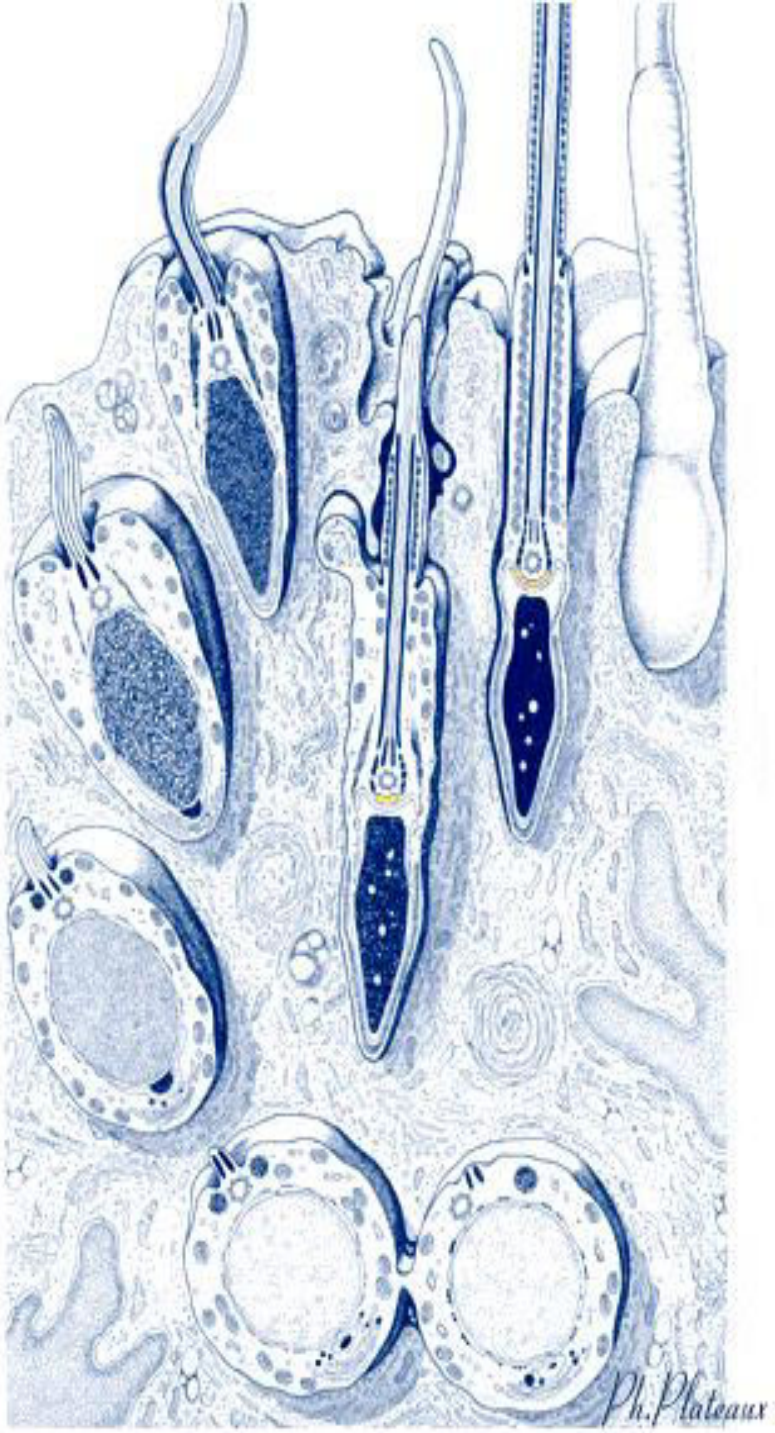
Le centriole distal

Le centriole proximal

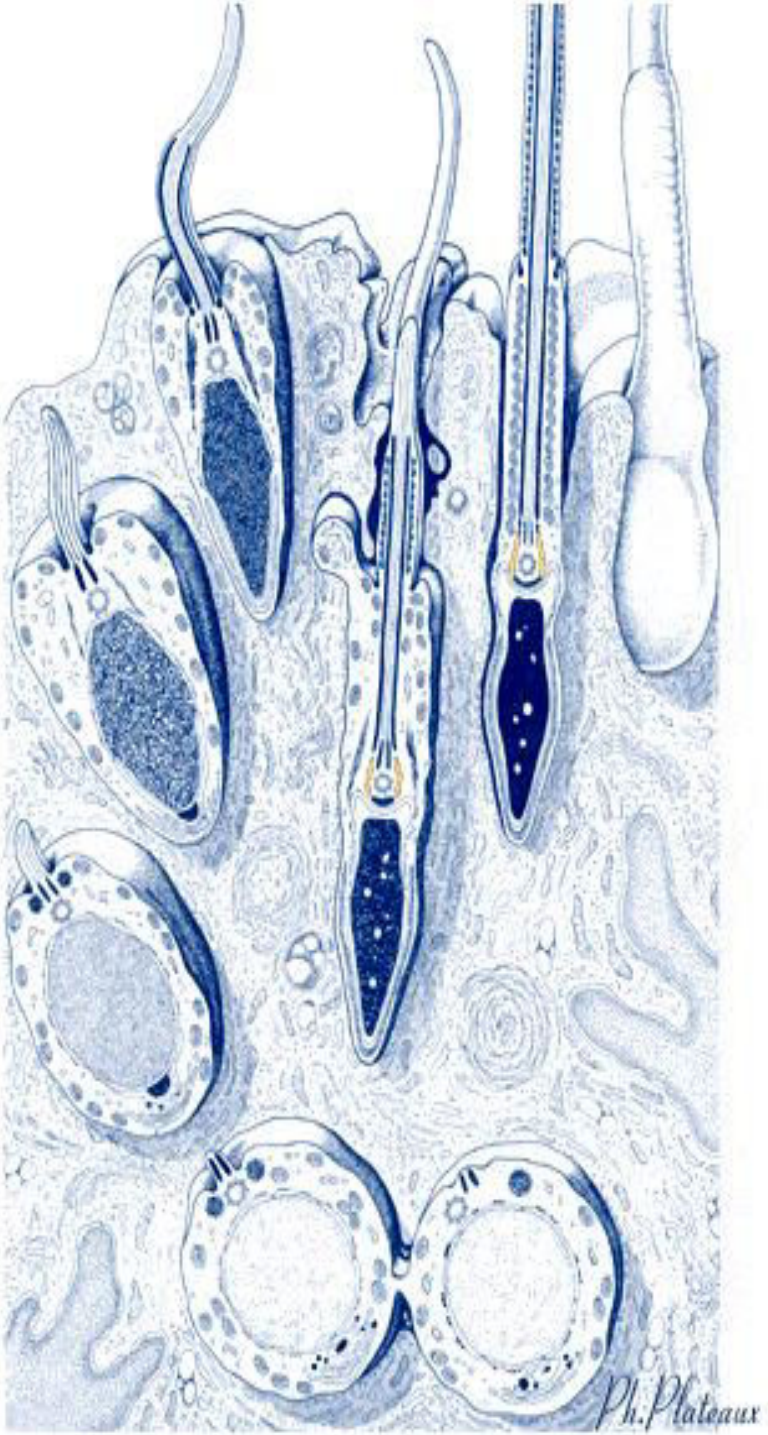
La plaque basale

Les colonnes segmentées

Les fibres denses



- Les centrioles
- Le centriole distal
- Le centriole proximal
- La plaque basale
- Les colonnes segmentées
- Les fibres denses



Les centrioles

Le centriole distal

Le centriole proximal

La plaque basale

Les colonnes segmentées

Les fibres denses

Les centrioles

Le centriole distal

Le centriole proximal

La plaque basale

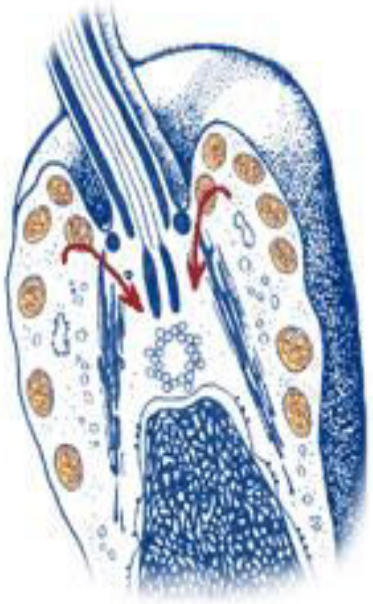
Les colonnes segmentées

Les fibres denses

1 . 1 . 2 . 4 - Les mitochondries

Le cytoplasme glisse autour de ces différentes structures pour occuper le pôle opposé à l'acrosome de telle sorte que le noyau et l'acrosome deviennent totalement excentrés. La membrane plasmique est appliquée contre l'acrosome mais en arrière de ce dernier elle reste séparée du noyau par un espace étroit occupé par la cape post-acrosomique. Au-delà, le cytoplasme s'élargit et entoure la pièce intermédiaire.

Les mitochondries s'accumulent en périphérie de cette dernière et de la partie initiale du flagelle ; au delà, la membrane se resserre à la naissance du flagelle pour former l'**annulus**.



Les mitochondries

L'annulus

Les mitochondries

L'annulus

1 . 1 . 2 . 5 - Le flagelle

Le **flagelle** se constitue par allongement progressif du complexe axonémal et des **fibres denses** entourés par un mince film cytoplasmique et la **membrane plasmique** .

Au stade terminal, des expansions des **cellules de Sertoli** pénètrent dans la zone périphérique du cytoplasme, progressivement éliminé par un double processus de fragmentation et de phagocytose.

Ces ponts cytoplasmiques retiennent les cellules germinales matures à la surface des cellules de Sertoli; à la fin de la spermiogénèse, la destruction de ces ponts cytoplasmiques permet la libération des spermatozoïdes dans la lumière du tube séminifère.

La flagelle

Fibres denses

Membrane plasmique

Cellules de Sertoli

La flagelle

Fibres denses

Membrane plasmique

Cellules de Sertoli

La flagelle

Fibres denses

Membrane plasmique

Cellules de Sertoli

noyau
d'une cellule de Sertoli

La flagelle

Fibres denses

Membrane plasmique

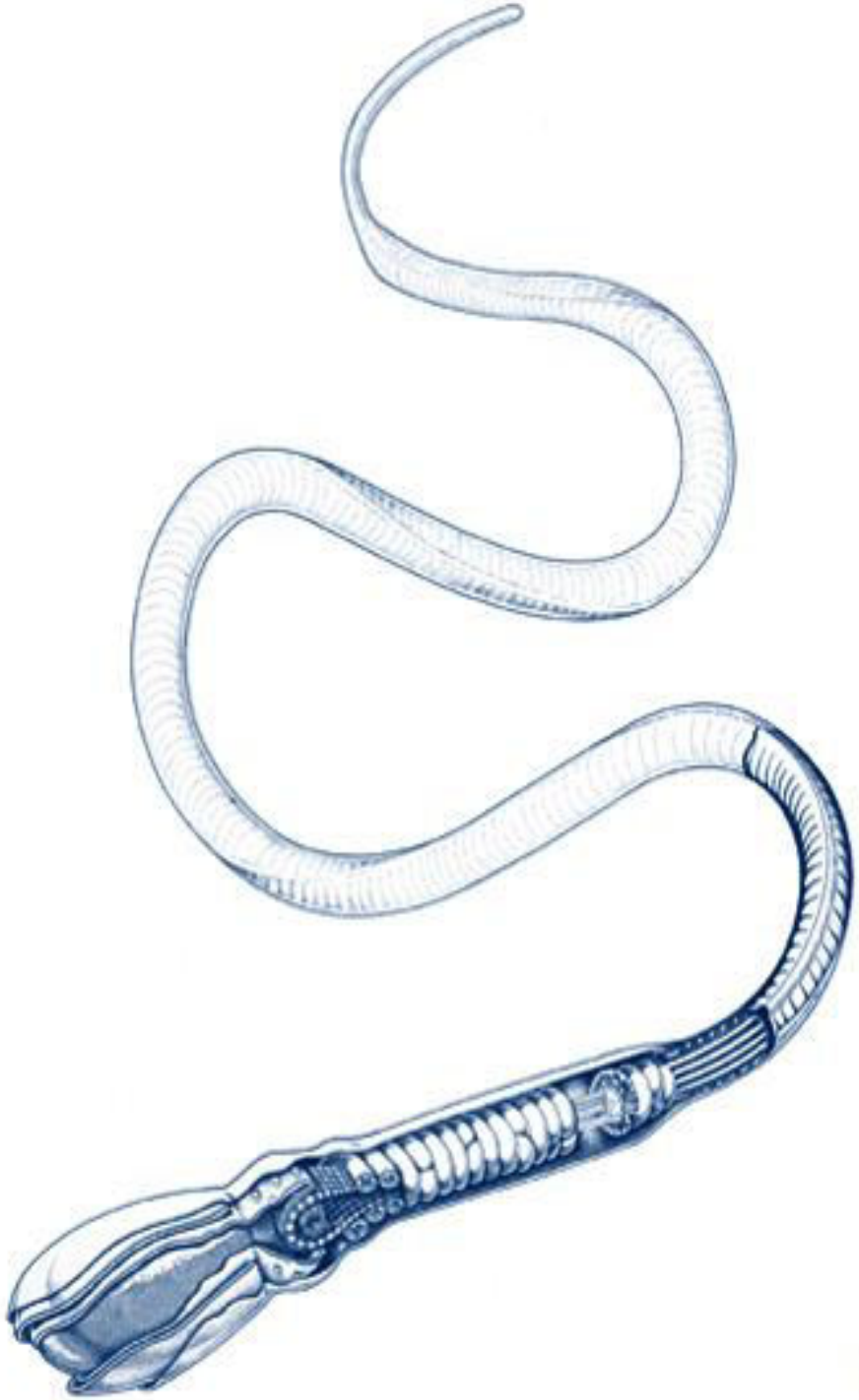
Cellules de Sertoli

1 . 1 . 3 - Le gamète mâle (descriptif récapitulatif des différentes parties)

Le spermatozoïde peut être divisé distinctement en quatre parties :

- la **tête et le cou**
- la **pièce intermédiaire**
- la **pièce principale**
- la **pièce finale**

Son flagelle (la queue) est constitué du cou et des trois dernières pièces



Le spermatozoïde

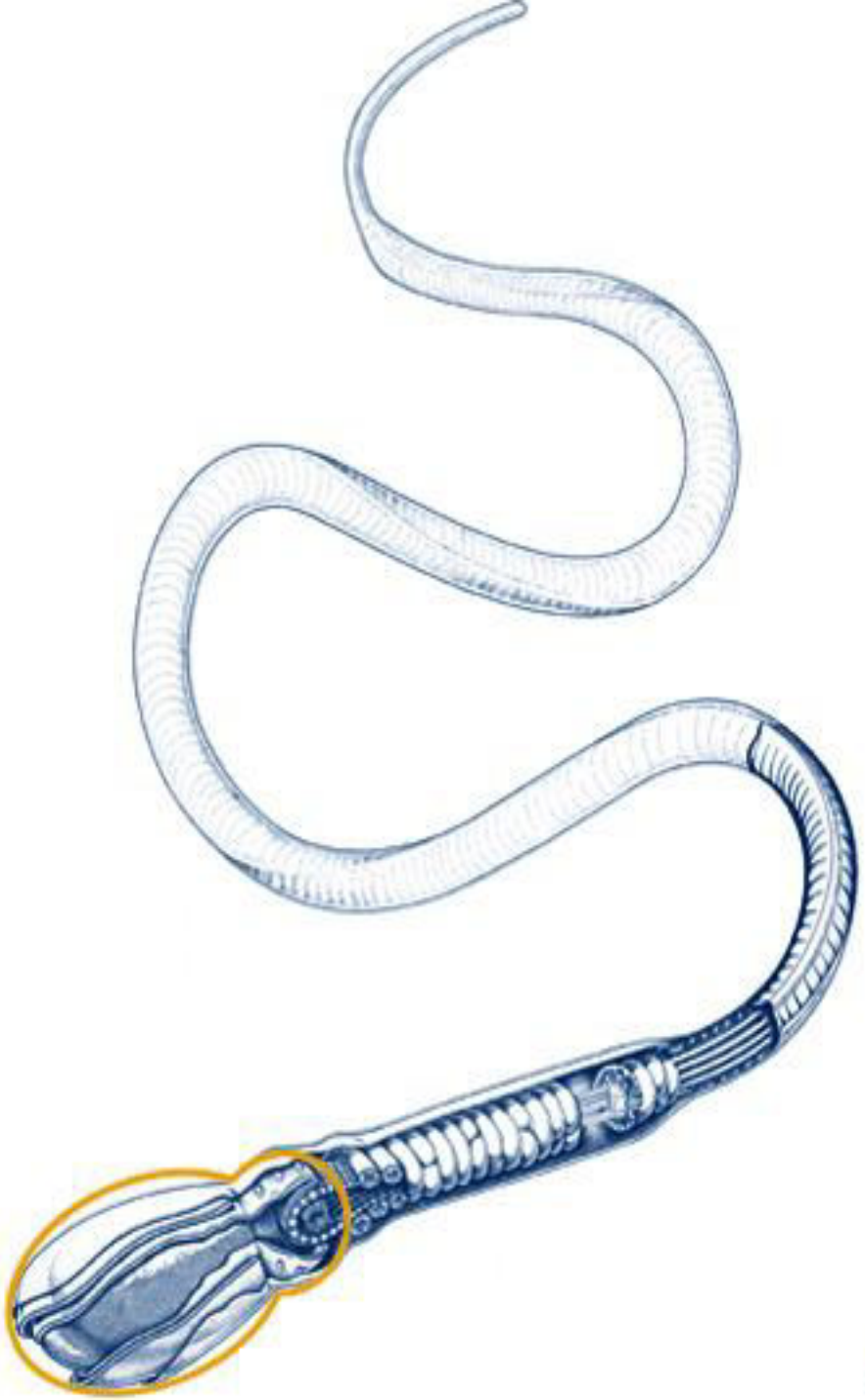
La tête et le cou

La pièce intermédiaire

La pièce principale

La pièce finale

Ph.Plateaux



Le spermatozoïde

La tête et le cou

La pièce intermédiaire

La pièce principale

La pièce finale

Ph.Plateaux

Le spermatozoïde

La tête et le cou

La pièce intermédiaire

La pièce principale

La pièce finale

Ph.Plateaux

Le spermatozoïde

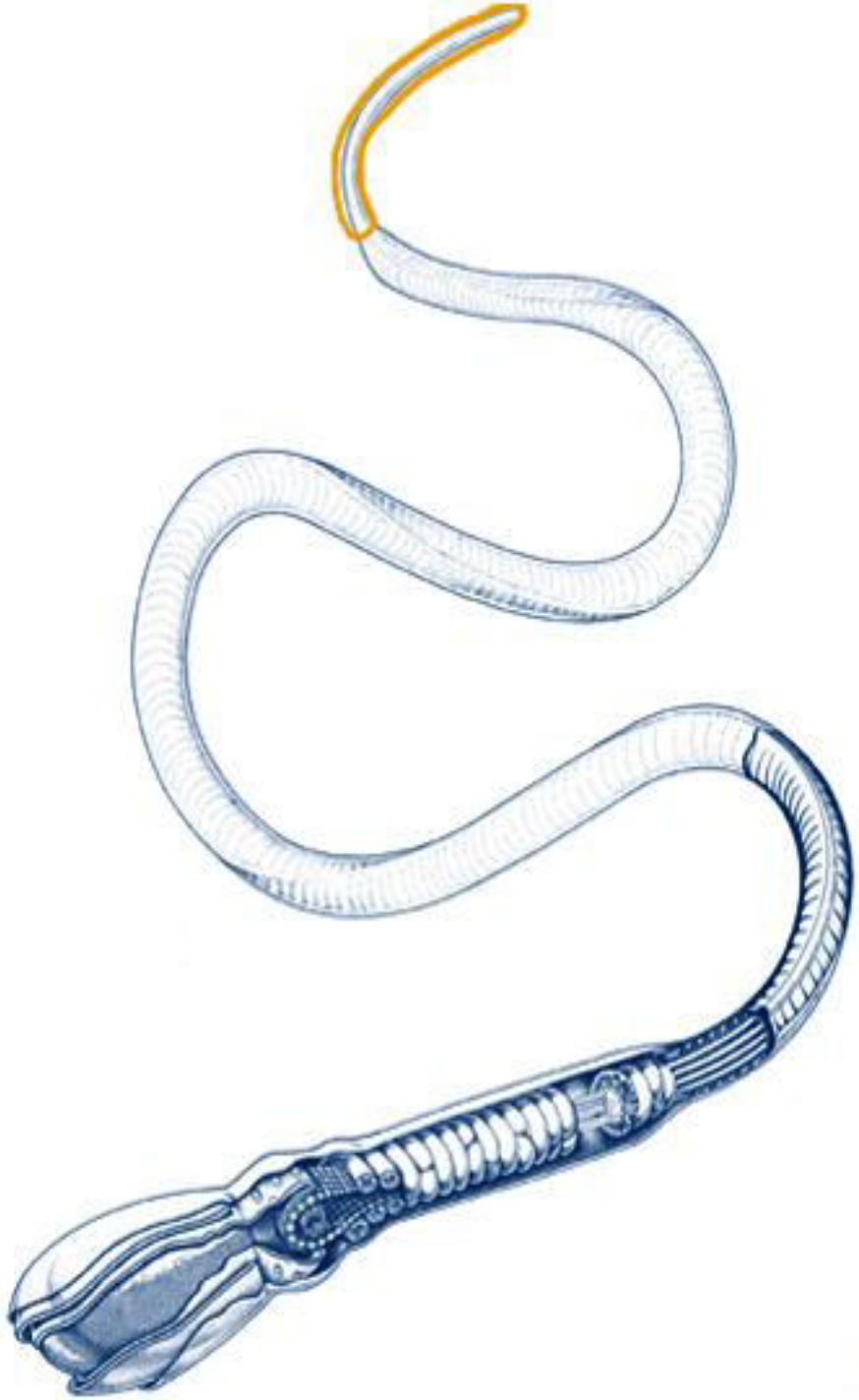
La tête et le cou

La pièce intermédiaire

La pièce principale

La pièce finale

Ph.Plateaux



Le spermatozoïde

La tête et le cou

La pièce intermédiaire

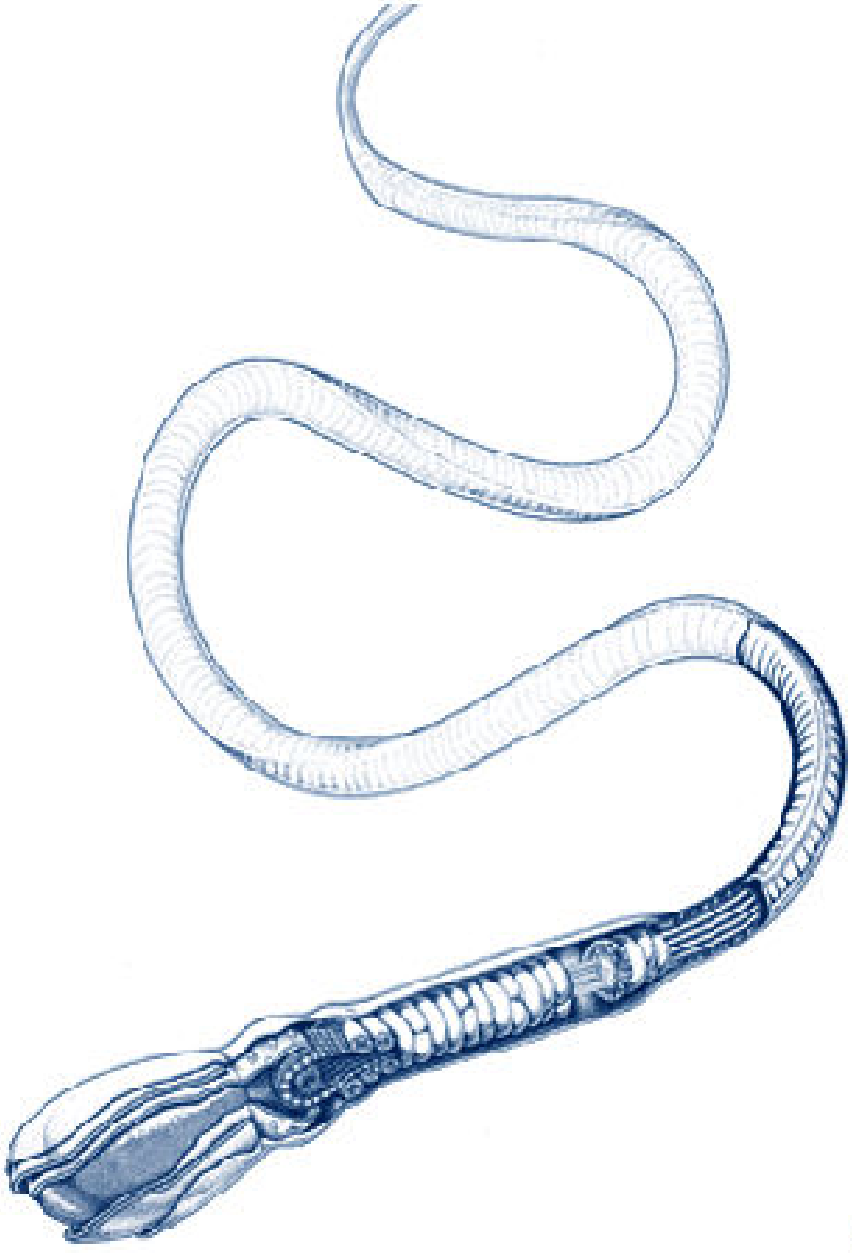
La pièce principale

La pièce finale

Ph.Plateaux

Les éléments structuraux du spermatozoïde sont :

- le **noyau**
- l'**enveloppe nucléaire**
- l'**acrosome**
- le **centriole proximal**
- le **centriole distal**
- les **mitochondries**
- l'**annulus**
- les **fibres denses**
- la **gaine fibreuse**
- l'**enveloppe**



Ph.Plateaux

Le spermatozoïde

Le noyau

L'enveloppe nucléaire

L'acrosome

Le centriole proximal

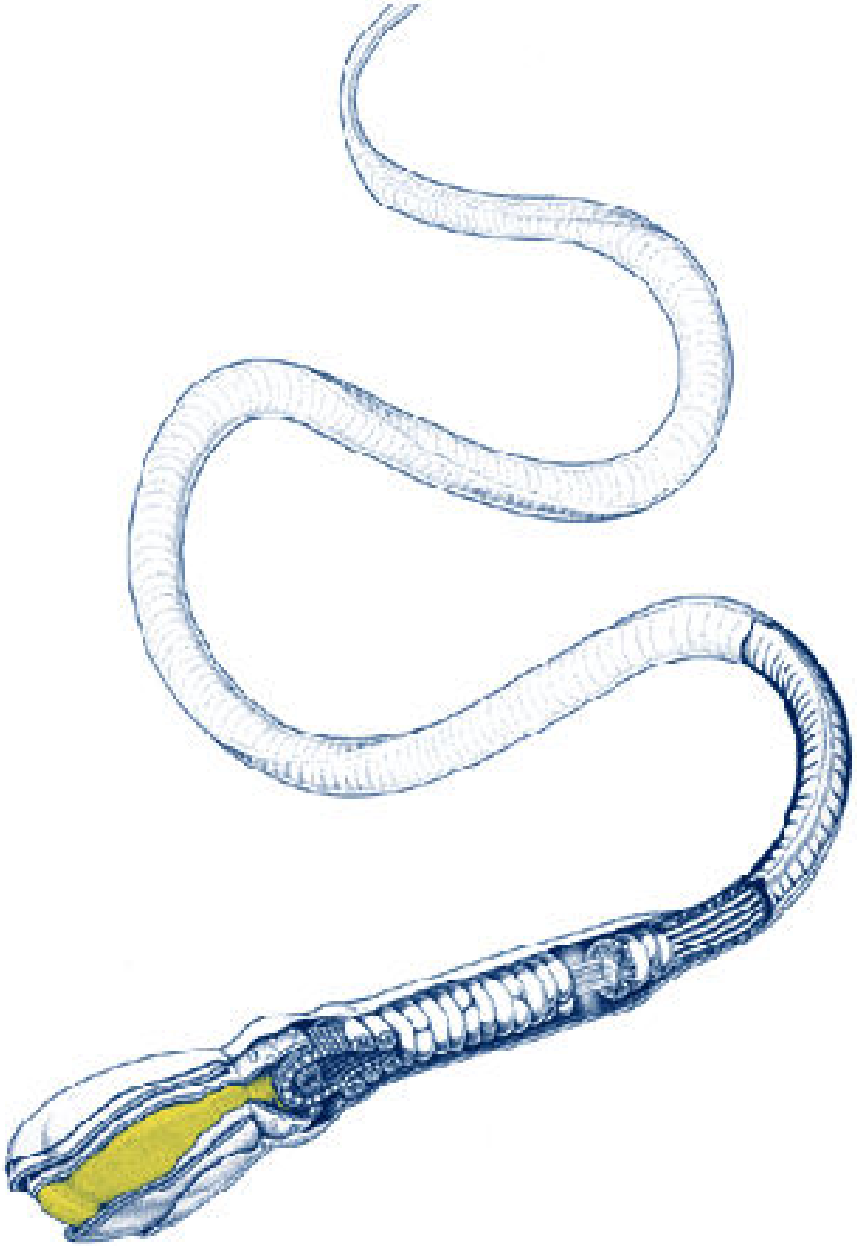
Le centriole distal

Les mitochondries

L'annulus

Les fibres denses

La gaine fibreuse



Le spermatozoïde

Le noyau

L'enveloppe nucléaire

L'acrosome

Le centriole proximal

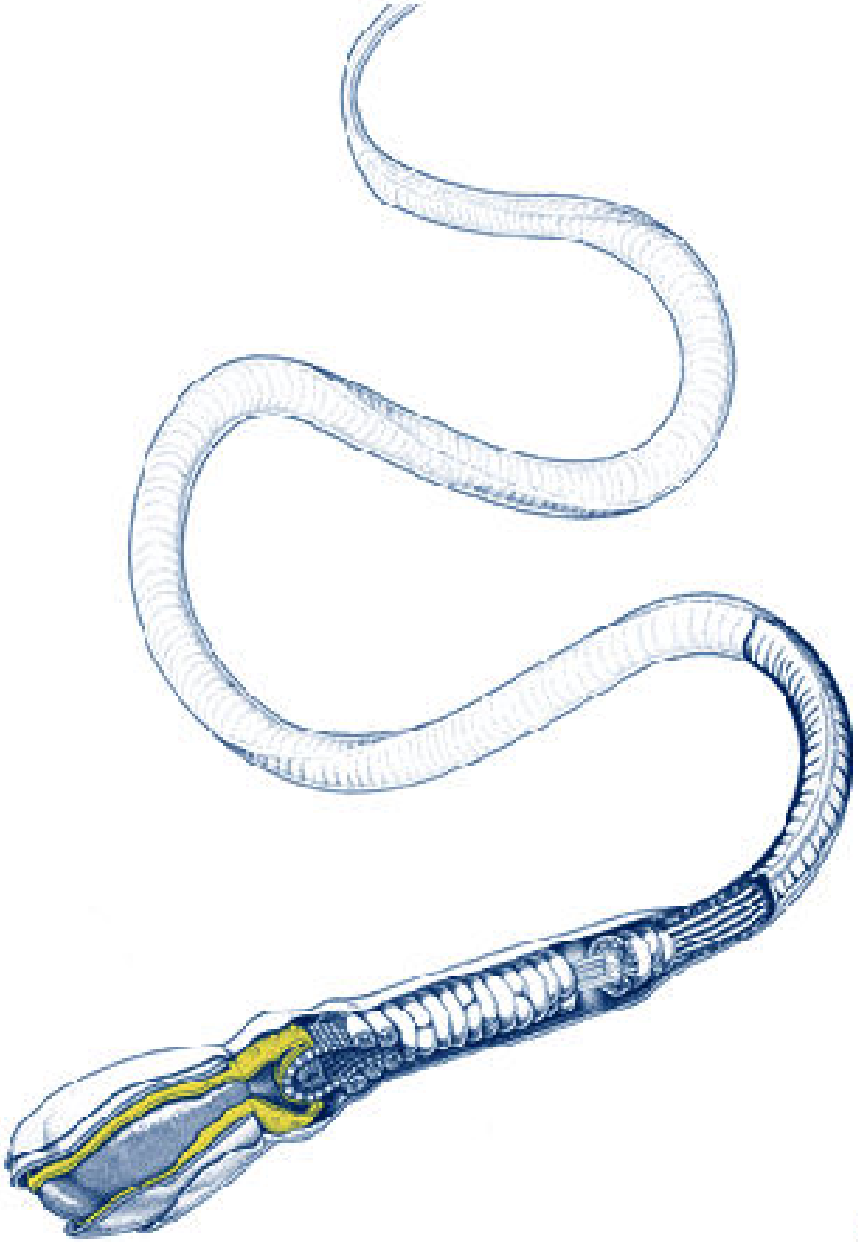
Le centriole distal

Les mitochondries

L'annulus

Les fibres denses

La gaine fibreuse



Le spermatozoïde

Le noyau

L'enveloppe nucléaire

L'acrosome

Le centriole proximal

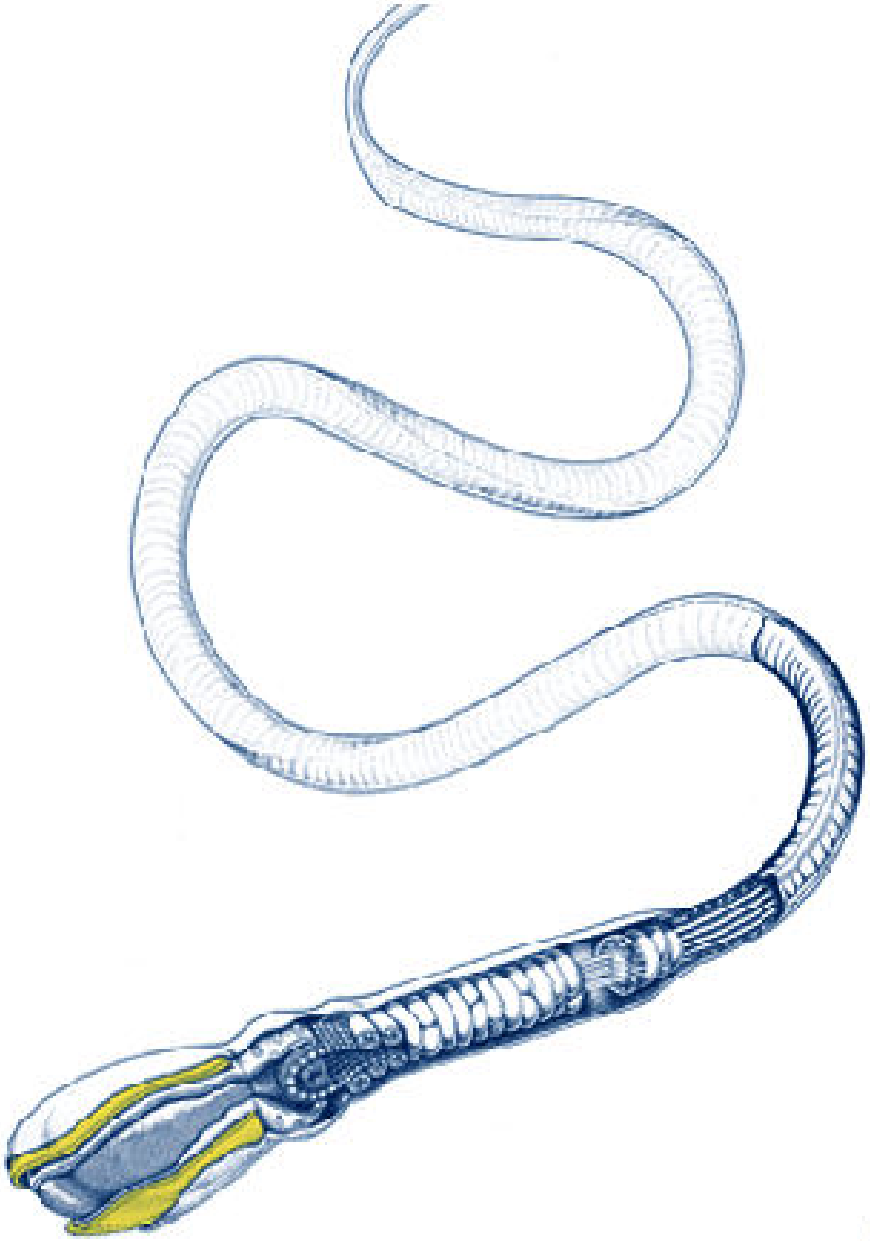
Le centriole distal

Les mitochondries

L'annulus

Les fibres denses

La gaine fibreuse



Le spermatozoïde

Le noyau

L'enveloppe nucléaire

L'acrosome

Le centriole proximal

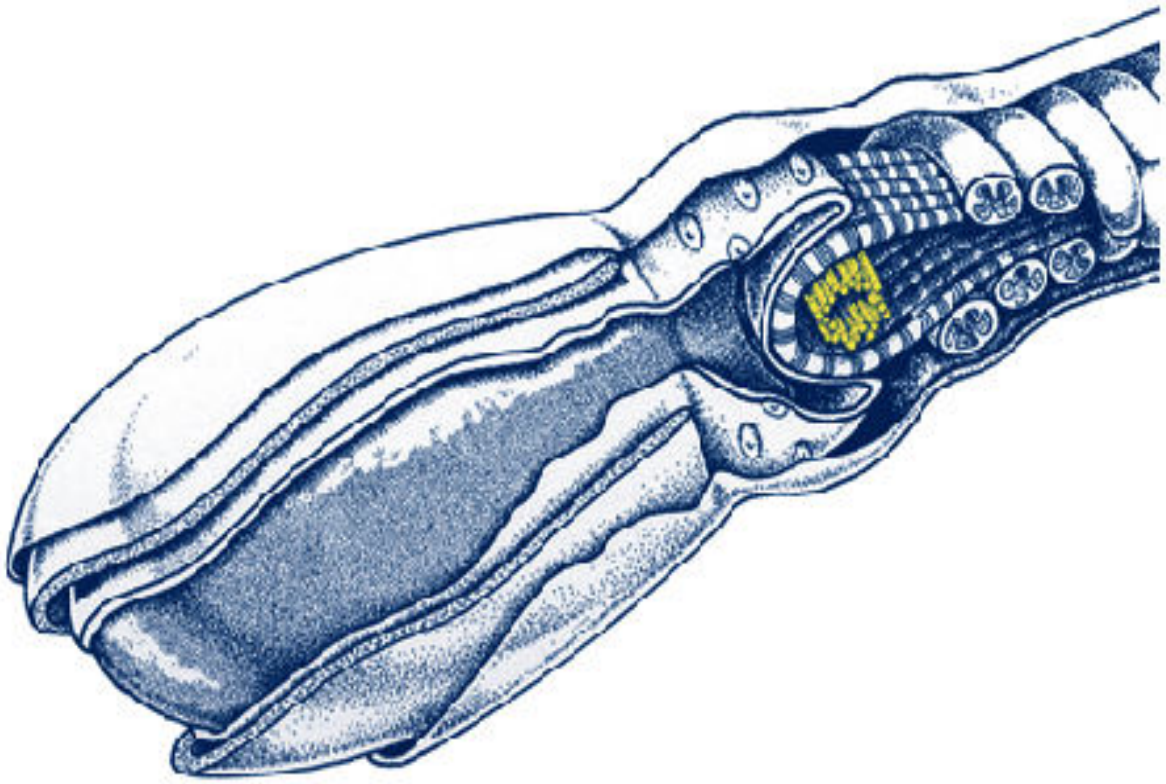
Le centriole distal

Les mitochondries

L'annulus

Les fibres denses

La gaine fibreuse



Ph. Plateaux

Le spermatozoïde

Le noyau

L'enveloppe nucléaire

L'acrosome

Le centriole proximal

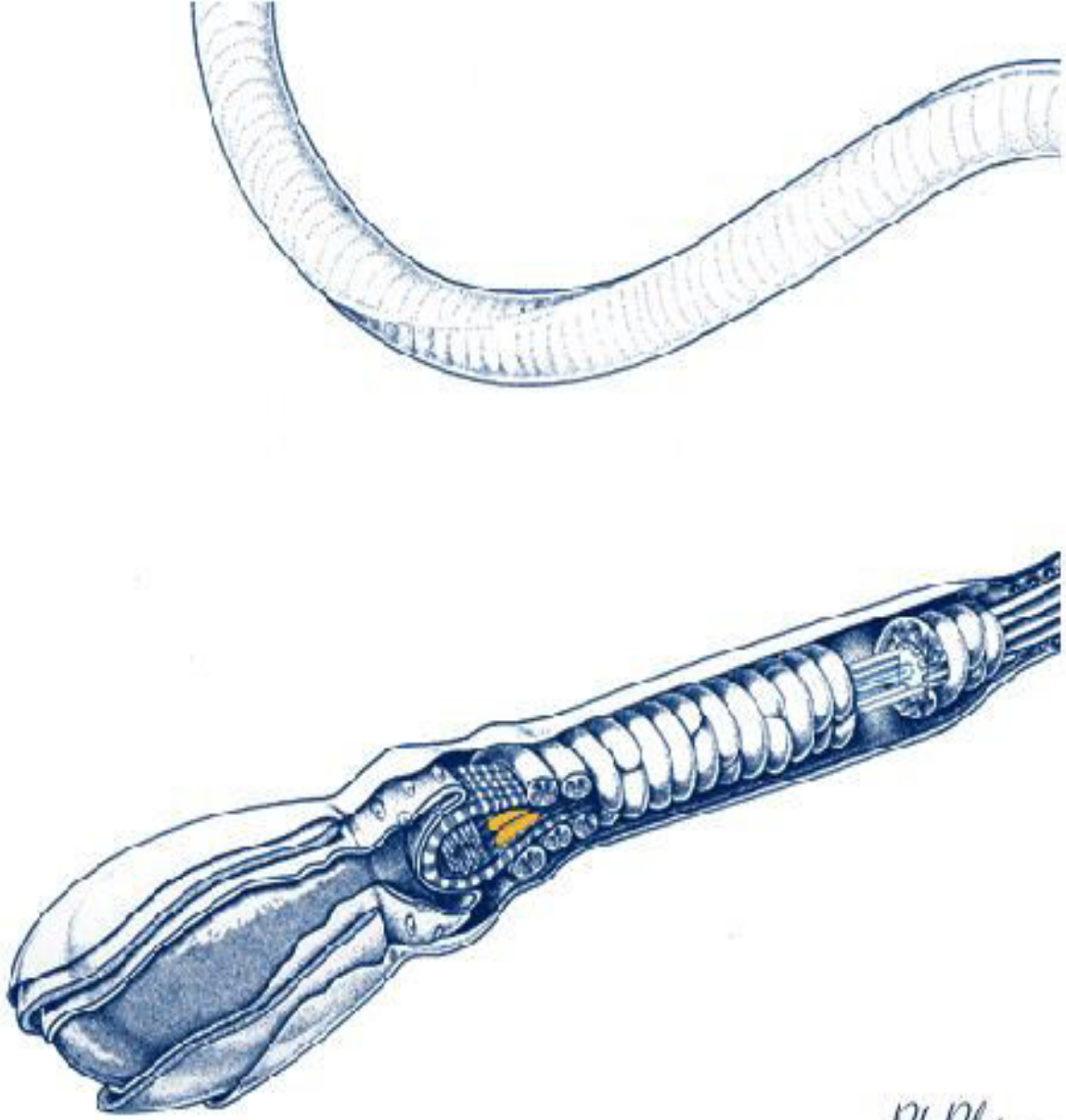
Le centriole distal

Les mitochondries

L'annulus

Les fibres denses

La gaine fibreuse



Le spermatozoïde

Le noyau

L'enveloppe nucléaire

L'acrosome

Le centriole proximal

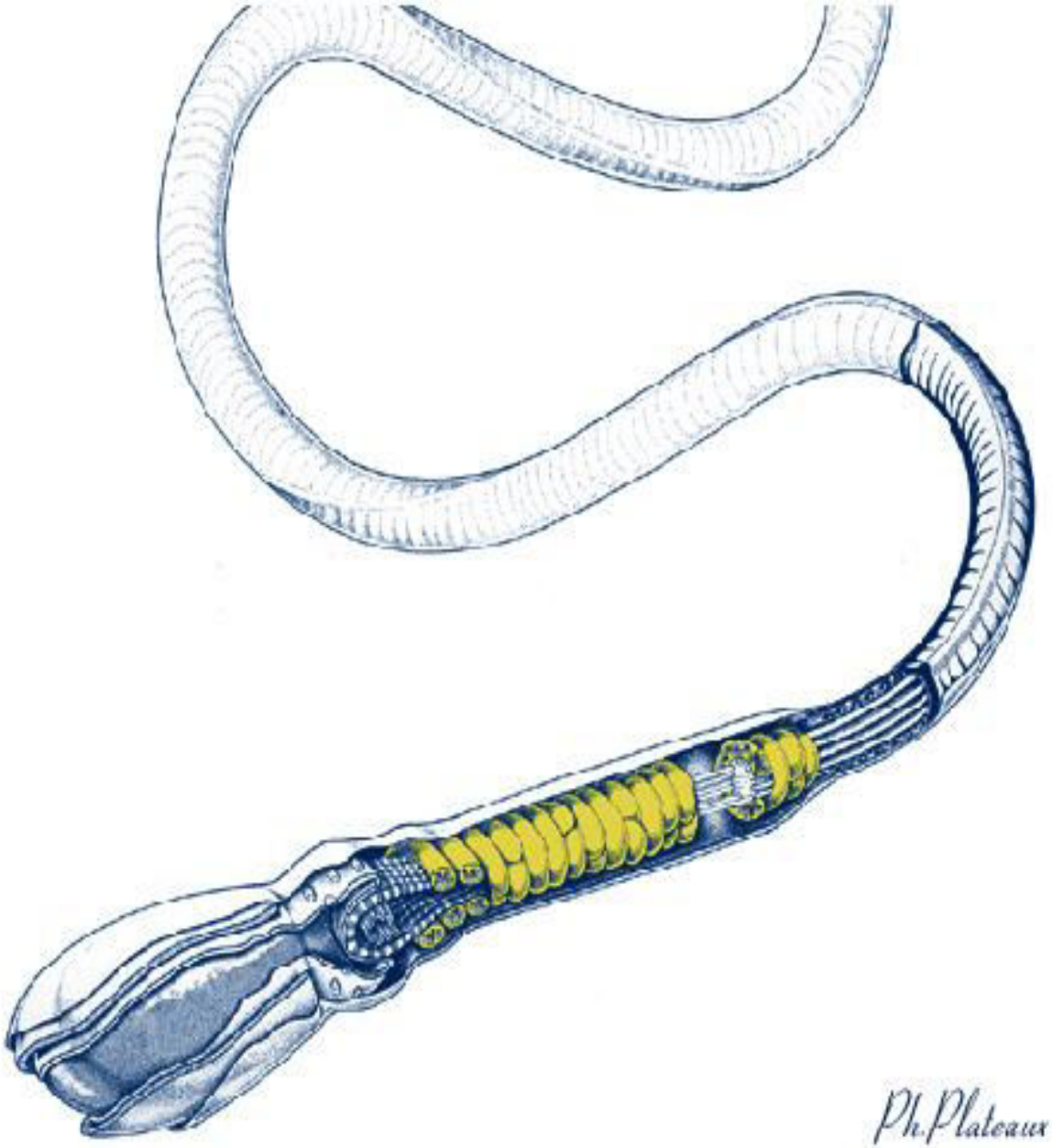
Le centriole distal

Les mitochondries

L'annulus

Les fibres denses

La gaine fibreuse



Le spermatozoïde

Le noyau

L'enveloppe nucléaire

L'acrosome

Le centriole proximal

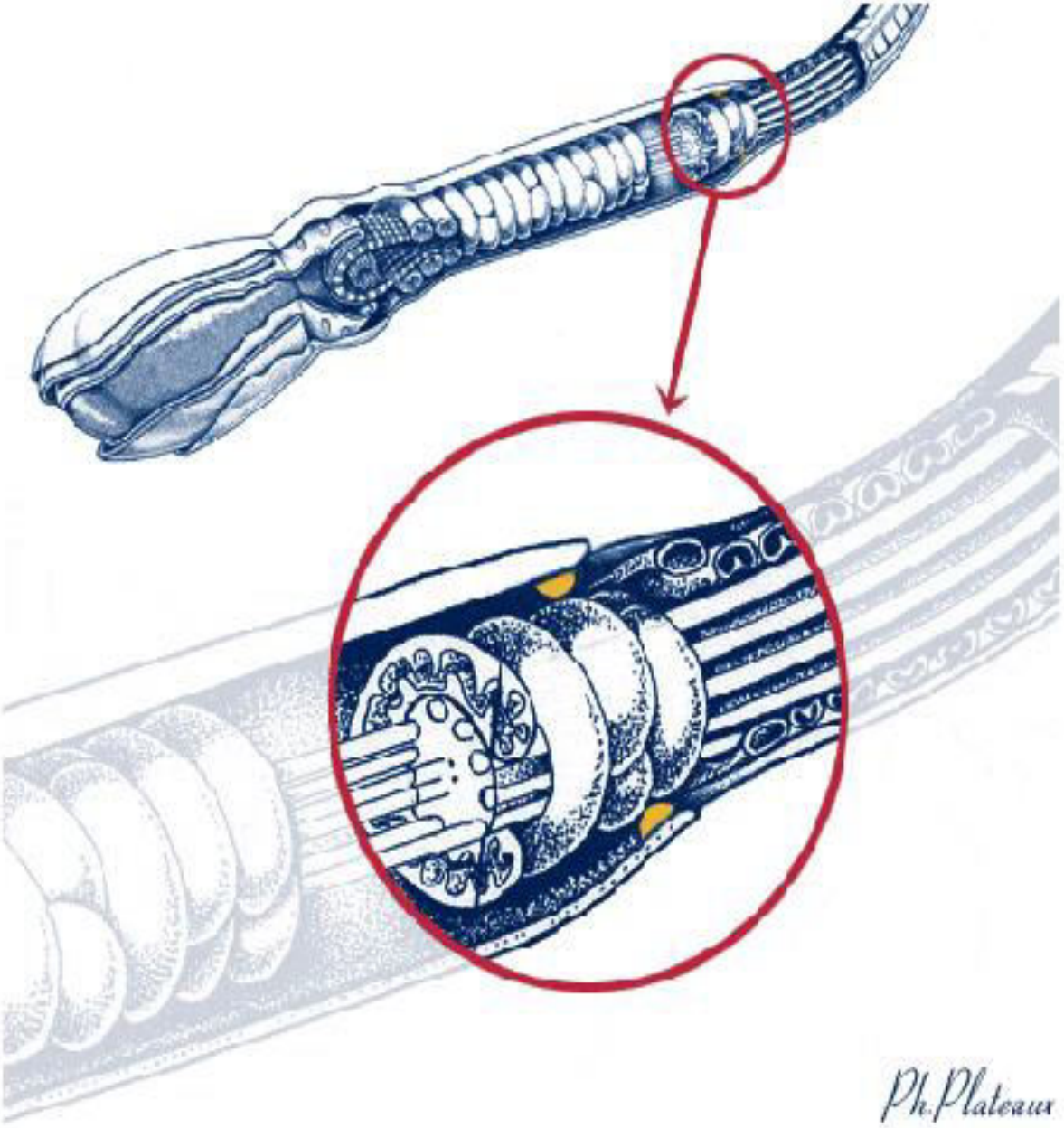
Le centriole distal

Les mitochondries

L'annulus

Les fibres denses

La gaine fibreuse



Le spermatozoïde

Le noyau

L'enveloppe nucléaire

L'acrosome

Le centriole proximal

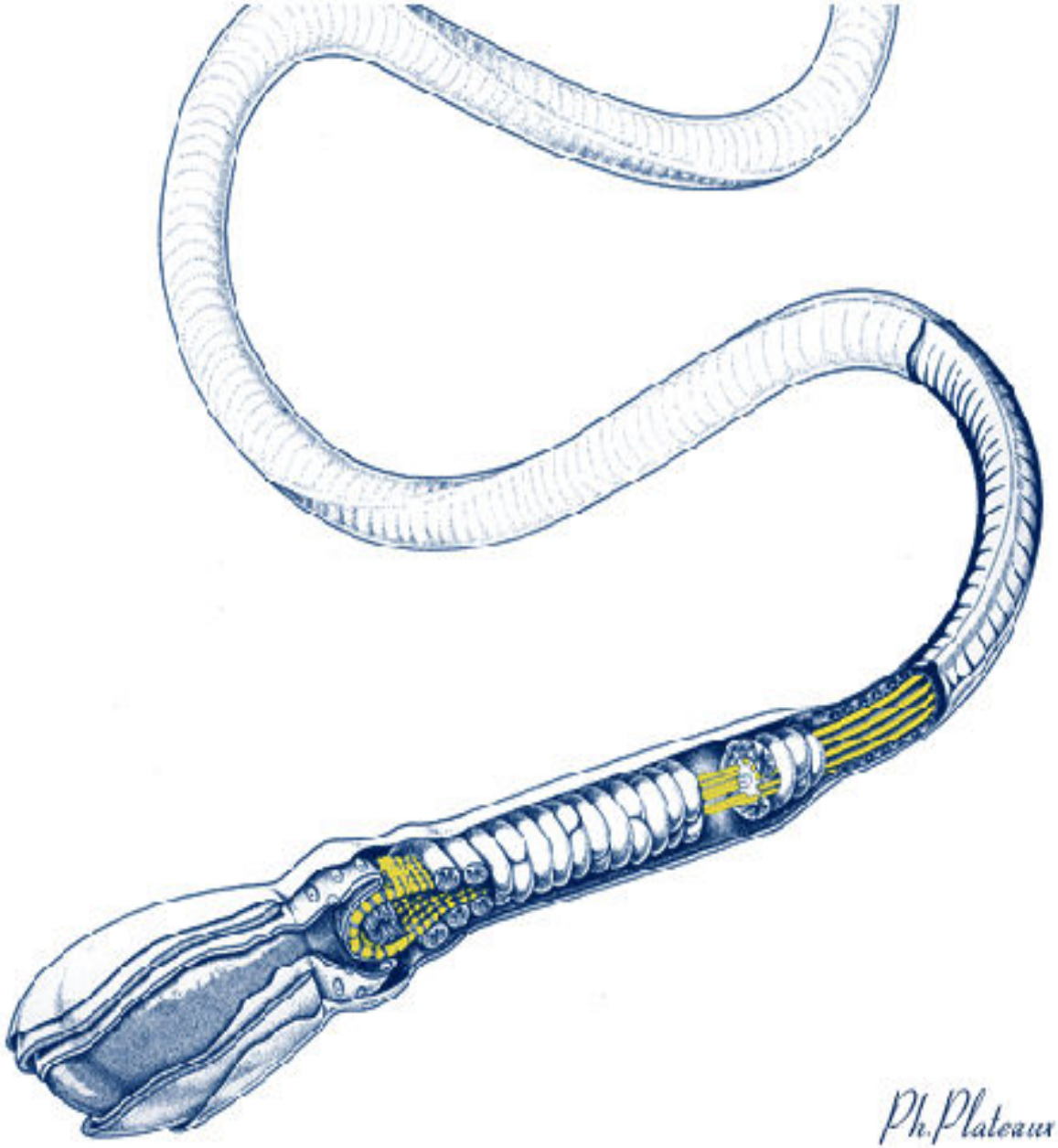
Le centriole distal

Les mitochondries

L'annulus

Les fibres denses

La gaine fibreuse



Ph. Plateau

Le spermatozoïde

Le noyau

L'enveloppe nucléaire

L'acrosome

Le centriole proximal

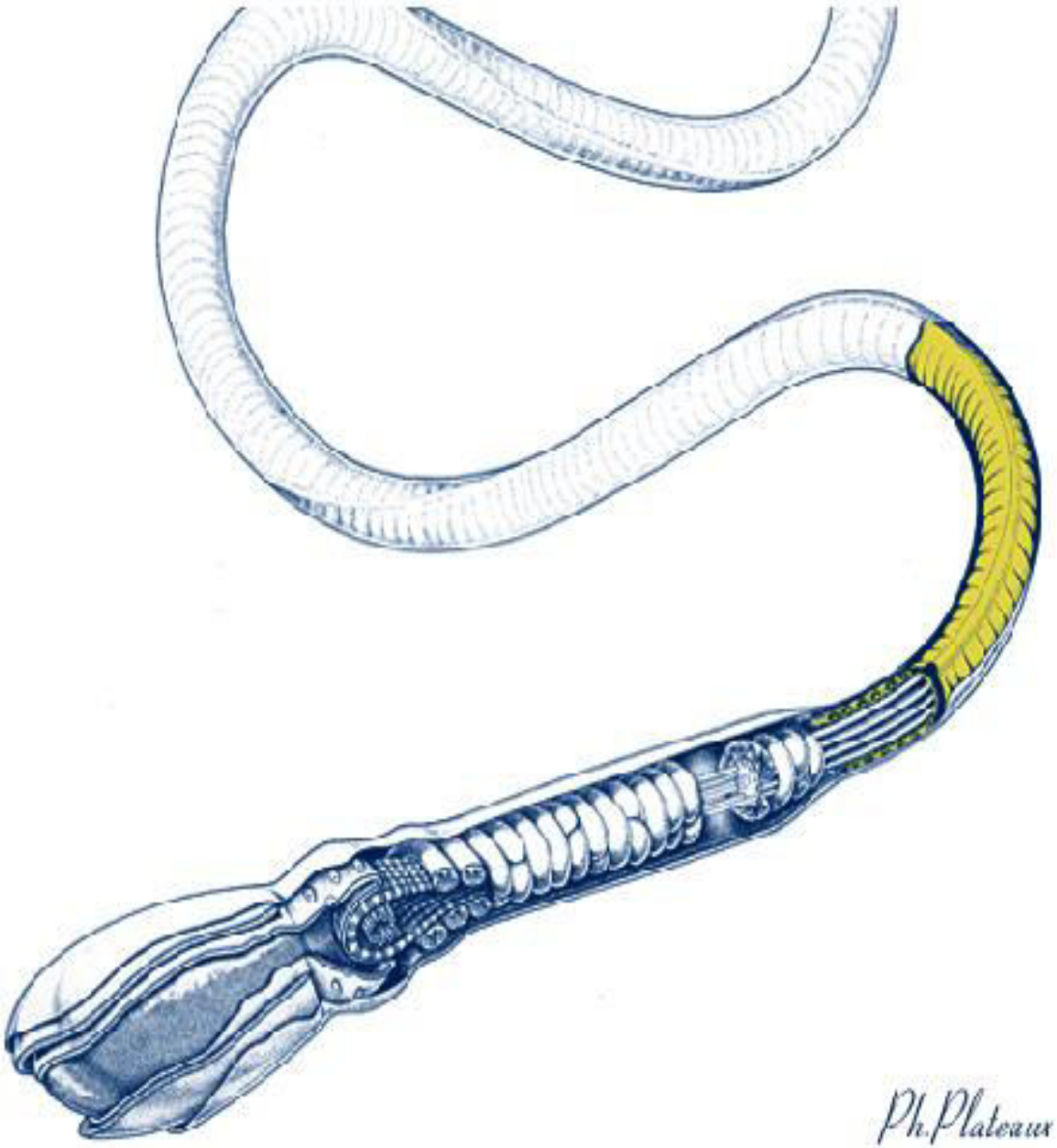
Le centriole distal

Les mitochondries

L'annulus

Les fibres denses

La gaine fibreuse



Le spermatozoïde

Le noyau

L'enveloppe nucléaire

L'acrosome

Le centriole proximal

Le centriole distal

Les mitochondries

L'annulus

Les fibres denses

La gaine fibreuse

1 . 2 - Chez la femme : L'ovogenèse

Le passage de la cellule souche de la lignée germinale, l'**ovogonie** *,* au gamète proprement dit ou **ovocyte** résulte de plusieurs transformations dont la chronologie s'étale sur des années.

1 . 2 . 1 - Chronologie

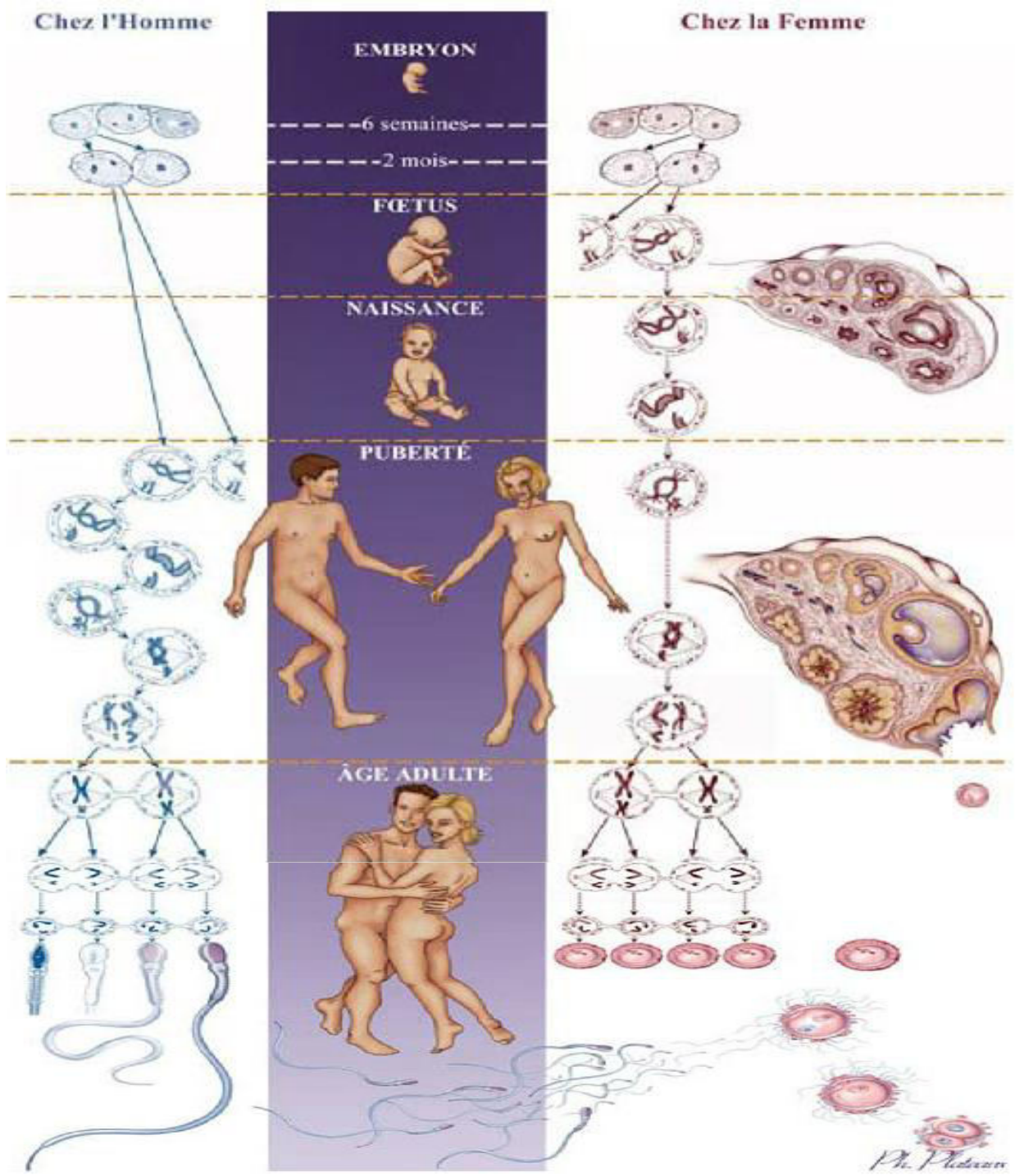
1 . 2 . 1 . 1 - Au cours du développement embryonnaire

Les **ovogonies se différencient** et se multiplient dans l'ébauche des gonades à partir de la 6ème semaine**.**

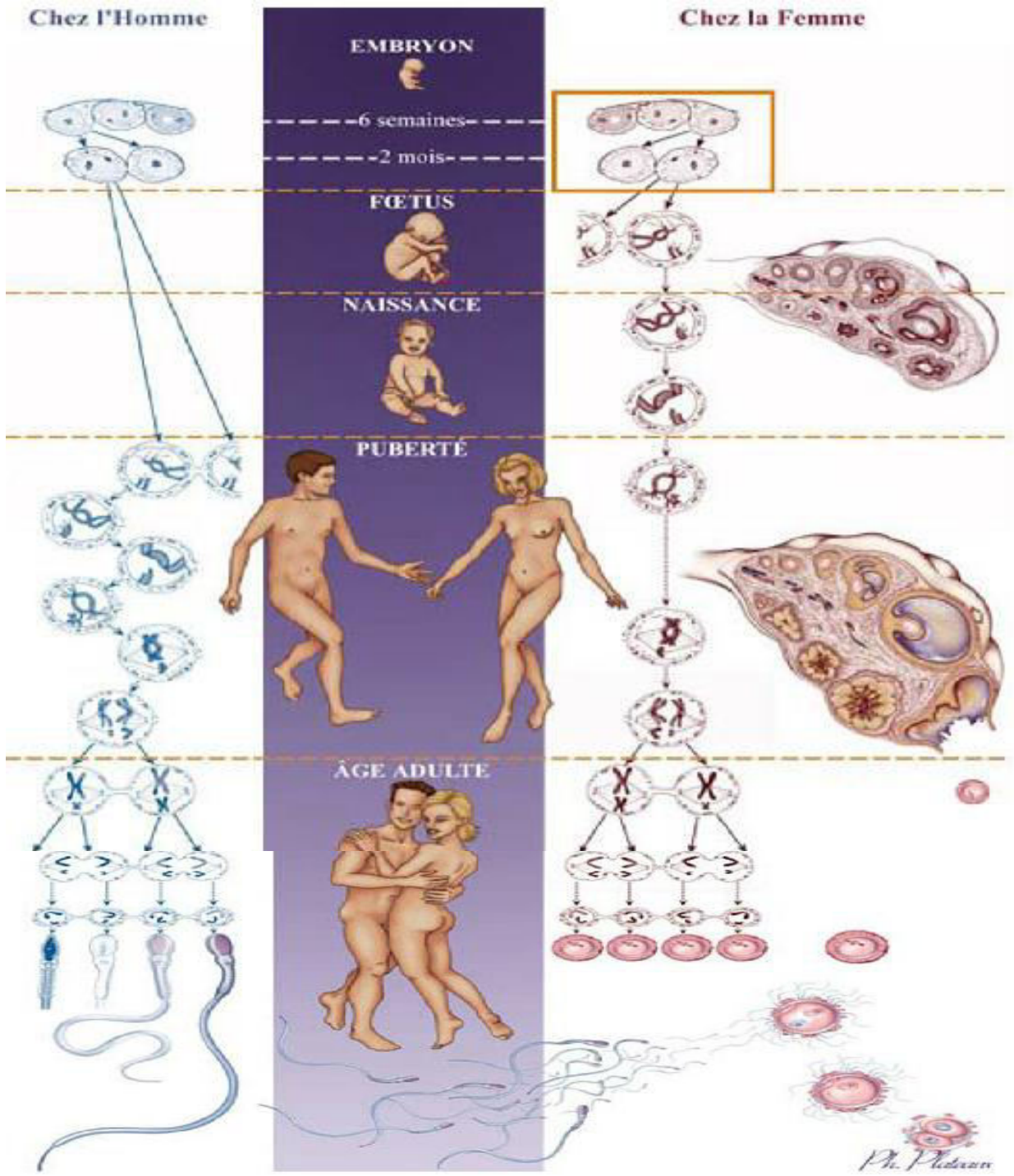
1 . 2 . 1 . 2 - Pendant la période fœtale

Du 5ème au 7ème mois de la vie intra utérine, une partie de ces ovogonies se différencient en **ovovytes de 1er ordre** du fait du déclenchement précoce de la **méiose**. La prophase de la première division méiotique s'arrête au **stade diplotène** de telle sorte qu'à la naissance les ovocytes sont des cellules de 50 à 70 µ de diamètre dont les chromosomes apparaissent sous la forme de tétrades ou bivalents à l'intérieur de la membrane nucléaire, le cytoplasme contient les organelles habituels, la membrane cytoplasmique présente des zones de jonction avec les cellules qui l'entourent. L'ensemble constitué par l'ovocyte de 1er ordre et ces cellules correspond à un **follicule primordial**. A partir de ce stade l'évolution de l'ovocyte dépends de celle du follicule.

Les premières croissances folliculaires interviennent au cours des derniers mois de la vie intrautérine mais la plupart de ces follicules dégénèrent de même que les ovocytes qu'ils contiennent (atrésie folliculaire). C'est au cours de cette croissance que l'ovocyte élabore la zone pellucide (de nature glycoprotéique) qui le circonscrit mais les prolongements cytoplasmiques des cellules folliculaires restent accrochés, à travers la zone pellucide, à la membrane cytoplasmique de l'ovocyte par des dispositifs de jonction.



- L'ovogenèse
- L'ovogonie
- L'ovocyte
- Les ovogonies se différencient
- Les ovocytes de 1er ordre
- La méiose
- Le stade diplotène
- Le follicule primordial



L'ovogenèse

L'ovogonie

L'ovocyte

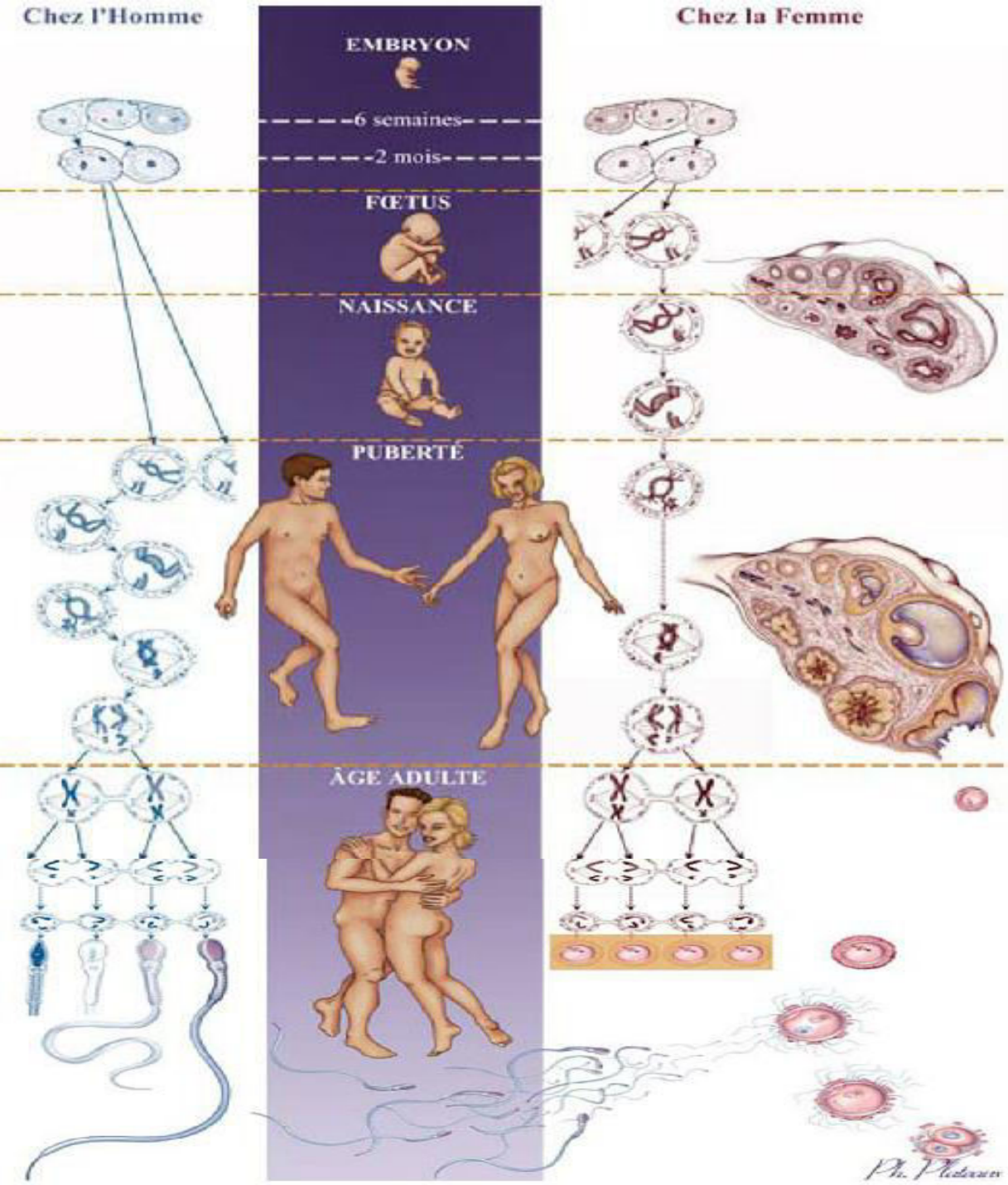
Les ovogonies se différencient

Les ovocytes de 1er ordre

La méiose

Le stade diplotène

Le follicule primordial



L'ovogenèse

L'ovogonie

L'ovocyte

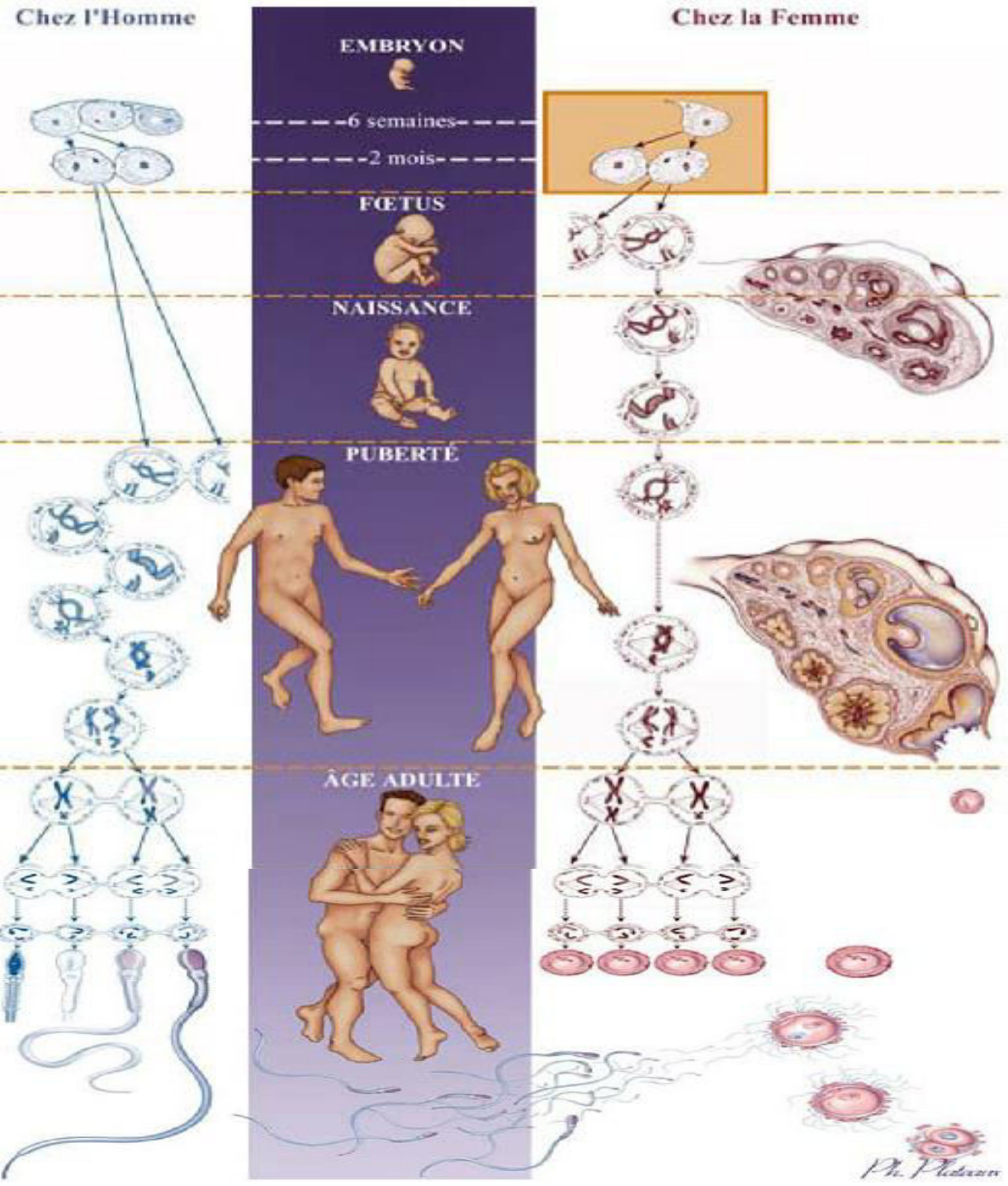
Les ovogonies se différencient

Les ovocytes de 1er ordre

La méiose

Le stade diplotène

Le follicule primordial



L'ovogenèse

L'ovogonie

L'ovocyte

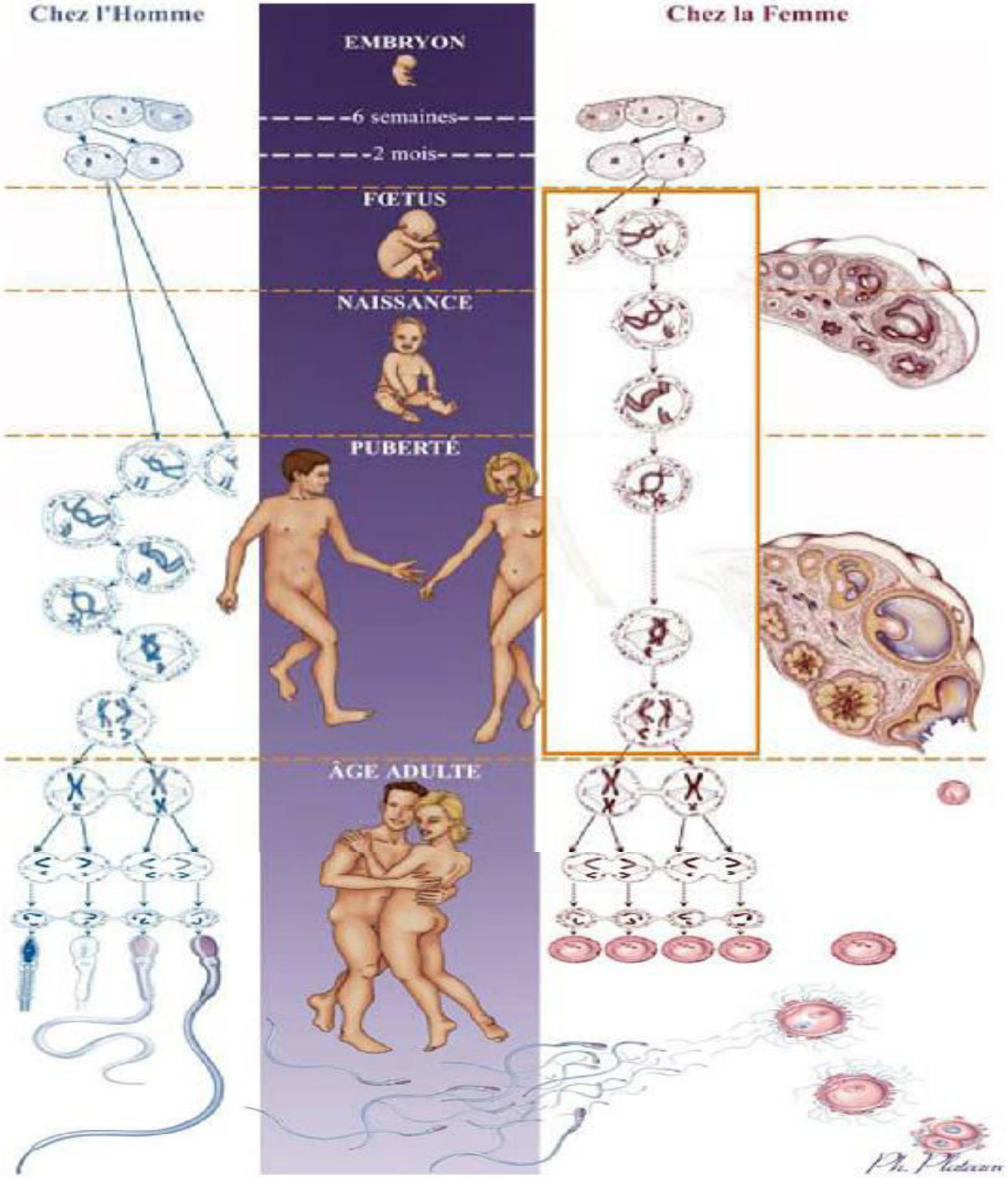
Les ovogonies se différencient

Les ovocytes de 1er ordre

La méiose

Le stade diplotène

Le follicule primordial



L'ovogenèse

L'ovogonie

L'ovocyte

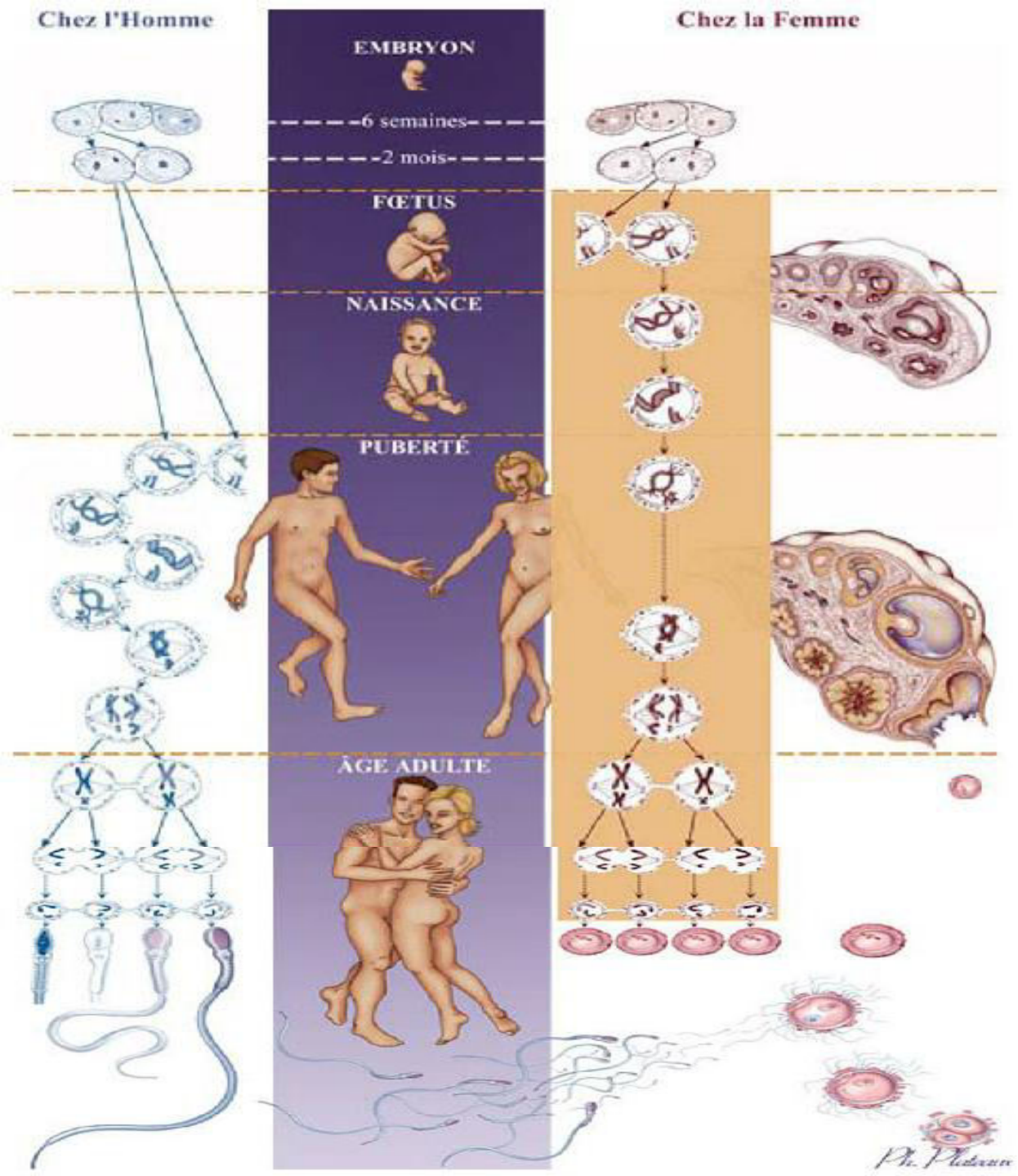
Les ovogonies se différencient

Les ovocytes de 1er ordre

La méiose

Le stade diplotène

Le follicule primordial



L'ovogenèse

L'ovogonie

L'ovocyte

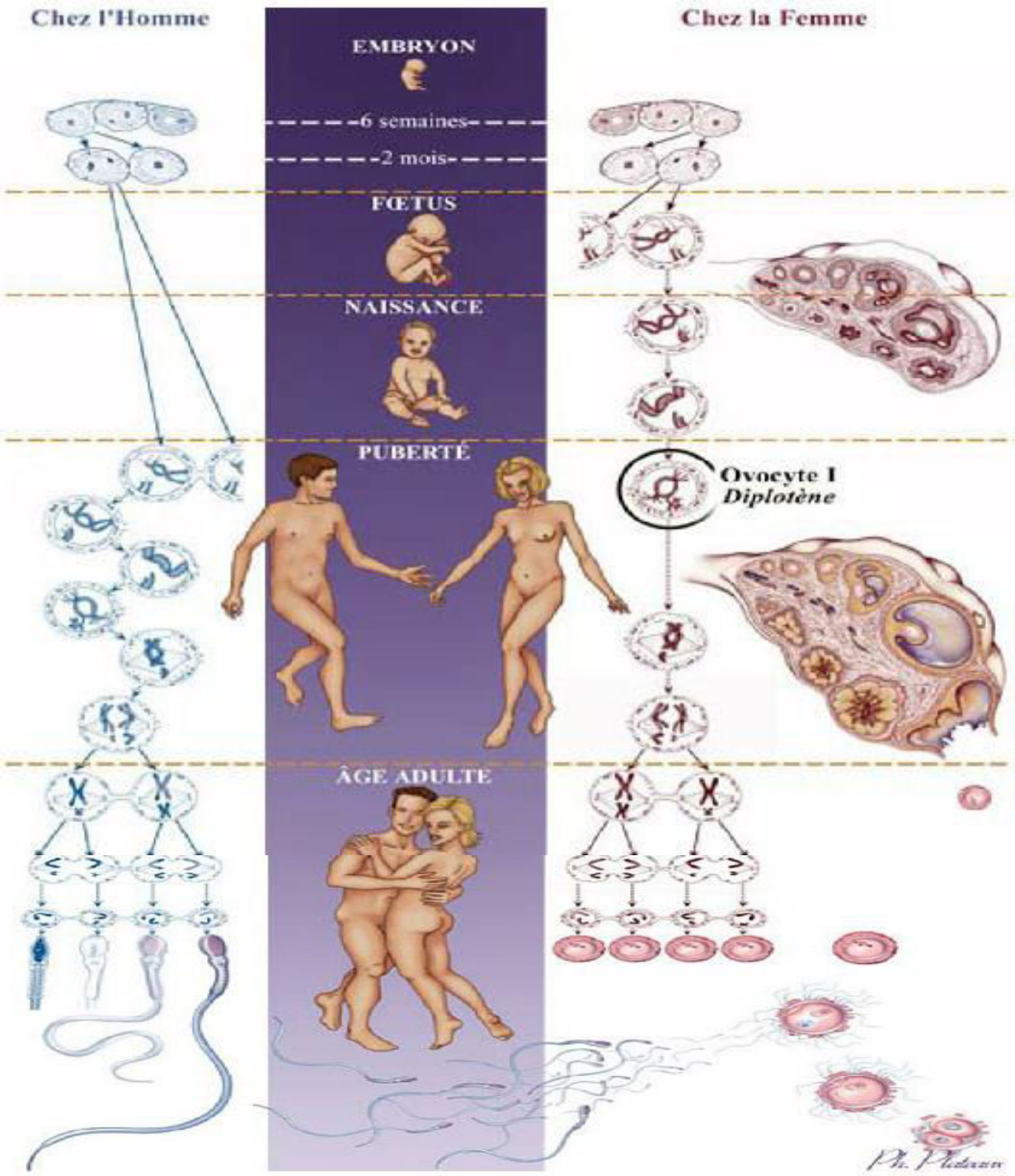
Les ovogonies se différencient

Les ovocytes de 1er ordre

La méiose

Le stade diplotène

Le follicule primordial



L'ovogenèse

L'ovogonie

L'ovocyte

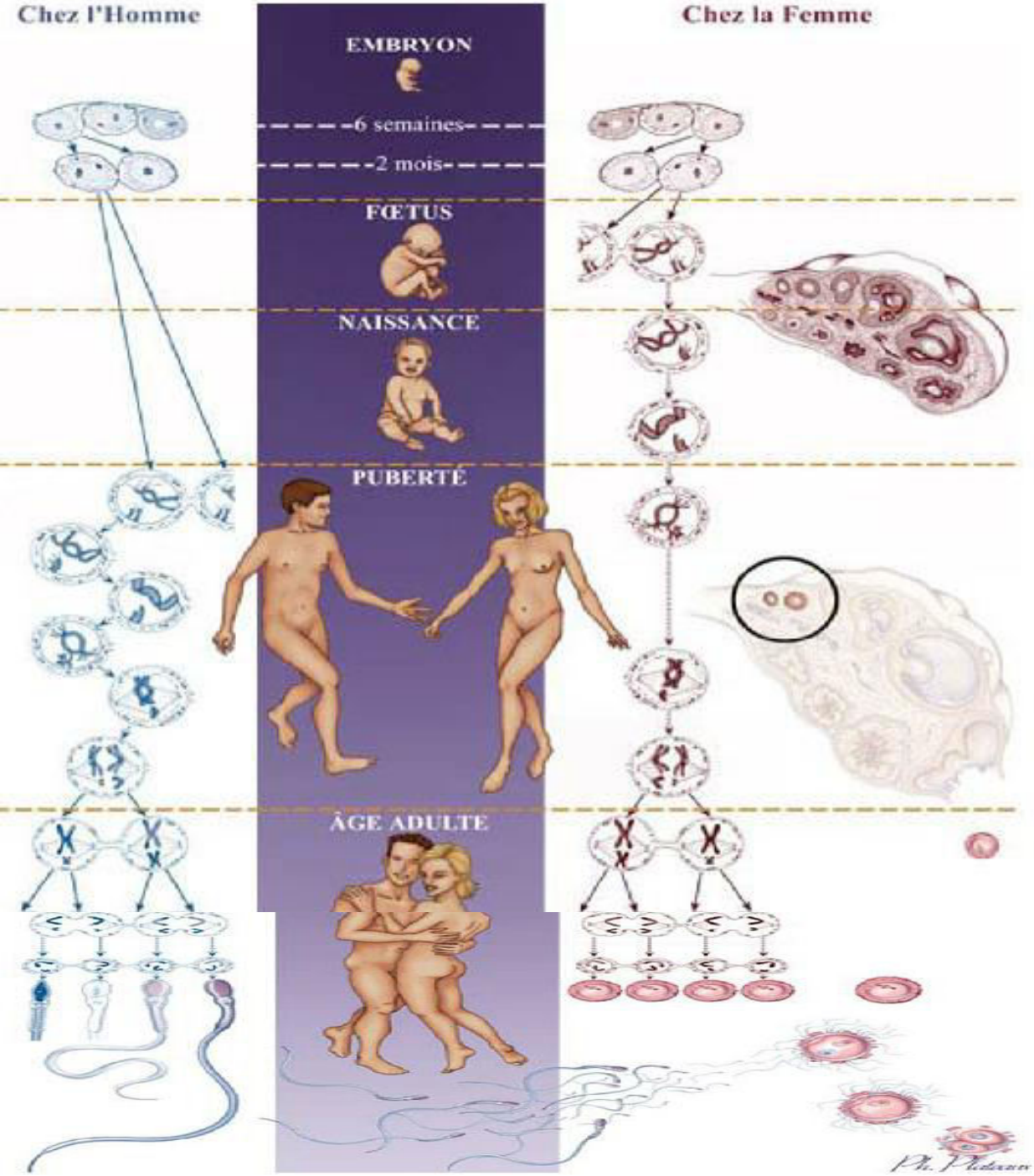
Les ovogonies se différencient

Les ovocytes de 1er ordre

La méiose

Le stade diplotène

Le follicule primordial



L'ovogenèse

L'ovogonie

L'ovocyte

Les ovogonies se différencient

Les ovocytes de 1er ordre

La méiose

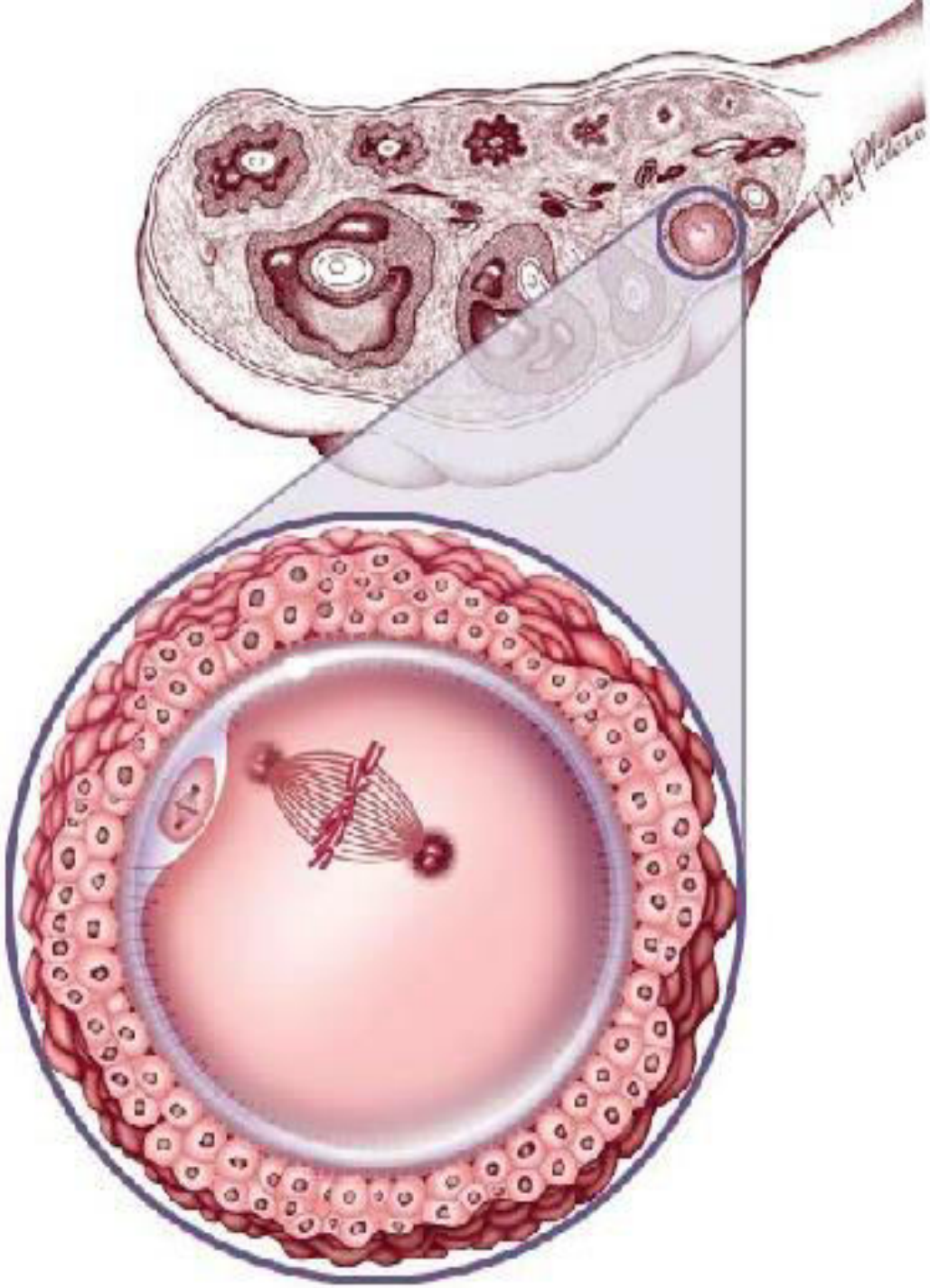
Le stade diplotène

Le follicule primordial

1 . 2 . 1 . 3 - Les premières croissances folliculaires

Elles interviennent au cours des derniers mois de la vie intra-utérine mai sla plupart de ces follicules dégénèrent de même que les ovocytes qu'ils contiennent (atrésie folliculaire). C'est au cours de cette croissance que l'ovocyte élabore la zone pellucide (de nature glycoprotéique) qui le circonscrit mais les **prolongements cytoplasmiques** des cellules folliculaires restent accrochés, à travers la zone pellucide, à la membrane cytoplasmique de l'ovocyte par des dispositifs de jonction.

A la naissance, il persiste 200 000 à 400 000 ovocytes (sur plusieurs millions d'ovogonies)



Les premières croissances folliculaires

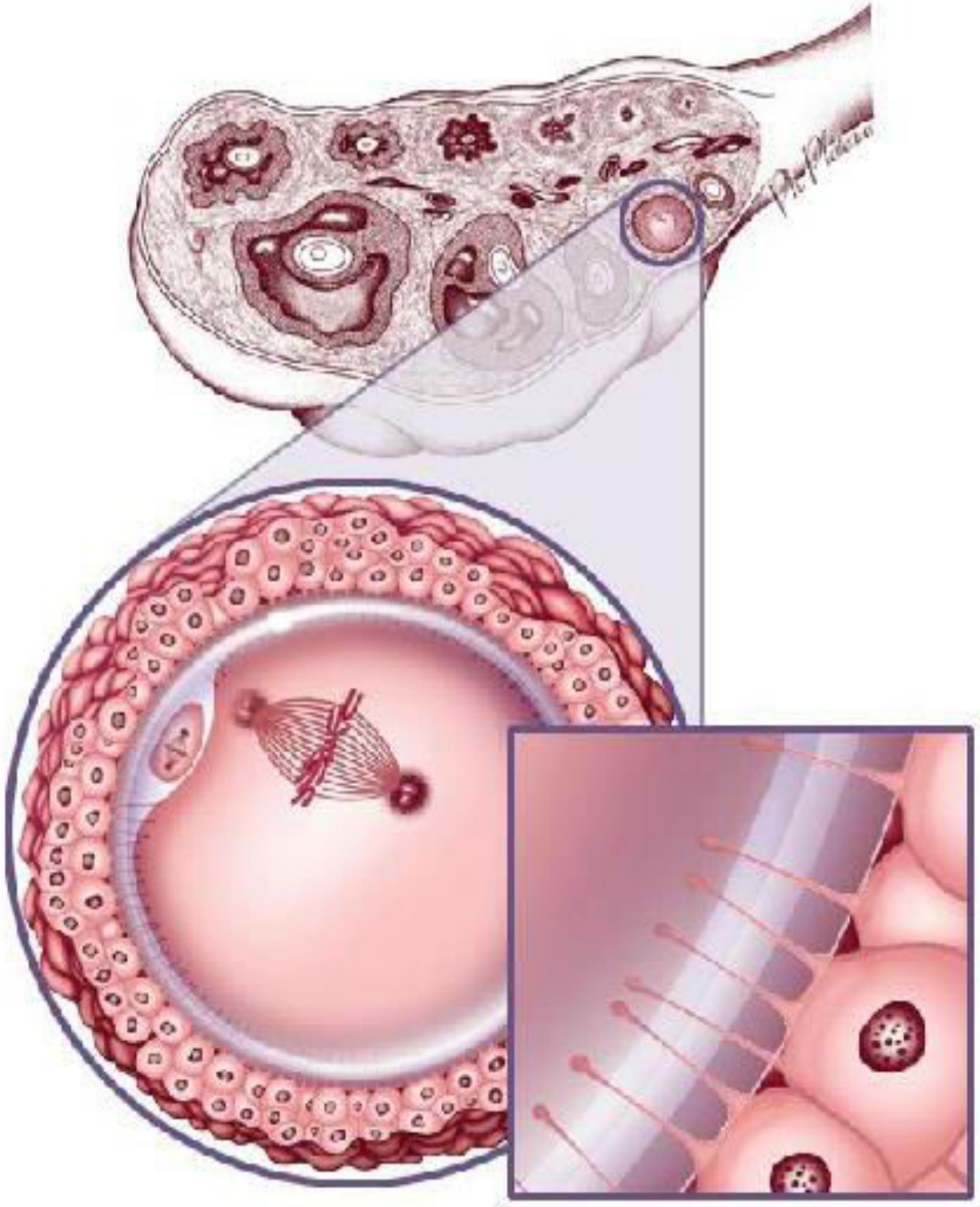
Les prolongements cytoplasmiques

Chez la petite fille

Les follicules primordiaux

Les follicules atrétiques

La maturation folliculaire



Les premières croissances folliculaires

Les prolongements cytoplasmiques

Chez la petite fille

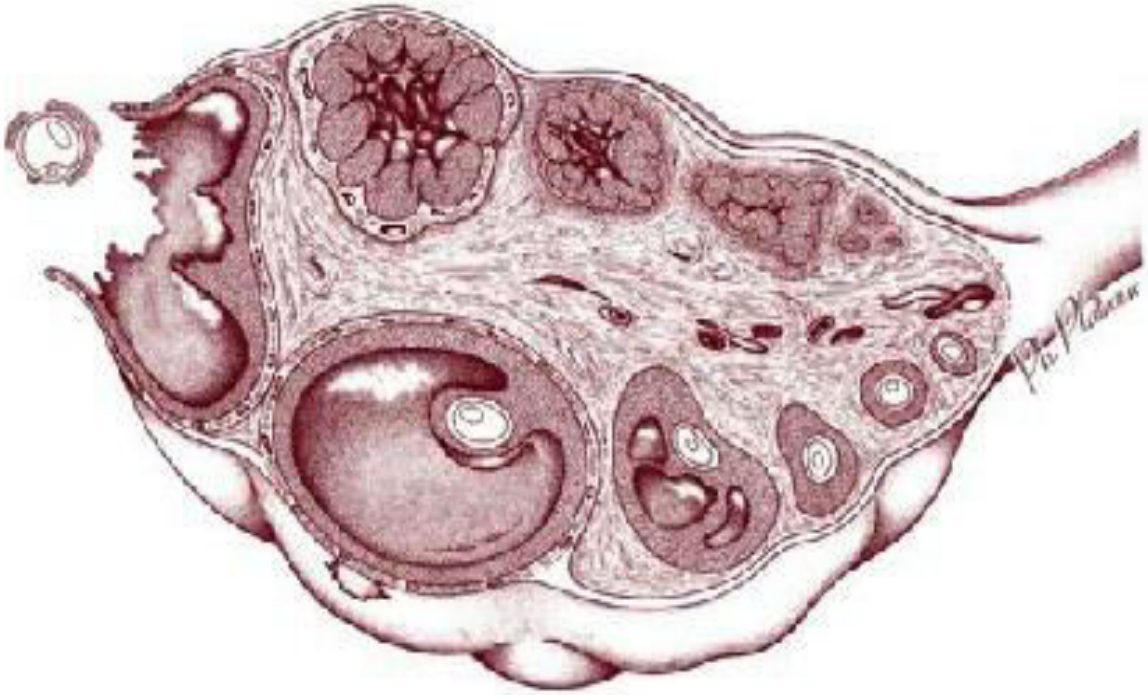
Les follicules primordiaux

Les follicules atrétiques

La maturation folliculaire

1 . 2 . 1 . 4 - Chez la petite fille

Chez la petite fille, la maturation des **follicules primordiaux** reprend mais aboutit, là encore, à des **follicules atrétiques**, sans évolution ovocytaire.



Les premières croissances folliculaires

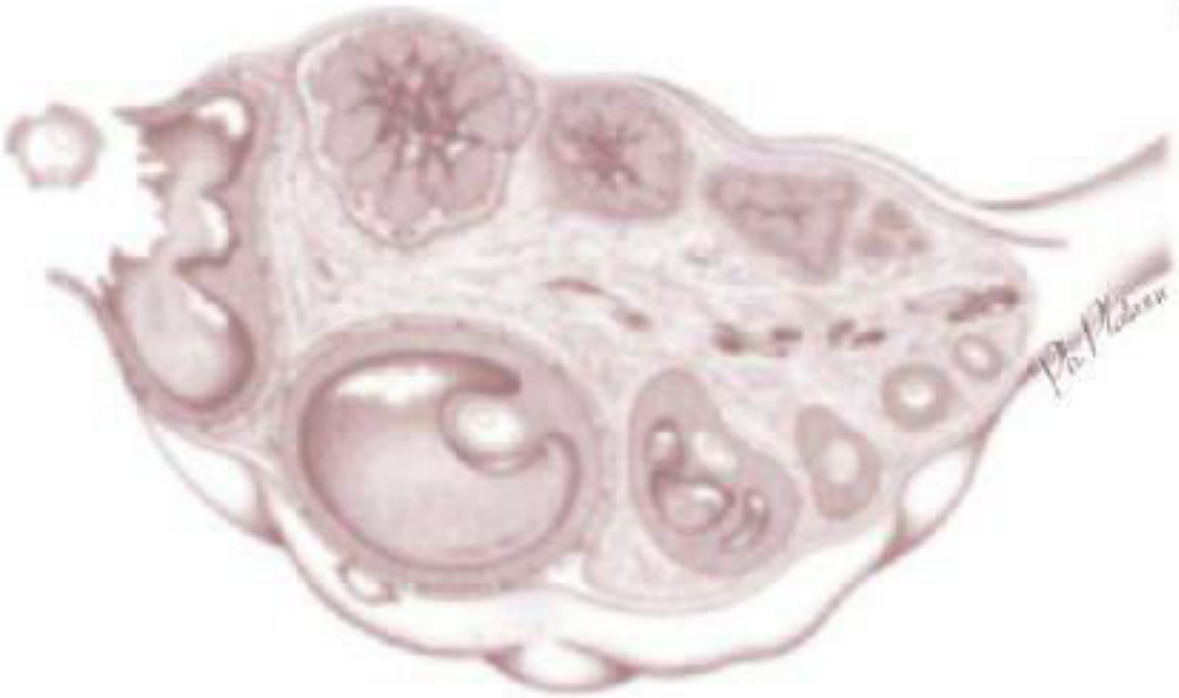
Les prolongements cytoplasmiques

Chez la petite fille

Les follicules primordiaux

Les follicules atrétiques

La maturation folliculaire



Les premières croissances folliculaires

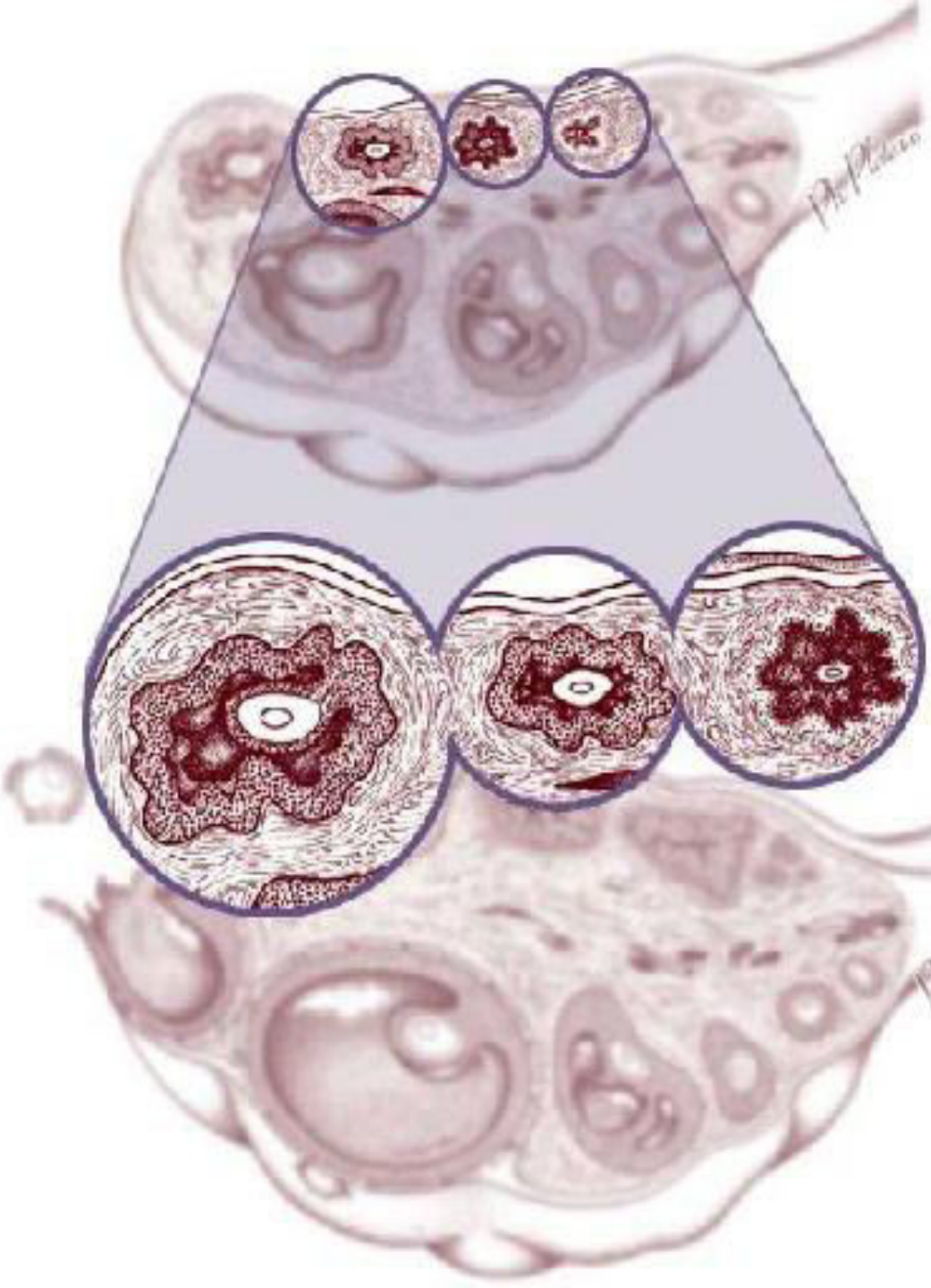
Les prolongements cytoplasmiques

Chez la petite fille

Les follicules primordiaux

Les follicules atrétiques

La maturation folliculaire



Les premières croissances folliculaires

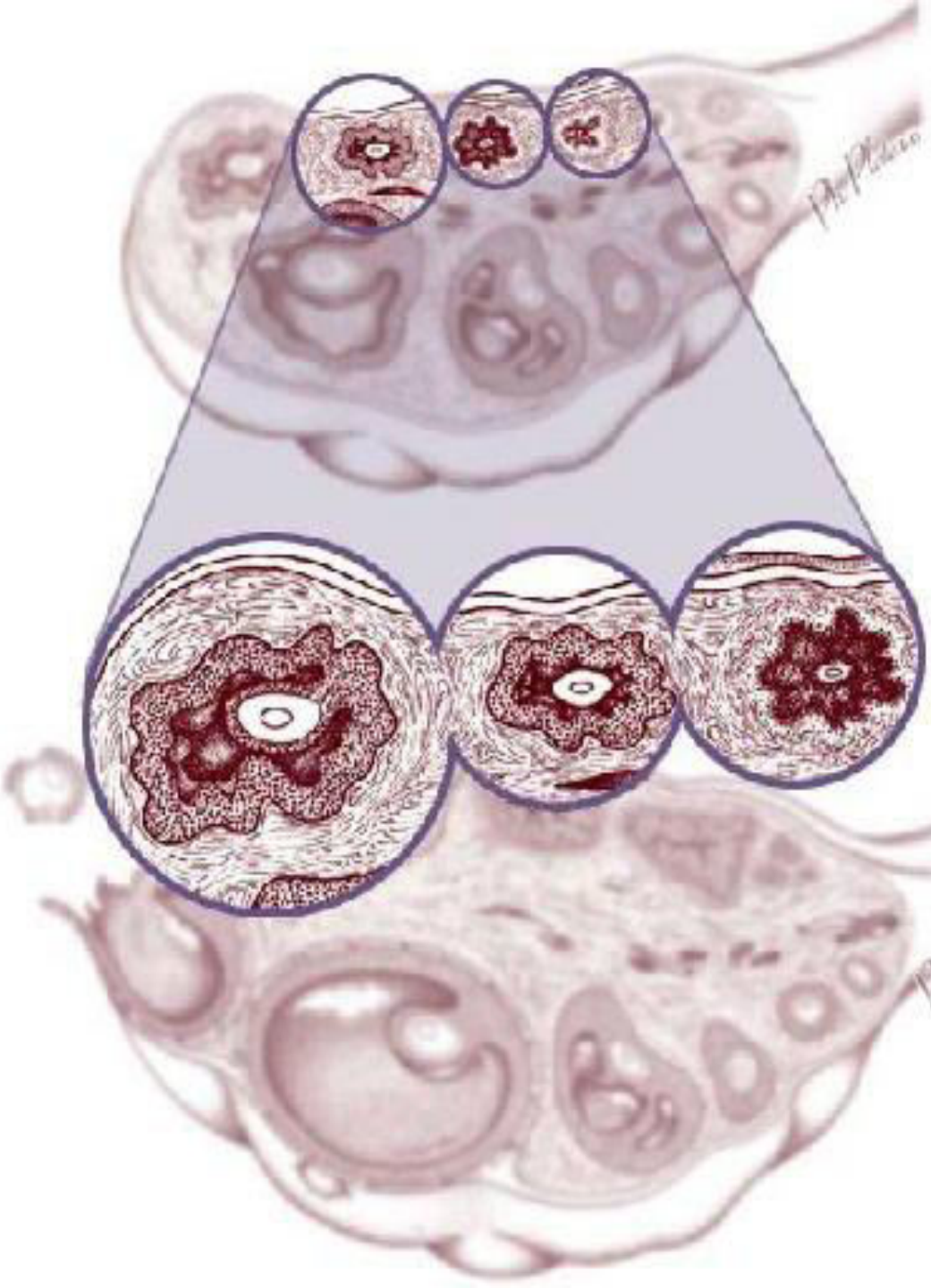
Les prolongements cytoplasmiques

Chez la petite fille

Les follicules primordiaux

Les follicules atrétiques

La maturation folliculaire



Les premières croissances folliculaires

Les prolongements cytoplasmiques

Chez la petite fille

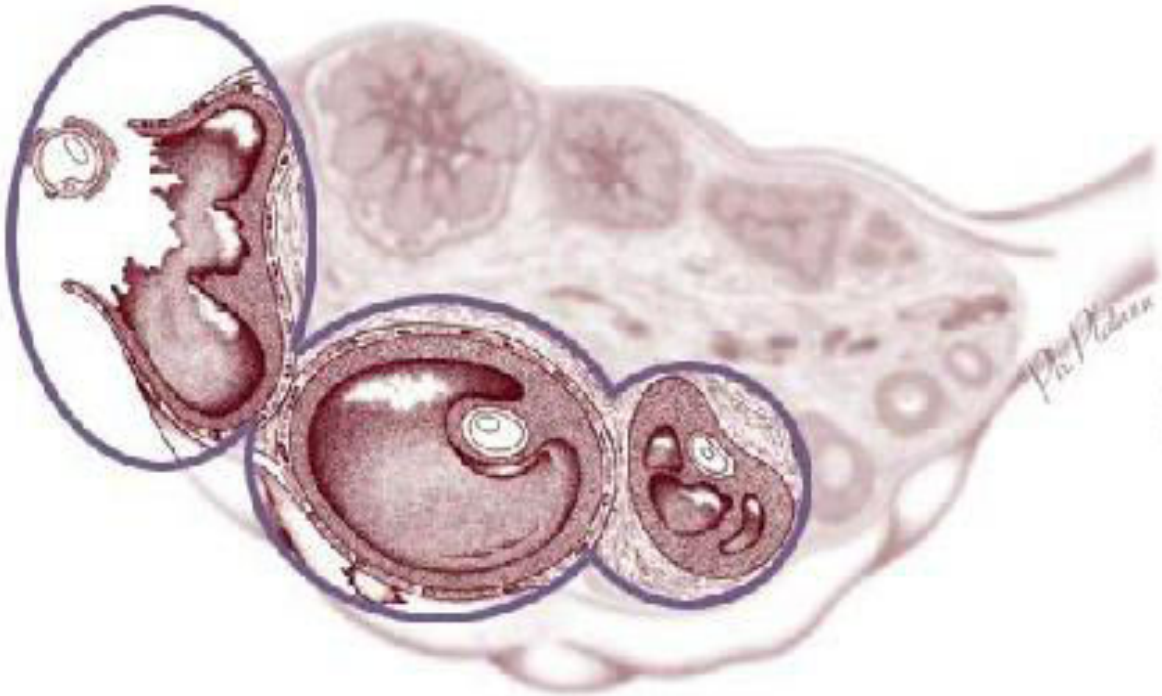
Les follicules primordiaux

Les follicules atrétiques

La maturation folliculaire

1 . 2 . 1 . 5 - A partir de la puberté

A partir de la puberté, la **maturation folliculaire** devient complète avec achèvement de la première division de la méiose pour l'ovocyte concerné. Cette maturation ne concerne, habituellement, qu’un seul follicule par cycle menstruel.



Les premières croissances folliculaires

Les prolongements cytoplasmiques

Chez la petite fille

Les follicules primordiaux

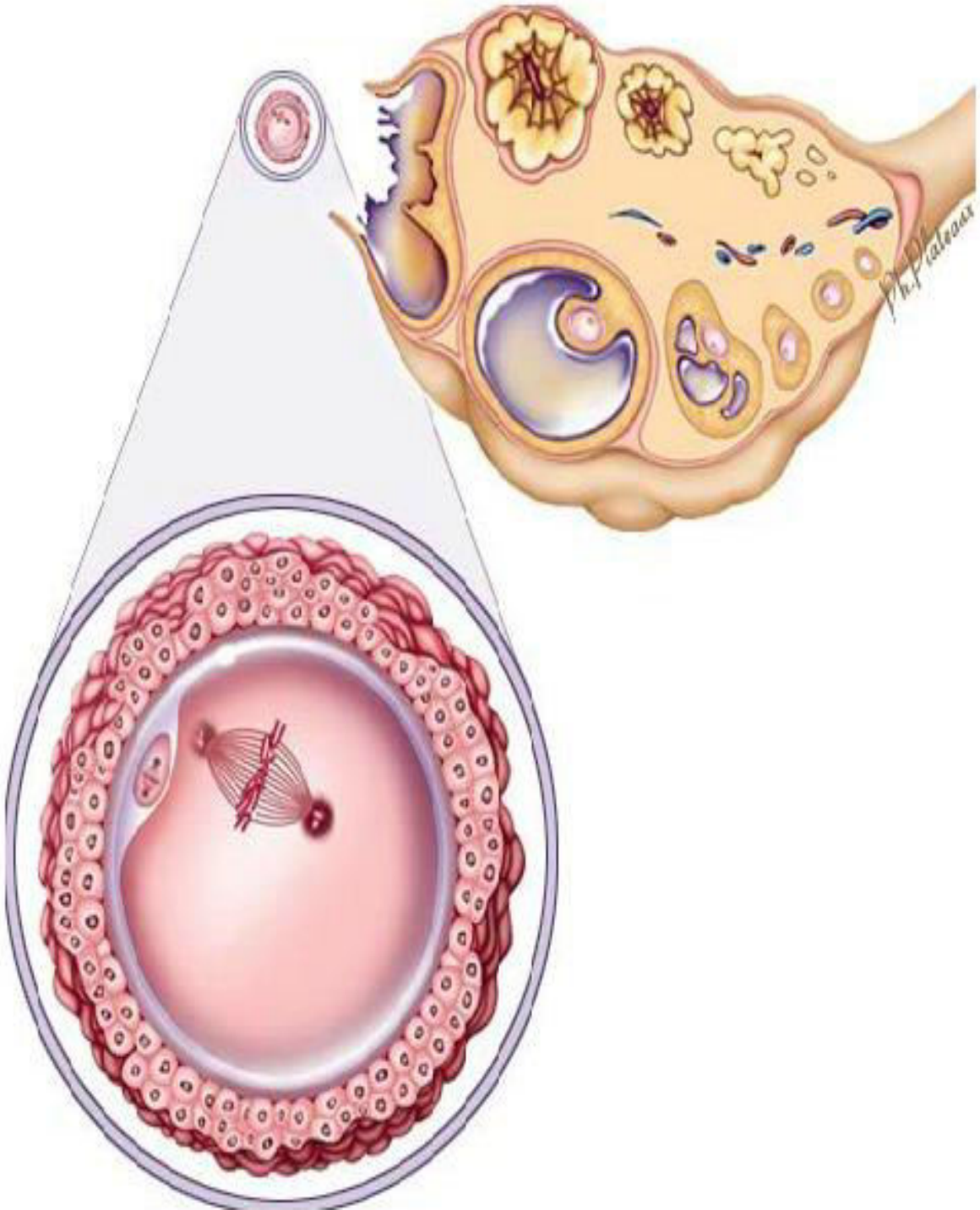
Les follicules atrétiques

La maturation folliculaire

1 . 2 . 2 - Cytologie

Au moment de l'ovulation (14ème jour du cycle menstruel), le follicule mature, vient éclater à la surface de l'ovaire, les cellules du cumulus oophorus se disjoignent libérant l'ovule, ensemble constitué par l'ovocyte , la **zone pellucid**e et la **corona radiata** (les cellules folliculaires restent liées à l'ovocyte malgré l'étirement des prolongements cellulaires). C'est à ce stade qu'intervient l'achèvement de la première division de la méiose : la membrane nucléaire disparaît, les bivalents se séparent avec répartition en deux contingents identiques. Par contre la division du cytoplasme est inégale : la quasi totalité entre dans la constitution de l'ovocyte de 2ème ordre qui contient 22 autosomes et 1 chromosome X dédoublés ; le reste constituant avec l'autre moitié du matériel chromosomique le 1er **globule polaire**.

La deuxième division méiotique commence immédiatement après mais s'arrête au stade de métaphase et ne se terminera qu'au moment de la fécondation elle-même, si celle ci intervient.

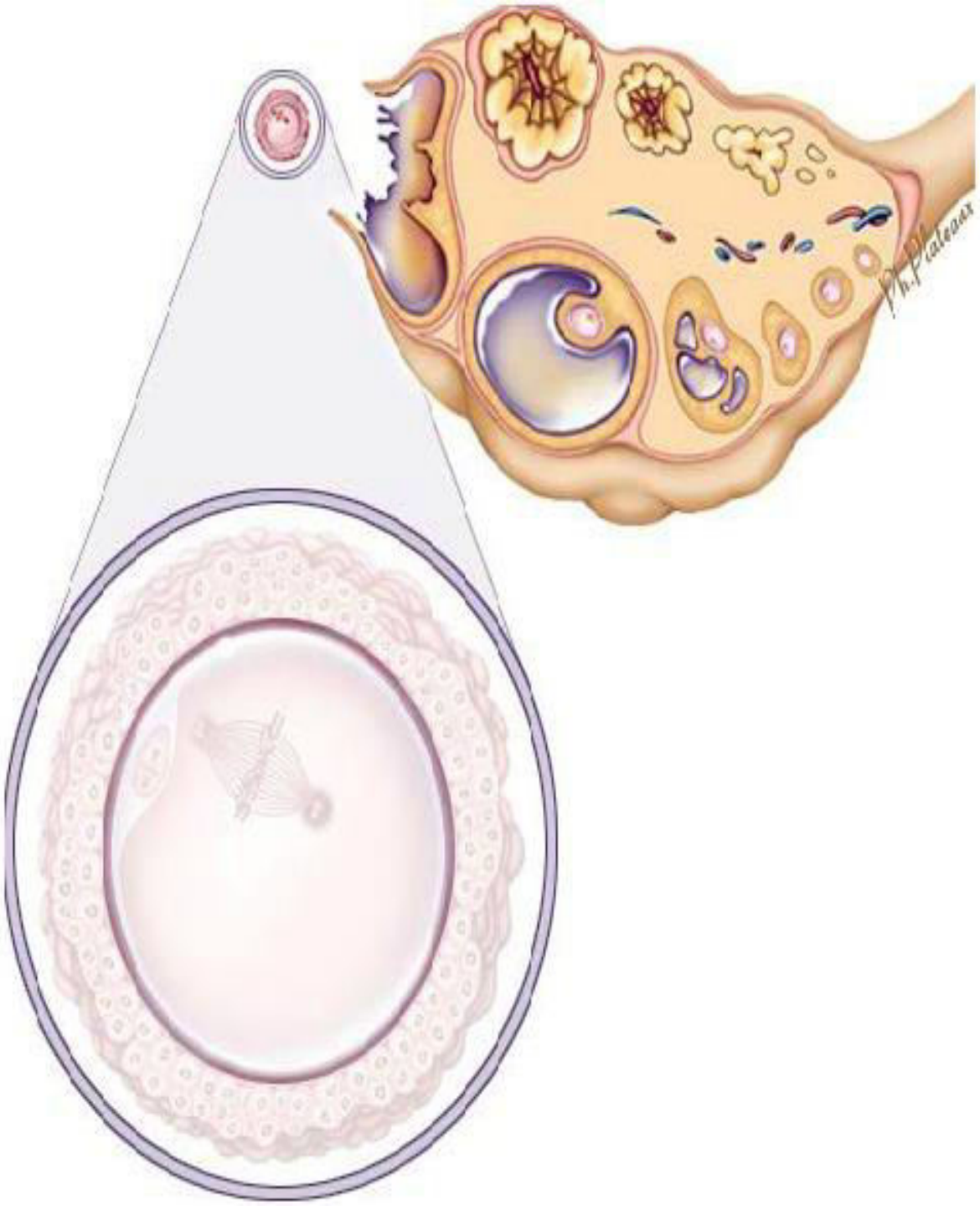


L'ovulation

La zone pellucide

La corona radiata

Le globule polaire

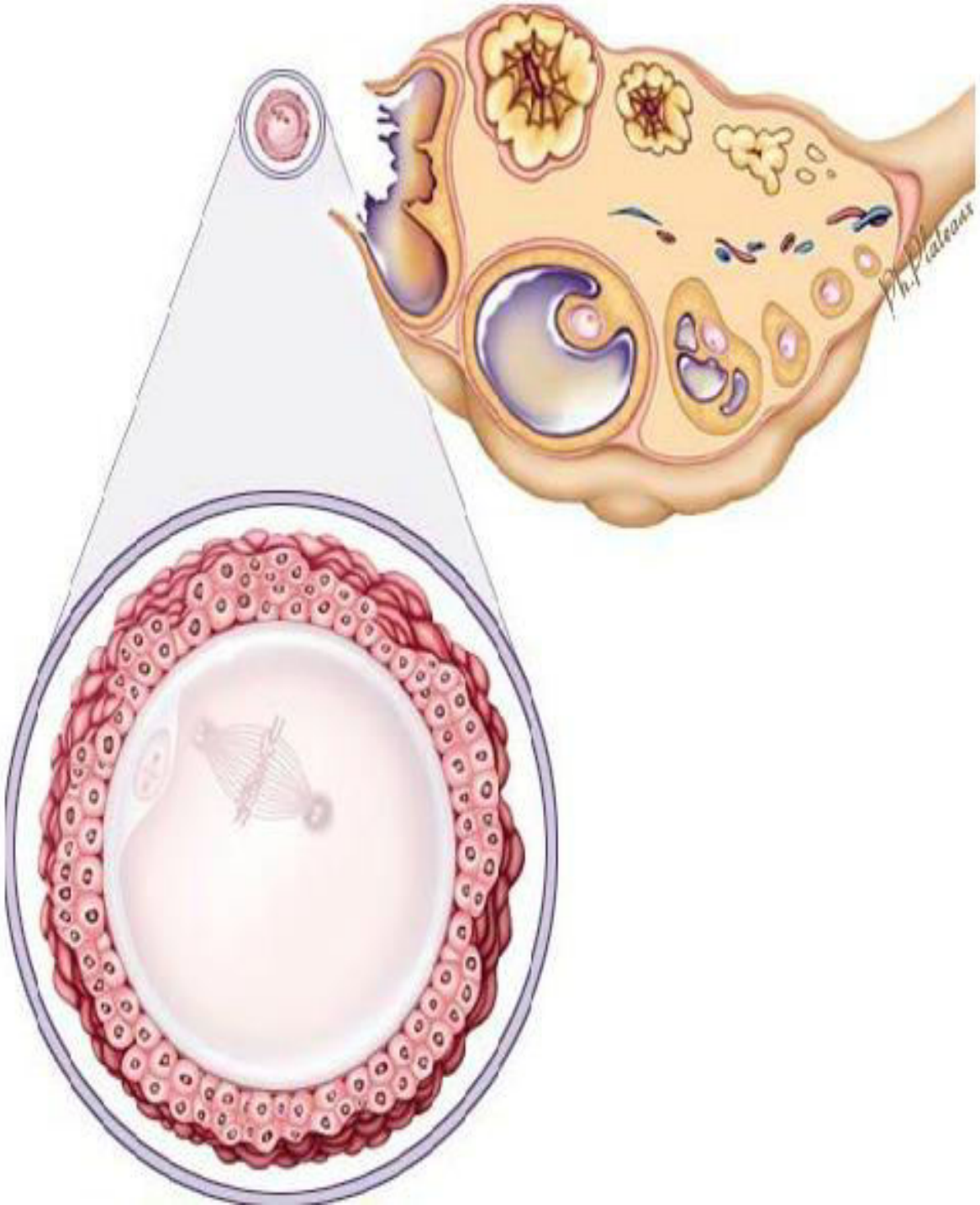


L'ovulation

La zone pellucide

La corona radiata

Le globule polaire

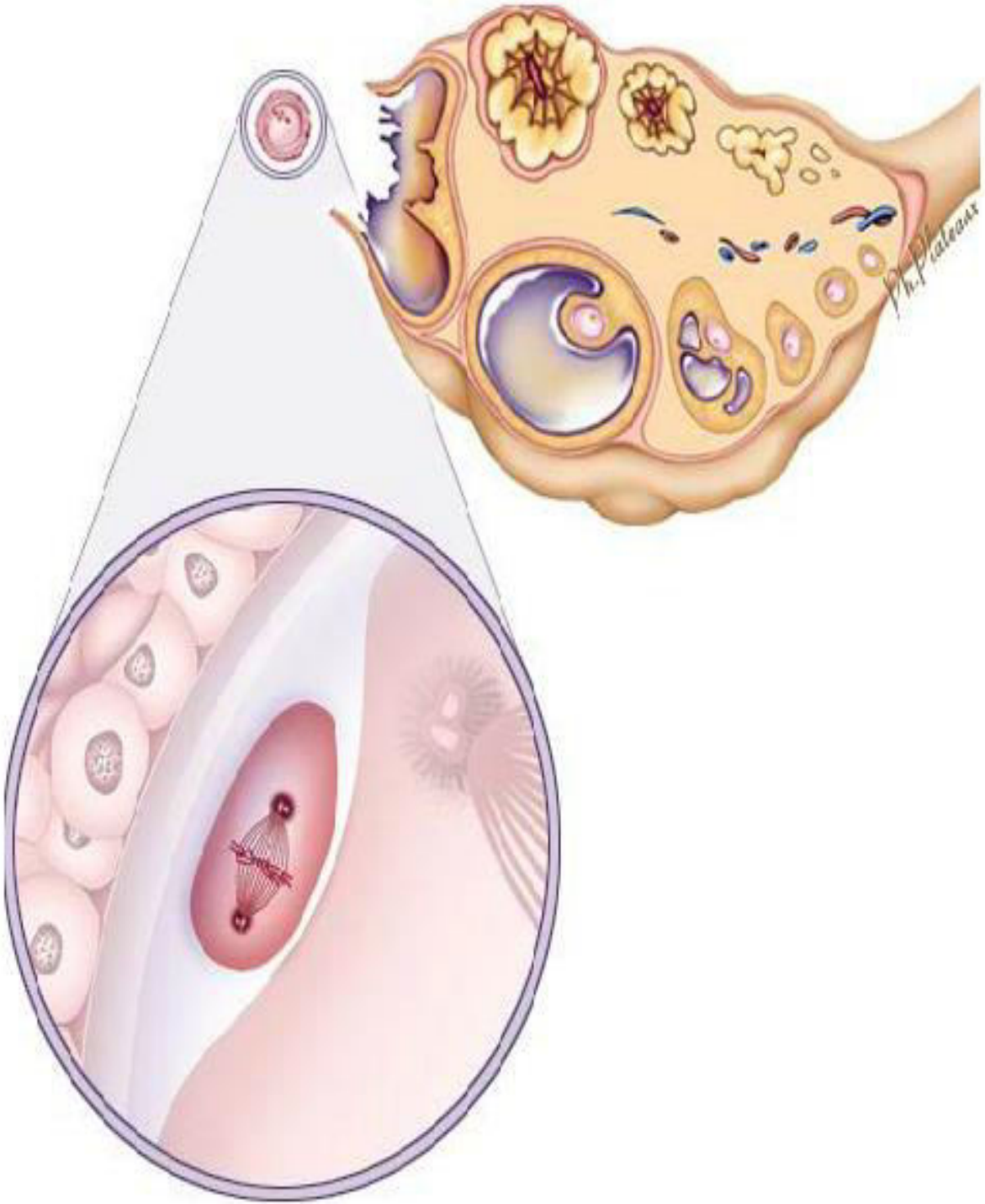


L'ovulation

La zone pellucide

La corona radiata

Le globule polaire



L'ovulation

La zone pellucide

La corona radiata

Le globule polaire

Au total , au cours de l'ovogénèse, très peu de cellules germinales atteignent le stade d'ovocyte de 2° ordre (12 à 13 / an soit 400 à 500 pour chaque femme pendant la période d'activité génitale) avec un vieillissement cellulaire important lorsque la fécondation intervient tardivement dans la vie génitale. Cet étalement de la gamétogénèse sur plusieurs décennies s'accompagne d'un risque plus élevé d'anomalies génétiques et chromosomiques

âge de la femme

10 ans 20 ans 30 ans 40 ans 50 ans

2 - PHÉNOMÈNES PRÉCÉDANT LA FÉCONDATION (Transit des spermatozoïdes)

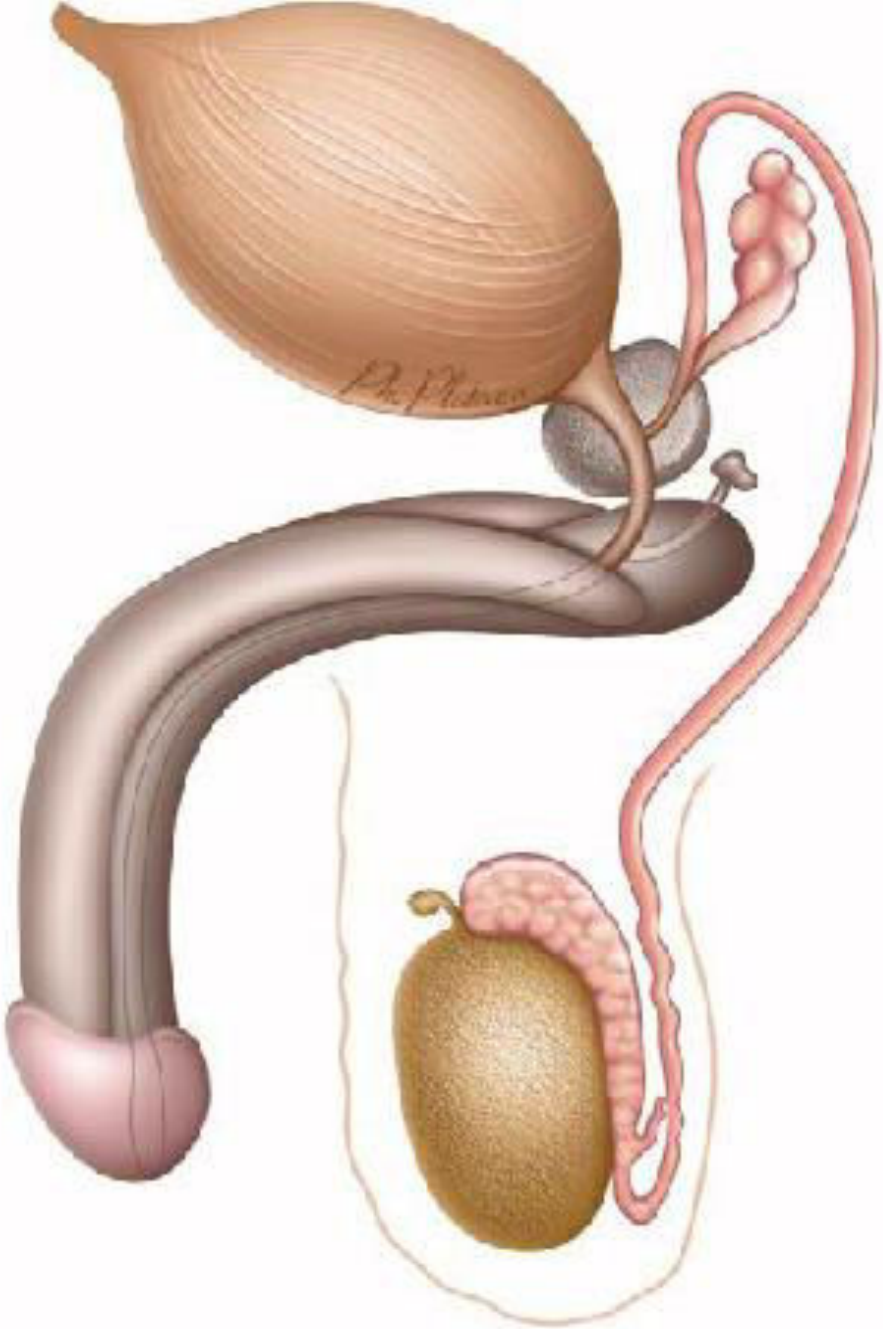
Avant la rencontre des gamètes , indispensable à la survenue de la fécondation, les spermatozoïdes ont un **long trajet** à parcourir depuis la lumière des tubes séminifères. Pendant ce transit des mécanismes essentiels interviennent qui conditionnent la fécondation

2 . 1 - Chez l'homme

Chez l'homme, la production des spermatozoïdes est continue pendant toute la période d'activité génitale (de 11 12 ans au delà de 60 ans).

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 épididymaire.

Au décours du rapport sexuel, au moment de l'éjaculation, 2 à 5 cm^3 de sperme sont déposés dans les voies génitales de la femme soit 100 à 200 millions de spermatozoïdes, dont une partie à proximité de l'orifice externe du col de l'utérus.



Le transit des spermatozoïdes

Le long trajet

Le testicule

L'épididyme

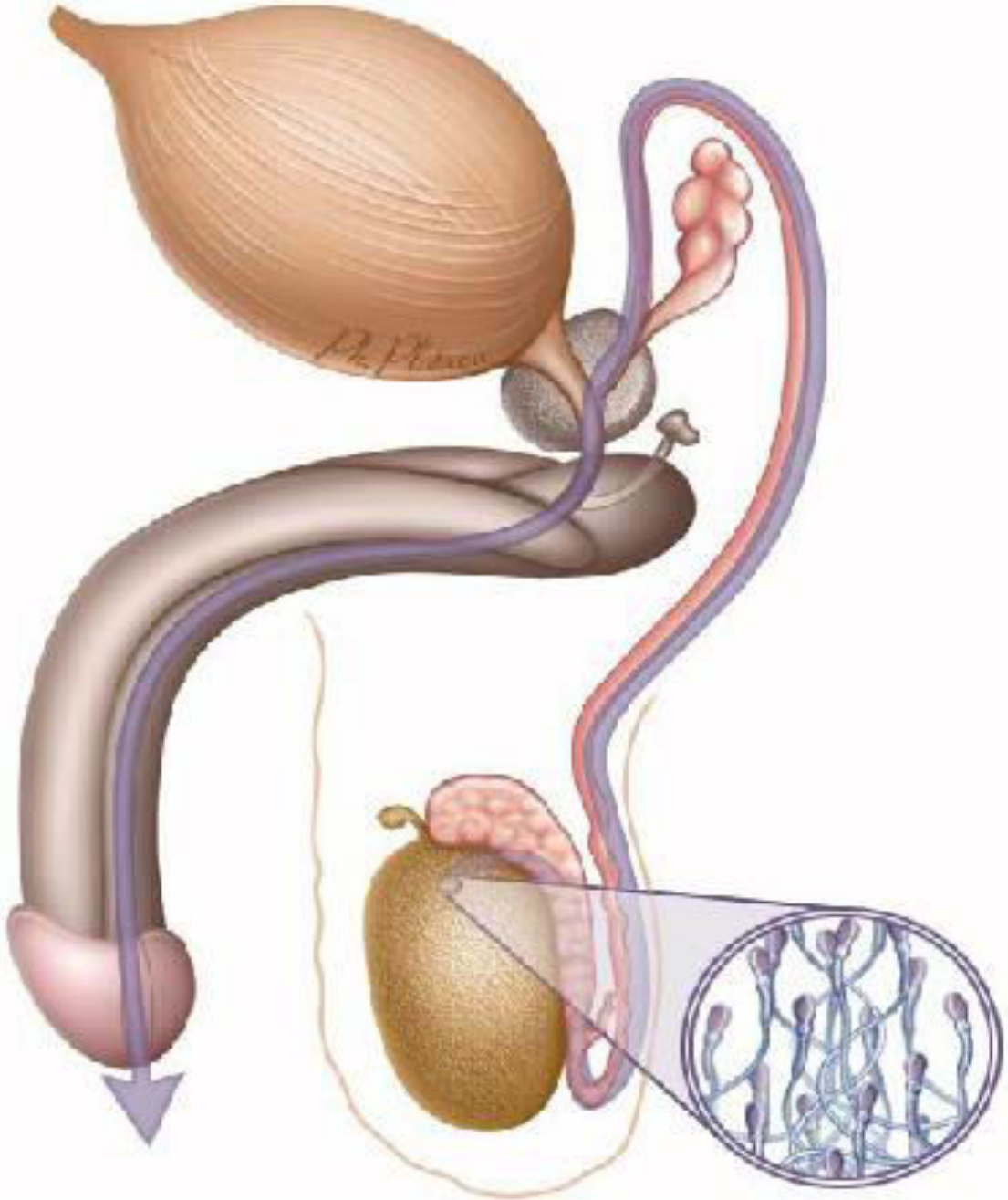
Le canal déférent

Le canal éjaculateur

L'urètre

Les vésicules séminales

La prostate



Le transit des spermatozoïdes

Le long trajet

Le testicule

L'épididyme

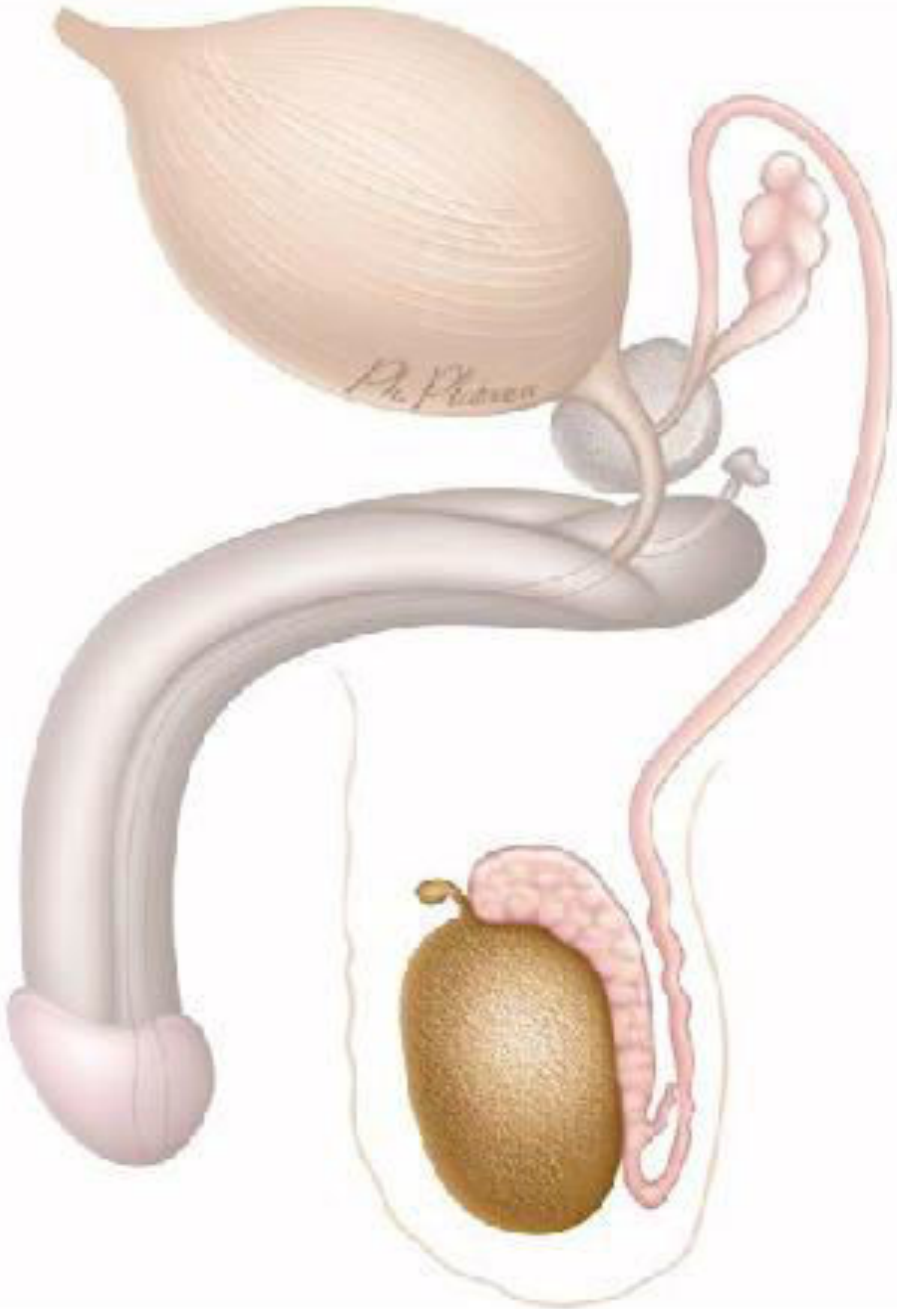
Le canal déférent

Le canal éjaculateur

L'urètre

Les vésicules séminales

La prostate



Le transit des spermatozoïdes

Le long trajet

Le testicule

L'épididyme

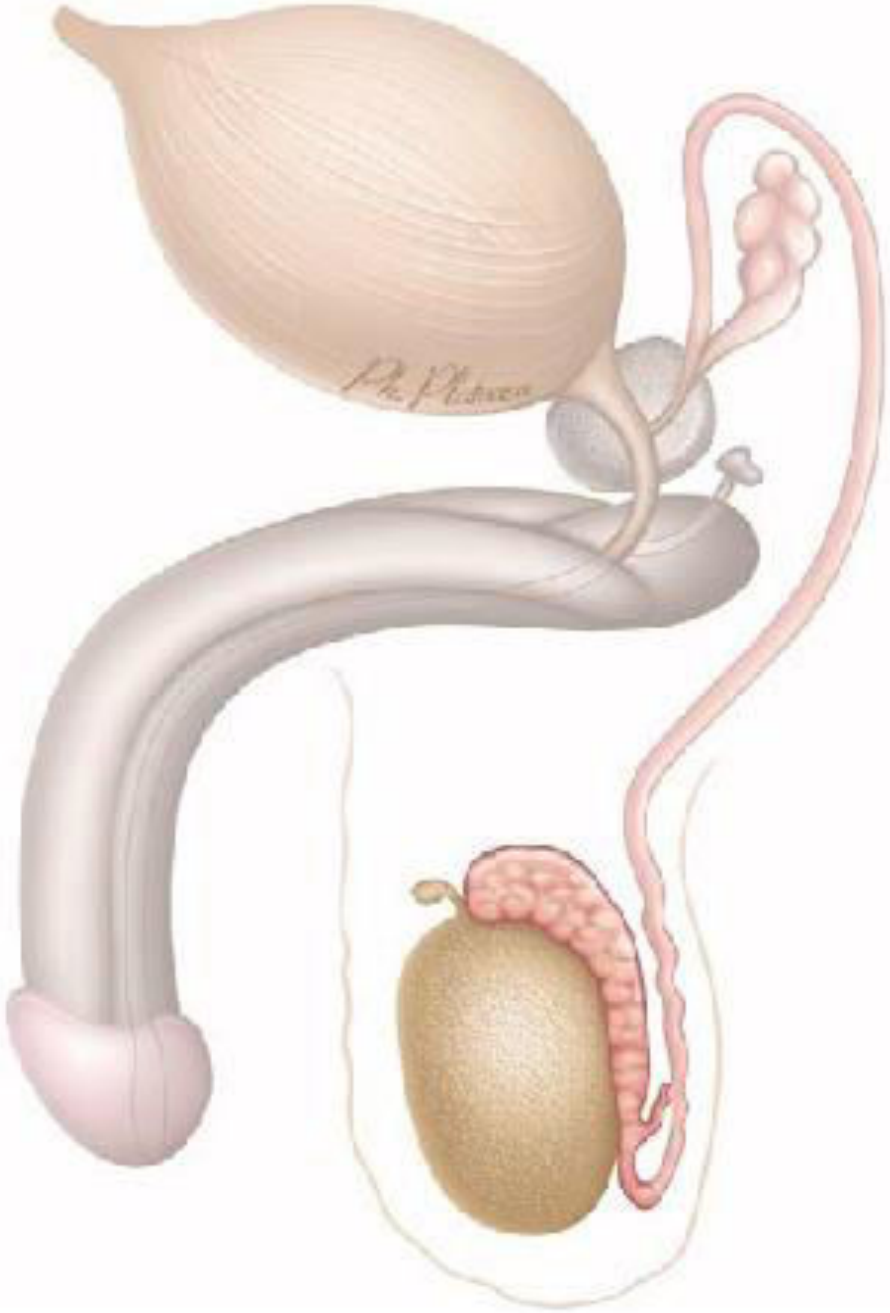
Le canal déférent

Le canal éjaculateur

L'urètre

Les vésicules séminales

La prostate



Le transit des spermatozoïdes

Le long trajet

Le testicule

L'épididyme

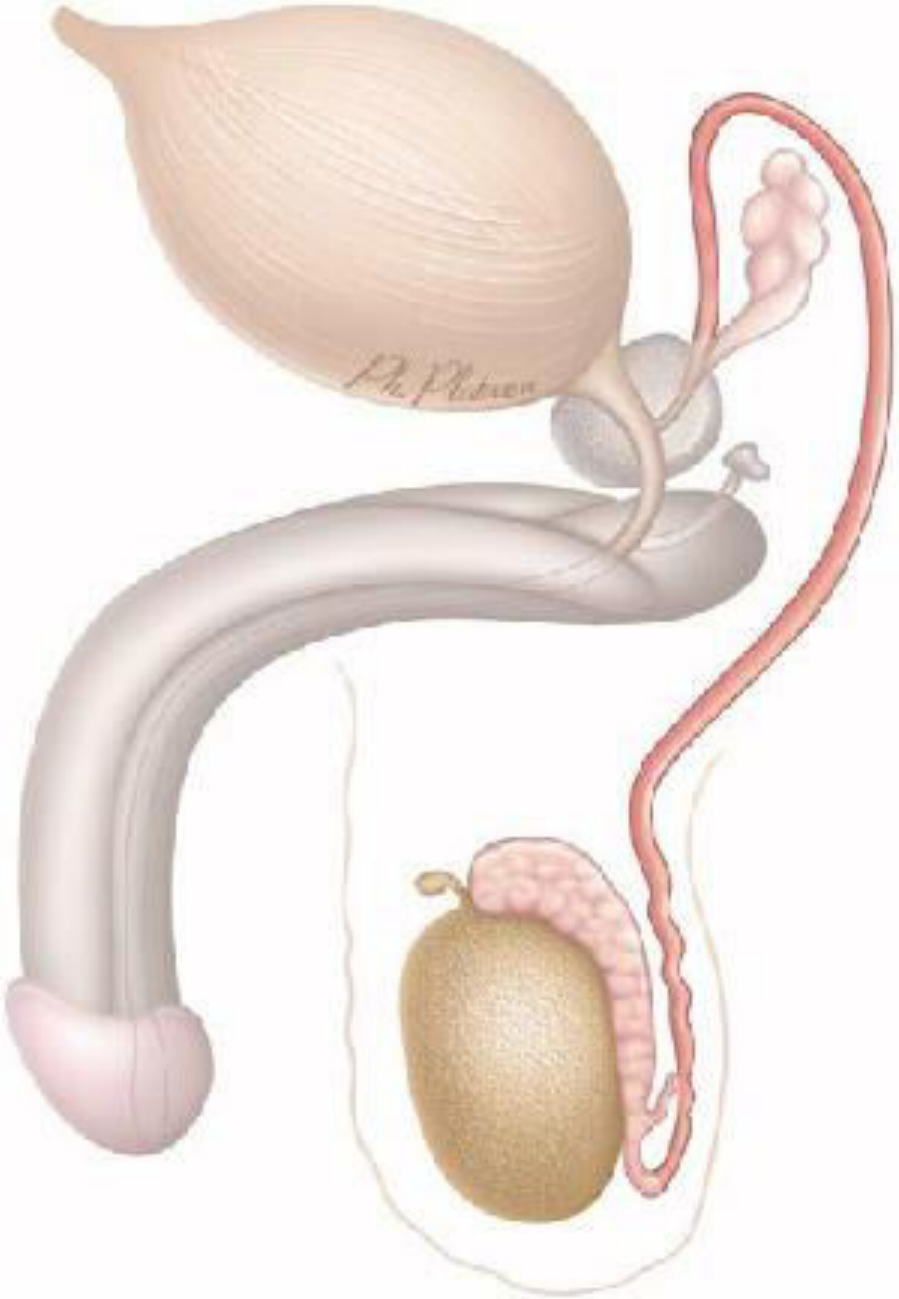
Le canal déférent

Le canal éjaculateur

L'urètre

Les vésicules séminales

La prostate



Le transit des spermatozoïdes

Le long trajet

Le testicule

L'épididyme

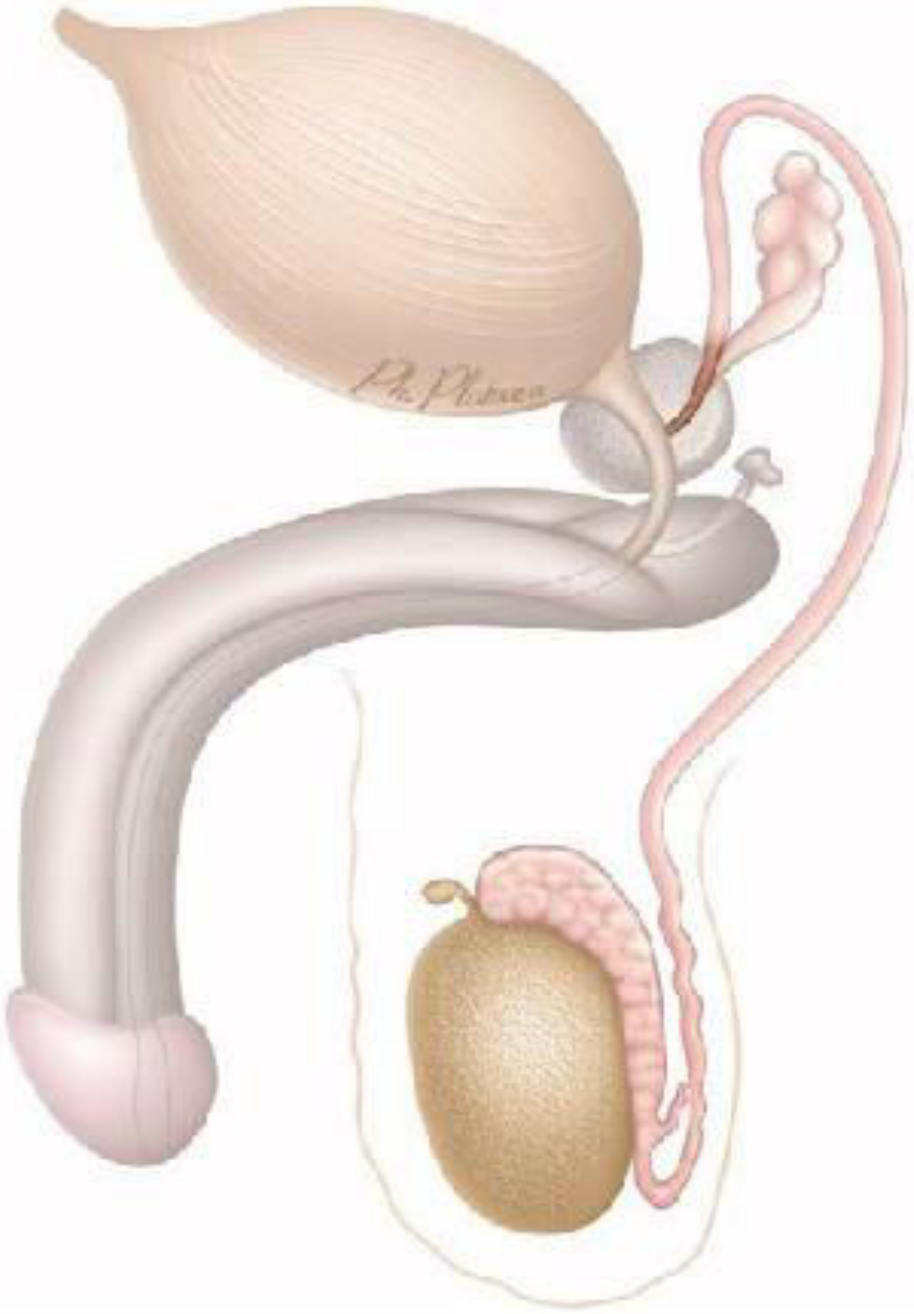
Le canal déférent

Le canal éjaculateur

L'urètre

Les vésicules séminales

La prostate



Le transit des spermatozoïdes

Le long trajet

Le testicule

L'épididyme

Le canal déférent

Le canal éjaculateur

L'urètre

Les vésicules séminales

La prostate

Le transit des spermatozoïdes

Le long trajet

Le testicule

L'épididyme

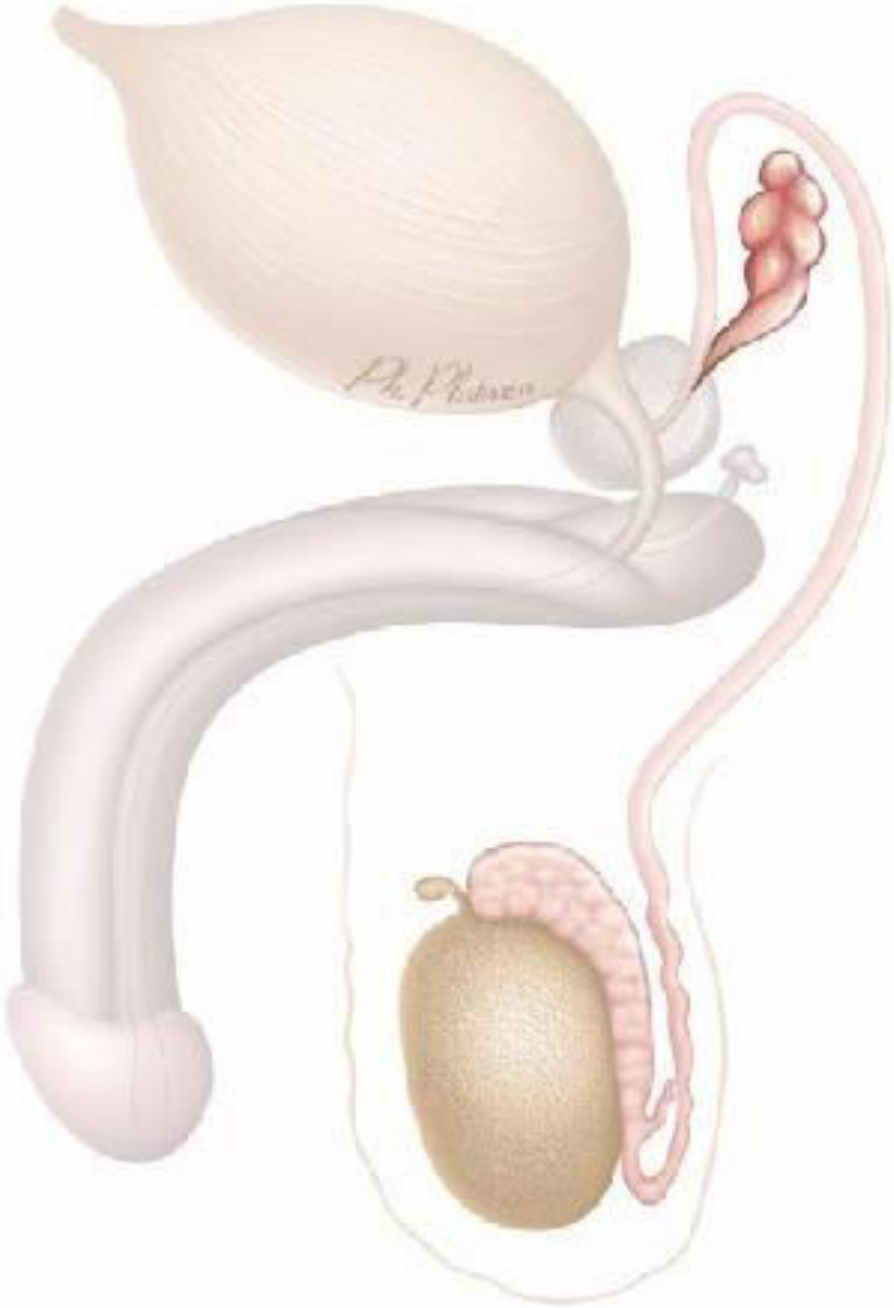
Le canal déférent

Le canal éjaculateur

L'urètre

Les vésicules séminales

La prostate



Le transit des spermatozoïdes

Le long trajet

Le testicule

L'épididyme

Le canal déférent

Le canal éjaculateur

L'urètre

Les vésicules séminales

La prostate

Le transit des spermatozoïdes

Le long trajet

Le testicule

L'épididyme

Le canal déférent

Le canal éjaculateur

L'urètre

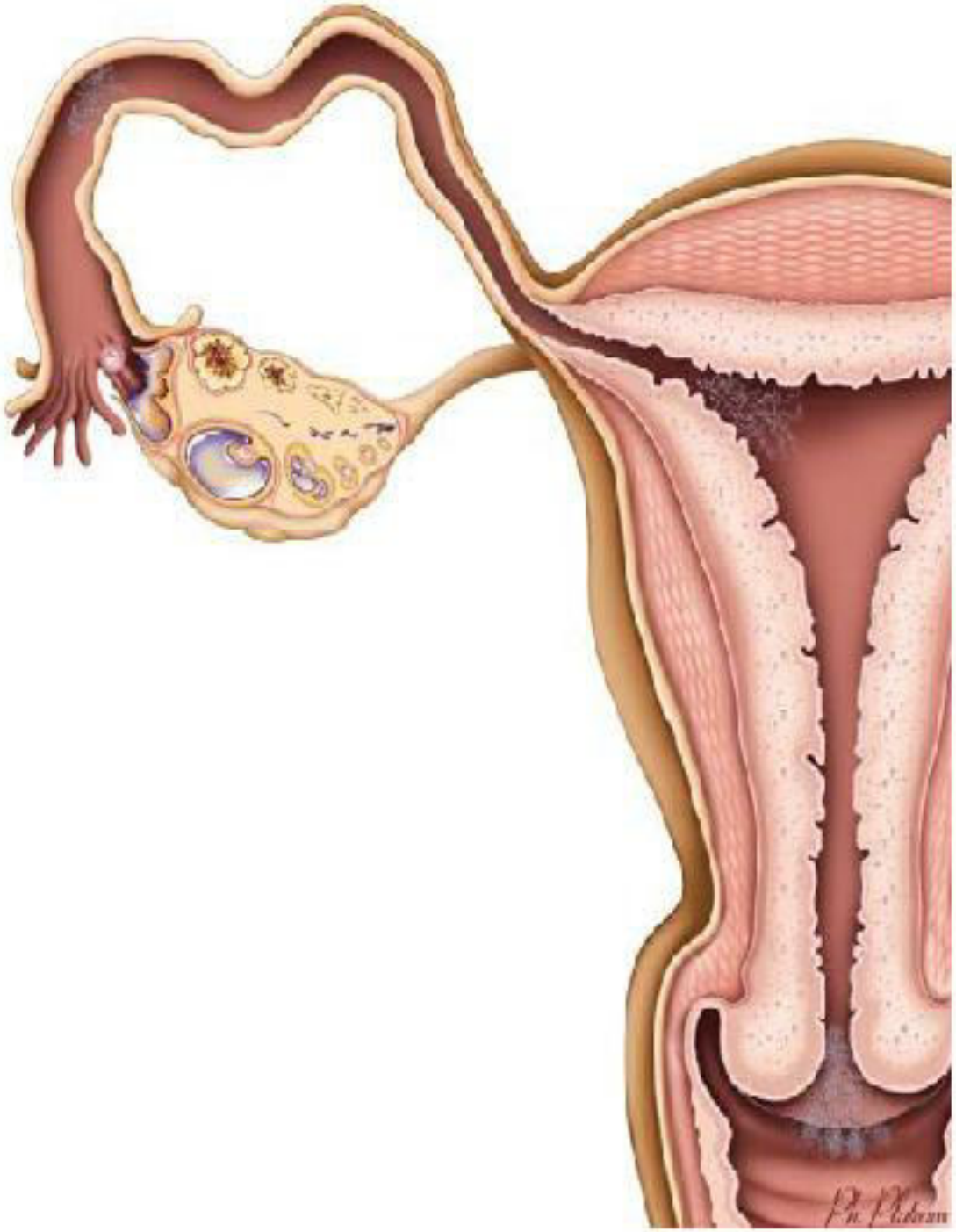
Les vésicules séminales

La prostate

2 . 2 - Chez la femme

Au niveau du col : quelques jours avant l'ovulation, les glandes cervicales (de l'endocol) sécrètent une glaire cervicale muqueuse. Cette glaire protège les spermatozoïdes situés à l'orifice externe du col de l'acidité vaginale et facilite la migration des spermatozoïdes qui se déplacent du fait de leur mobilité propre (flagelle). La migration sera d'autant facilitée que la glaire aura une viscosité faible (richesse en eau) et un pH alcalin.

Dans la cavité utérine, les spermatozoïdes qui ont franchi le canal cervical se déplacent (toujours du fait de leur mobilité propre) à la surface de l'endomètre dans le mucus sécrété par les glandes endométriales. C'est pendant ce transit utérin que les spermatozoïdes acquièrent leur propriété fécondante (capacitation).



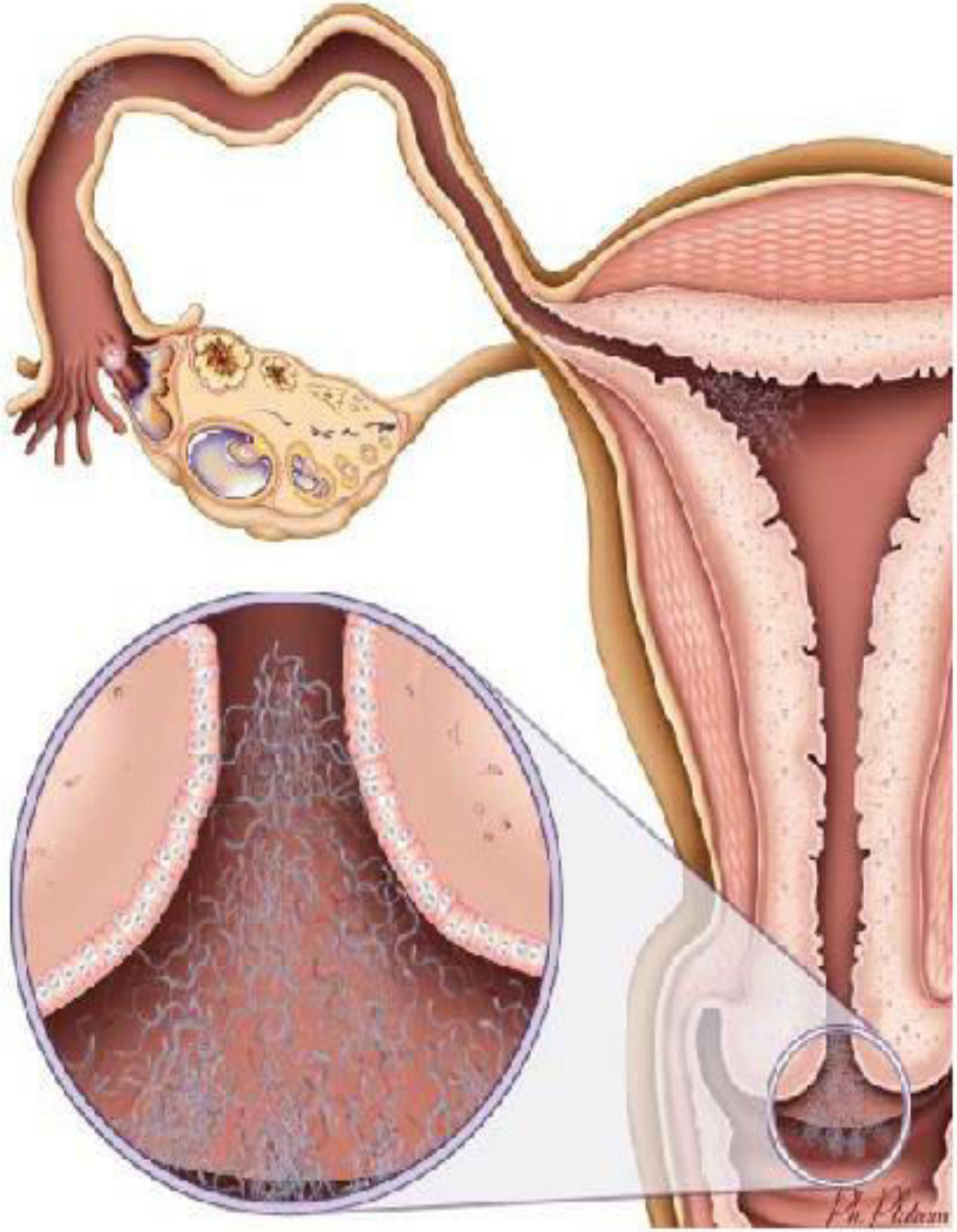
Le cheminement des spermatozoïdes

Au niveau du col

Dans la cavité utérine

La région du 1/3 externe de la trompe

En résumé



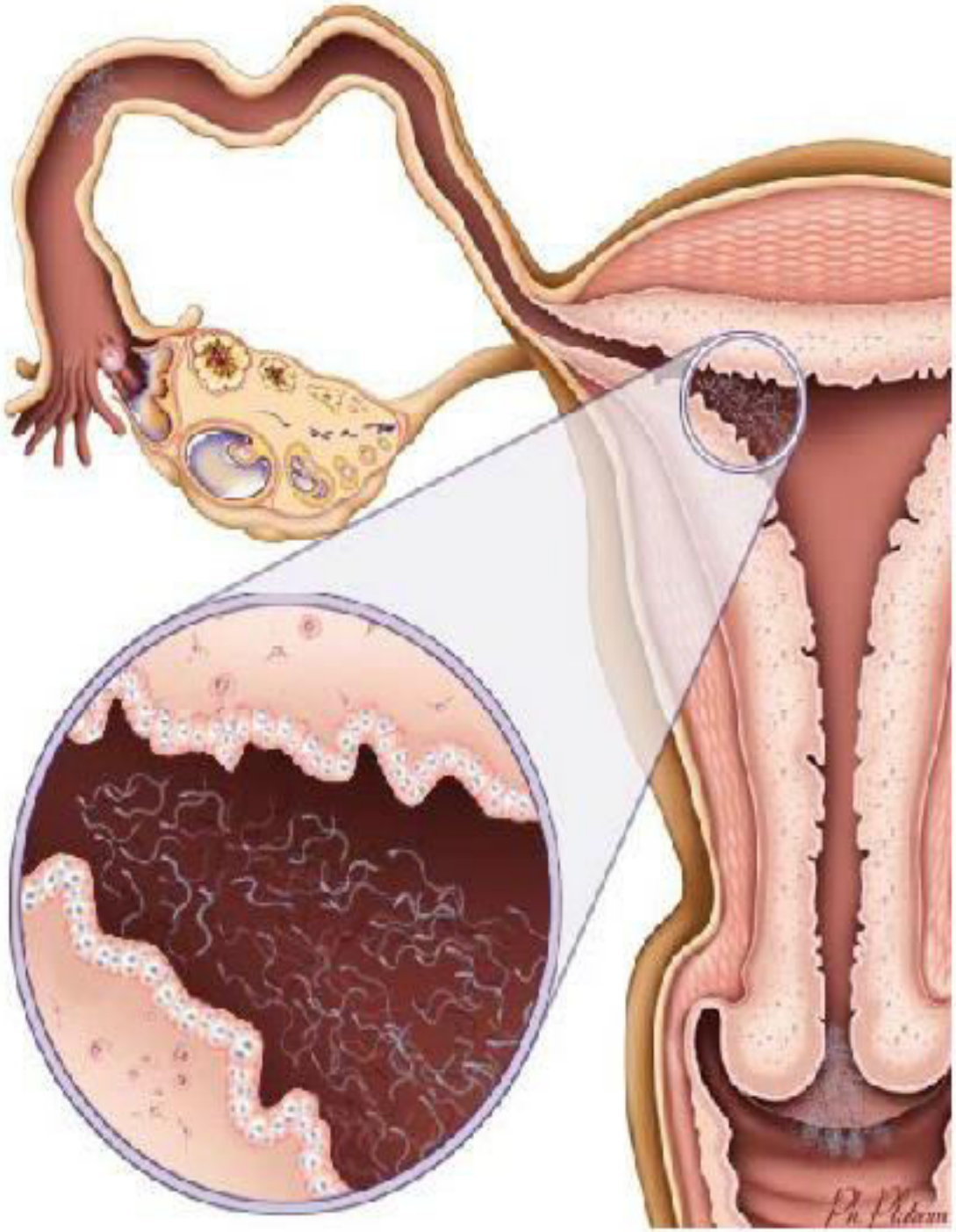
Le cheminement des spermatozoïdes

Au niveau du col

Dans la cavité utérine

La région du 1/3 externe de la trompe

En résumé



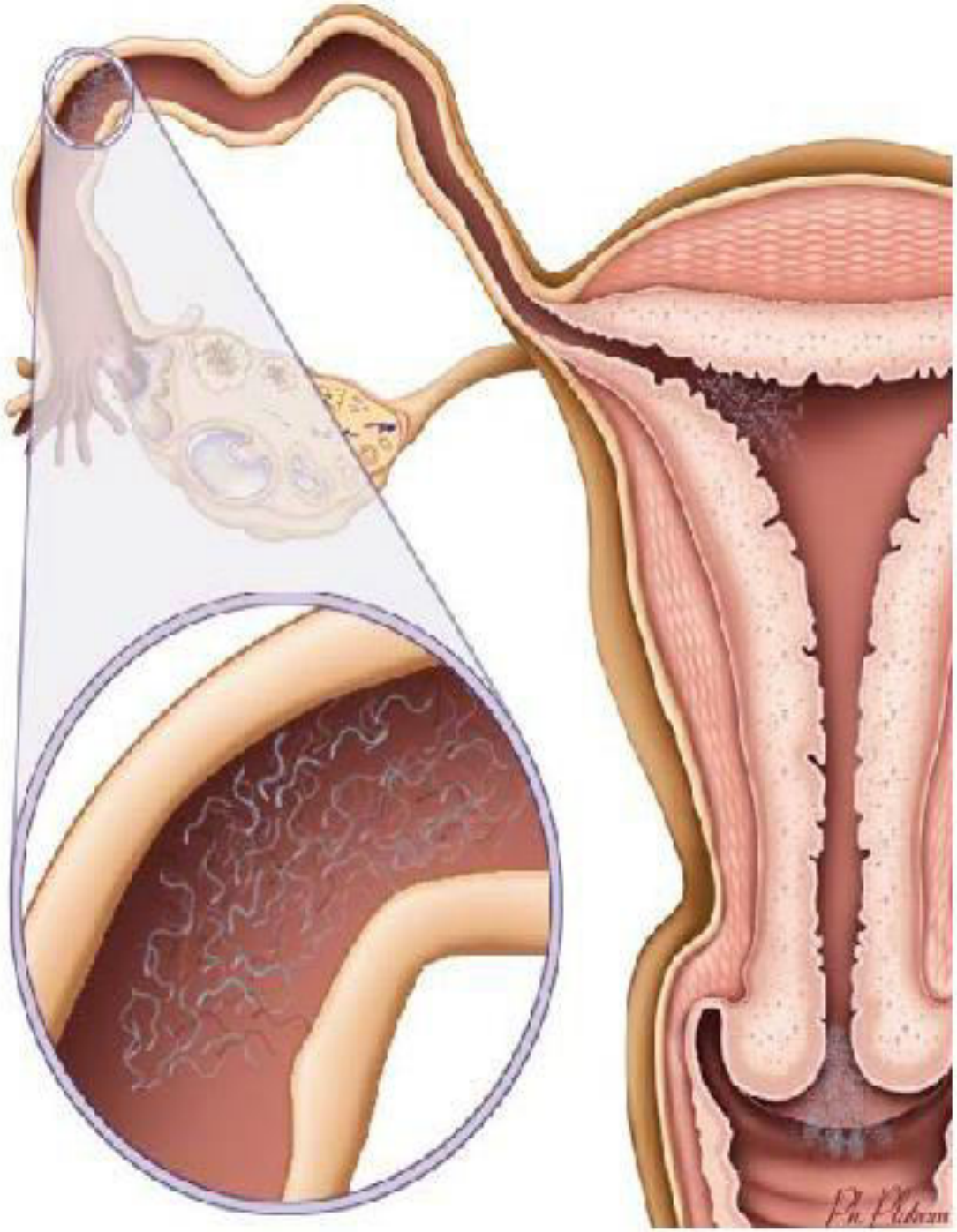
Le cheminement des spermatozoïdes

Au niveau du col

Dans la cavité utérine

La région du 1/3 externe de la trompe

En résumé



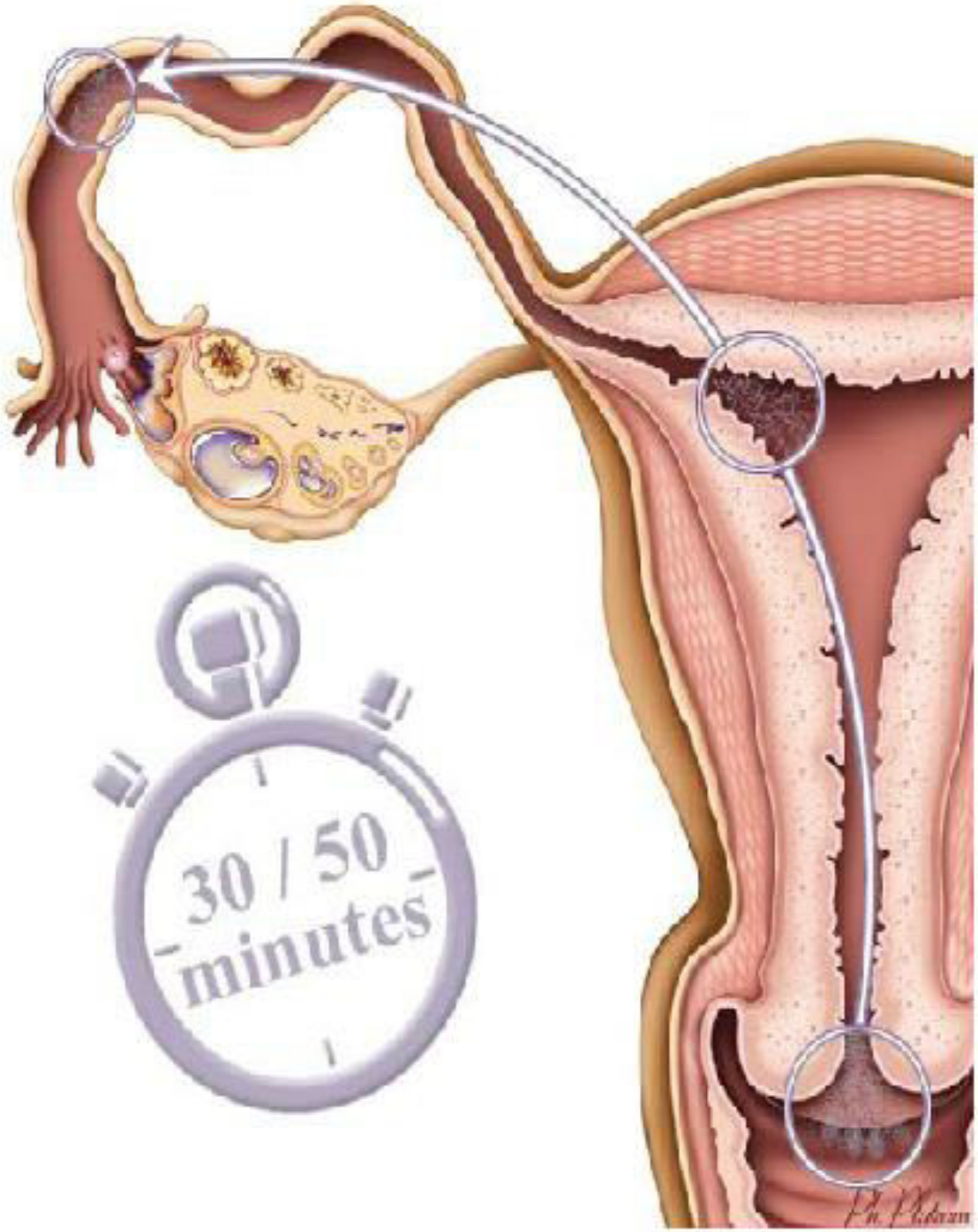
Le cheminement des spermatozoïdes

Au niveau du col

Dans la cavité utérine

La région du 1/3 externe de la trompe

En résumé



Le cheminement des spermatozoïdes

Au niveau du col

Dans la cavité utérine

La région du 1/3 externe de la trompe

En résumé

Une partie d’entre eux (quelques milliers) atteignent l’orifice interne des trompes où ils remontent à contre courant car la sécrétion des trompes, activée par les mouvements des cils de certaines cellules de l'épithélium, a tendance à descendre dans la cavité utérine. Certains atteindront ainsi la région du 1/3 externe de la trompe située du même côté que celui de l’ovaire où s’est produit l’ovulation… c'est là qu'ils pourront rencontrer l'ovule capté par le pavillon.

En résumé, 30 à 50 minutes après l'éjaculation quelques milliers de spermatozoïdes vont atteindre le 1/3 externe de la trompe et avoir une chance d'entrer en contact avec l'ovule.

3 - 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/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

La rencontre des gamètes

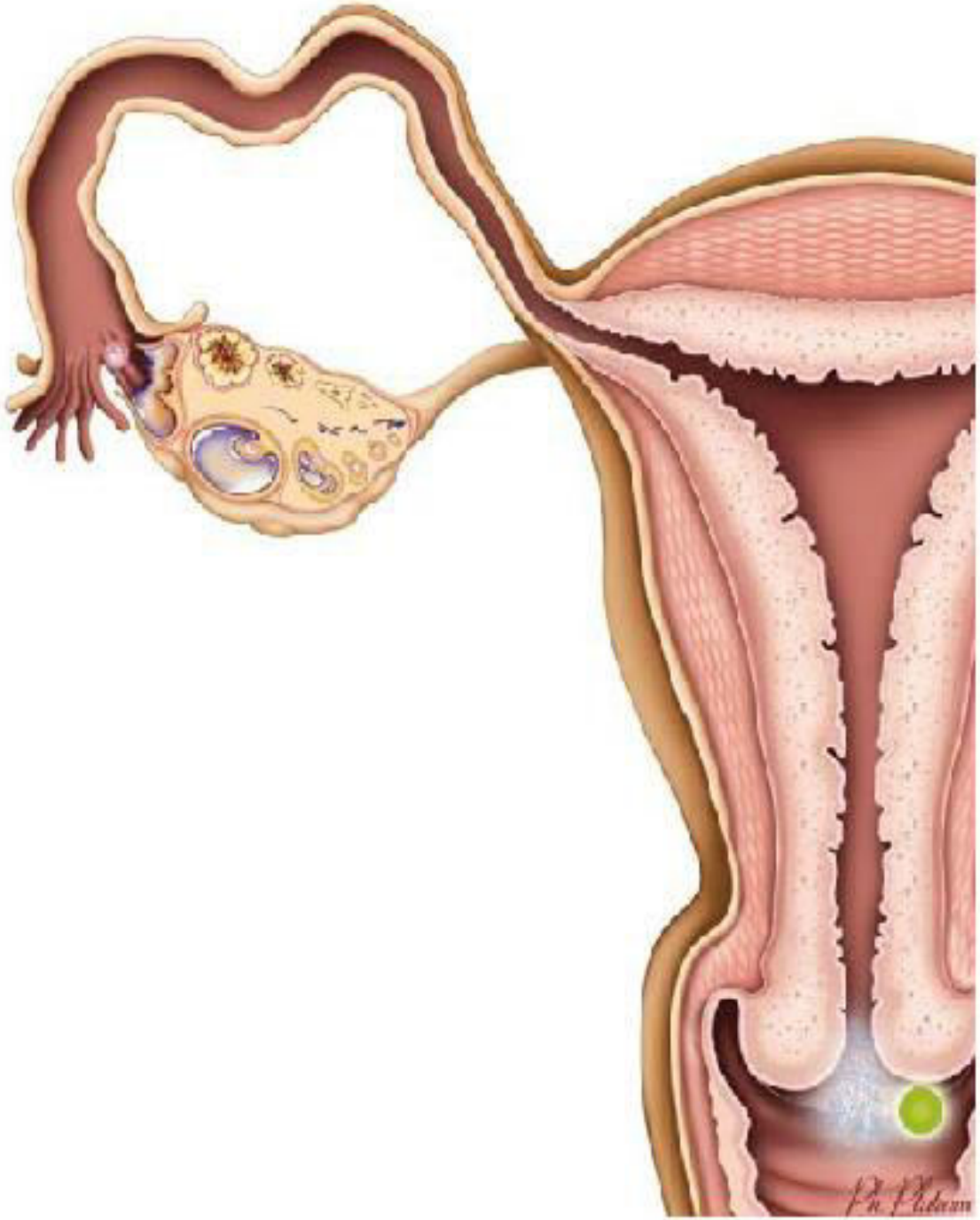
L'éjaculation

La glaire cervicale

Le délai entre rapport et ovulation

La réalité de l'ovulation

La perméabilité des trompes



La rencontre des gamètes

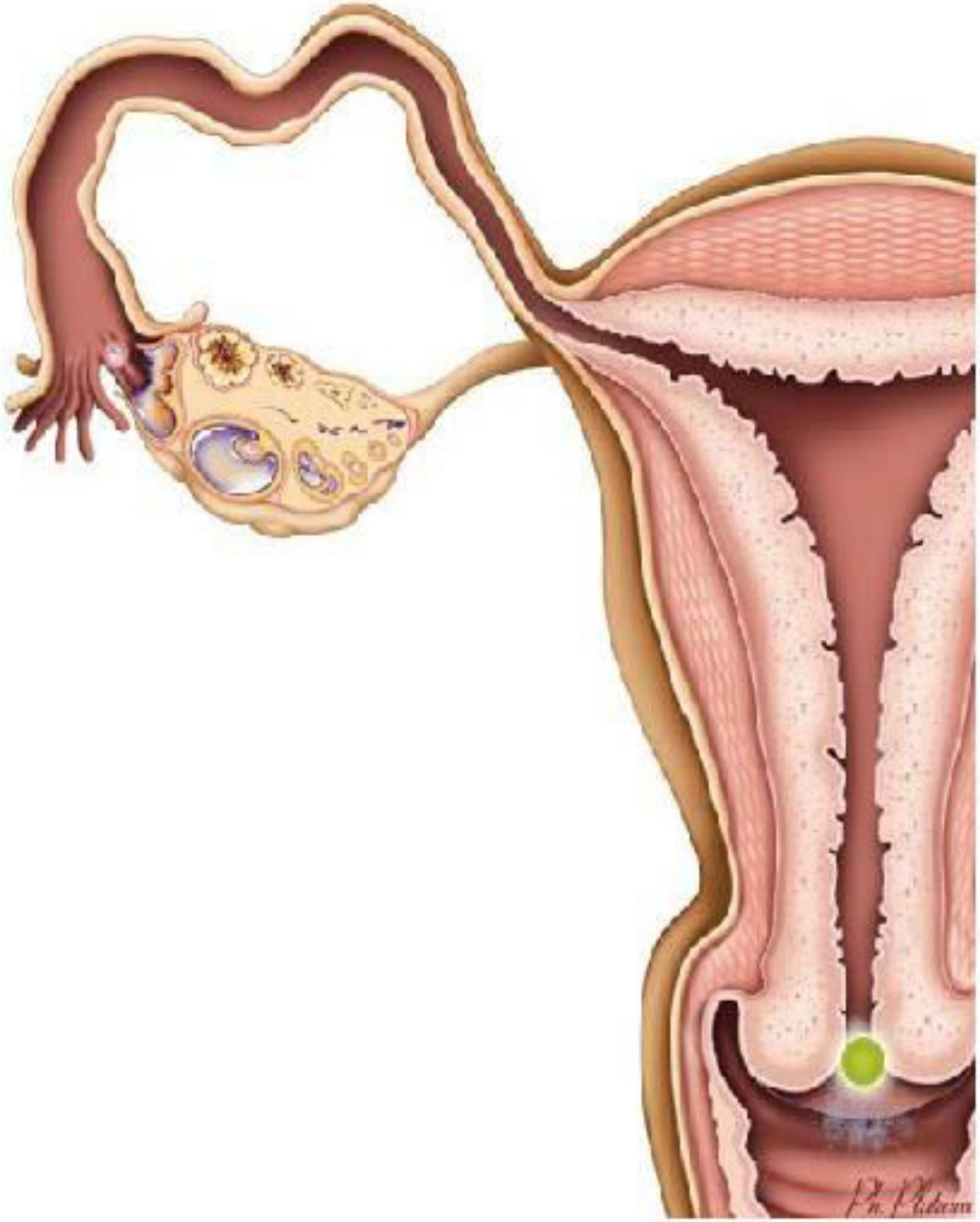
L'éjaculation

La glaire cervicale

Le délai entre rapport et ovulation

La réalité de l'ovulation

La perméabilité des trompes



La rencontre des gamètes

L'éjaculation

La glaire cervicale

Le délai entre rapport et ovulation

La réalité de l'ovulation

La perméabilité des trompes

La rencontre des gamètes

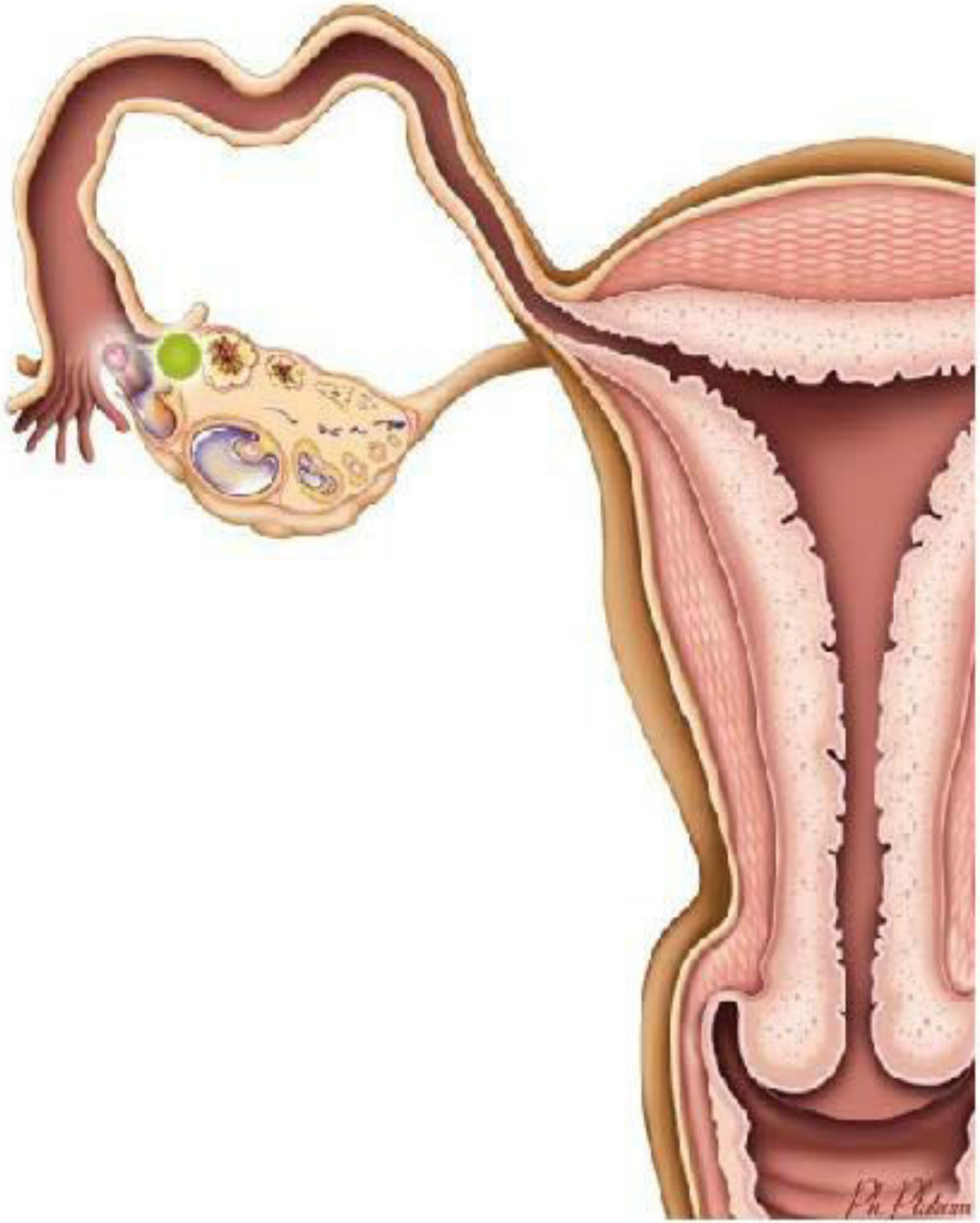
L'éjaculation

La glaire cervicale

Le délai entre rapport et ovulation

La réalité de l'ovulation

La perméabilité des trompes



La rencontre des gamètes

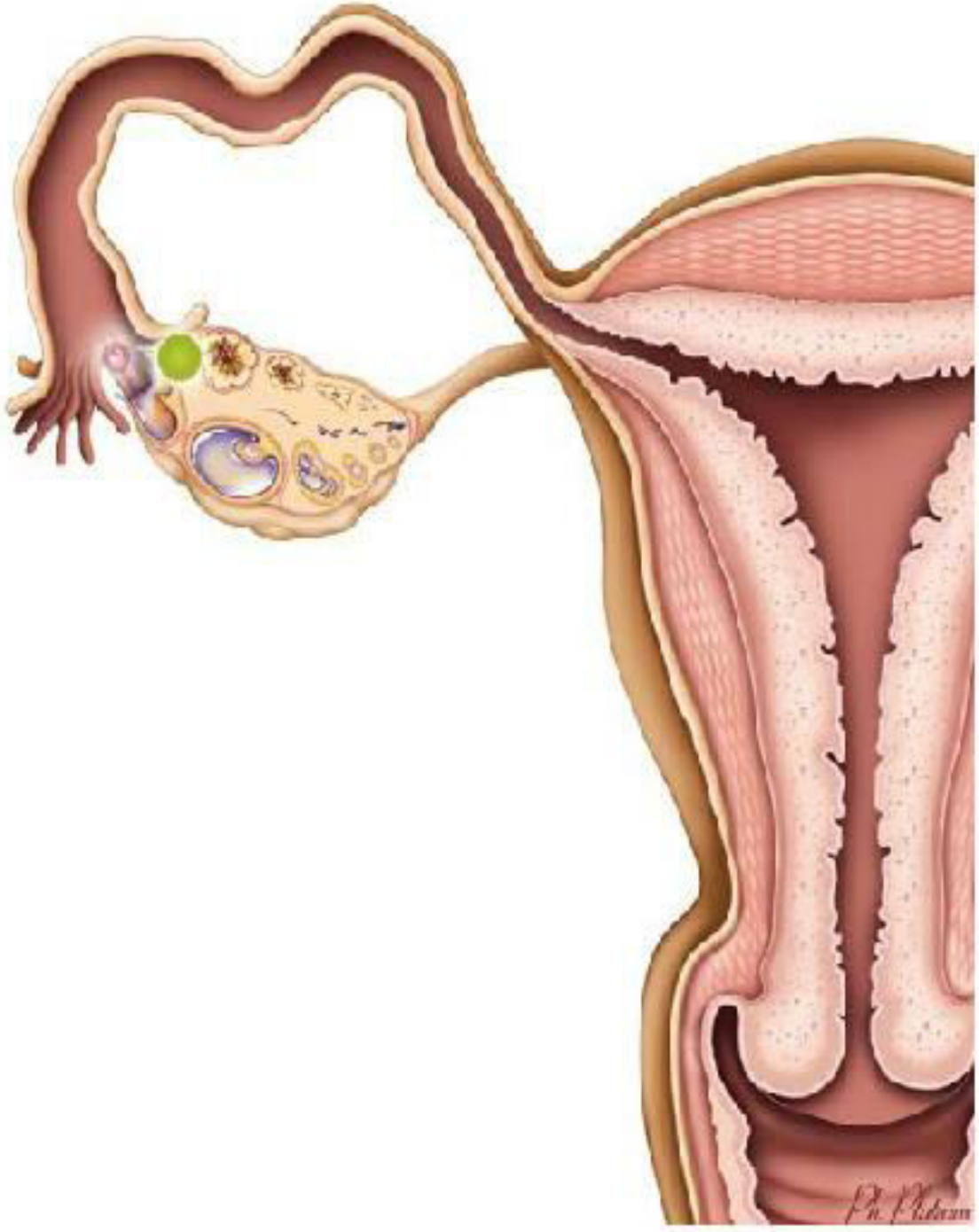
L'éjaculation

La glaire cervicale

Le délai entre rapport et ovulation

La réalité de l'ovulation

La perméabilité des trompes



La rencontre des gamètes

L'éjaculation

La glaire cervicale

Le délai entre rapport et ovulation

La réalité de l'ovulation

La perméabilité des trompes

4 - LA RENCONTRE DES GAMÈTES

4 . 1 - Les protagonistes

L'ovule

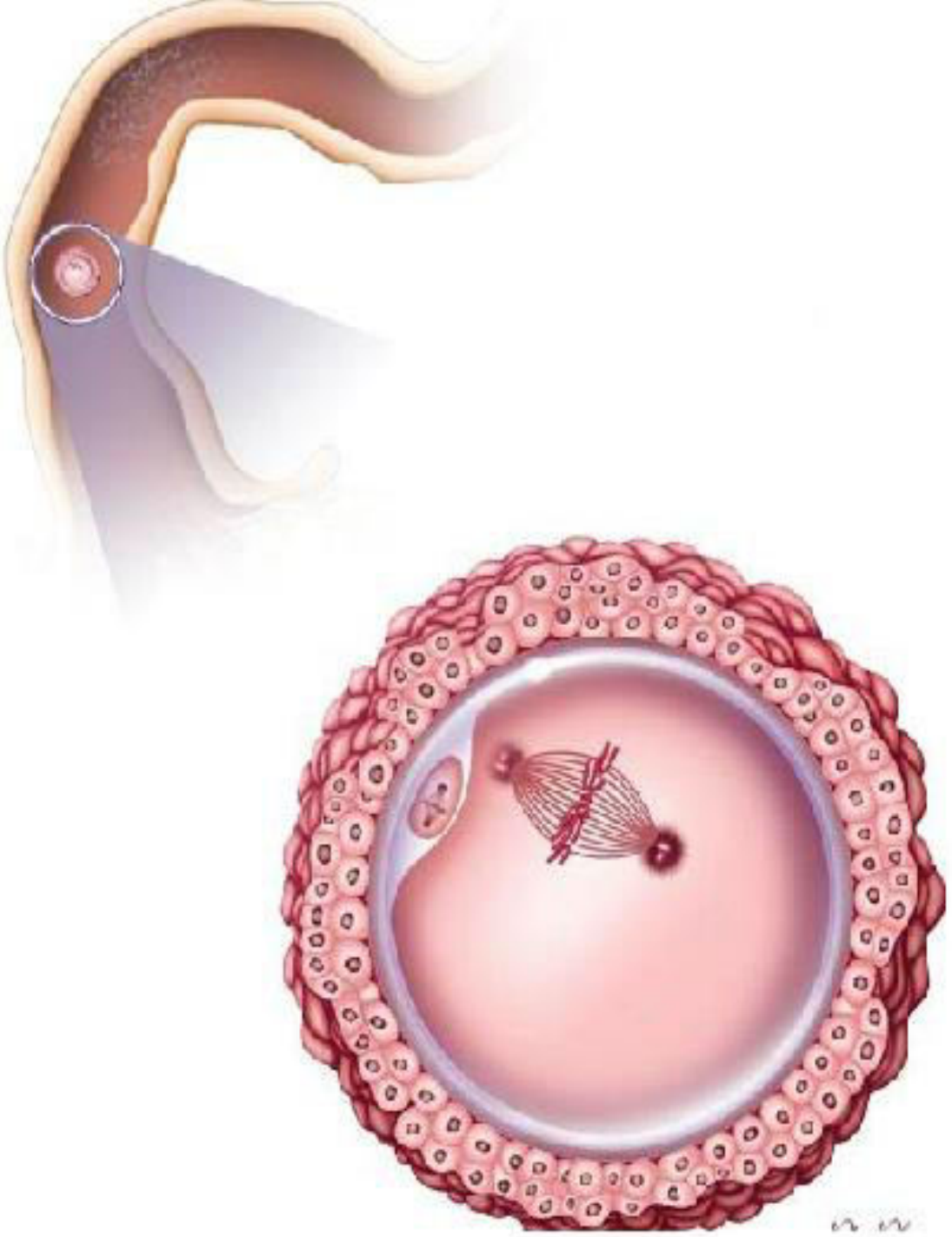
L'ovule, au moment de la ponte ovulaire, est consitué par :

a) **le gamète femelle** proprement dit au stade d'ovocyte de 2ème ordre, cellule volumineuse (100 à 150 µ de diamètre) avec sa membrane propre, haploïde (bloquée en métaphase de la 2ème division de la méiose).

b) **le 1er globule polaire**, petite cellule en voie de dégénérescence (également haploïde) résultant de la première division de la méiose.

c) **la zone pellucide**, de nature glyco protéique, sécrétion mixte de l'ovocyte lui-même et des cellules de la corona radiata

d) **la corona radiata**, couche de cellules folliculaires qui entoure l'ovocyte dans le follicule et a été expulsée avec lui lors de la ponte ovulaire.



L'ovule

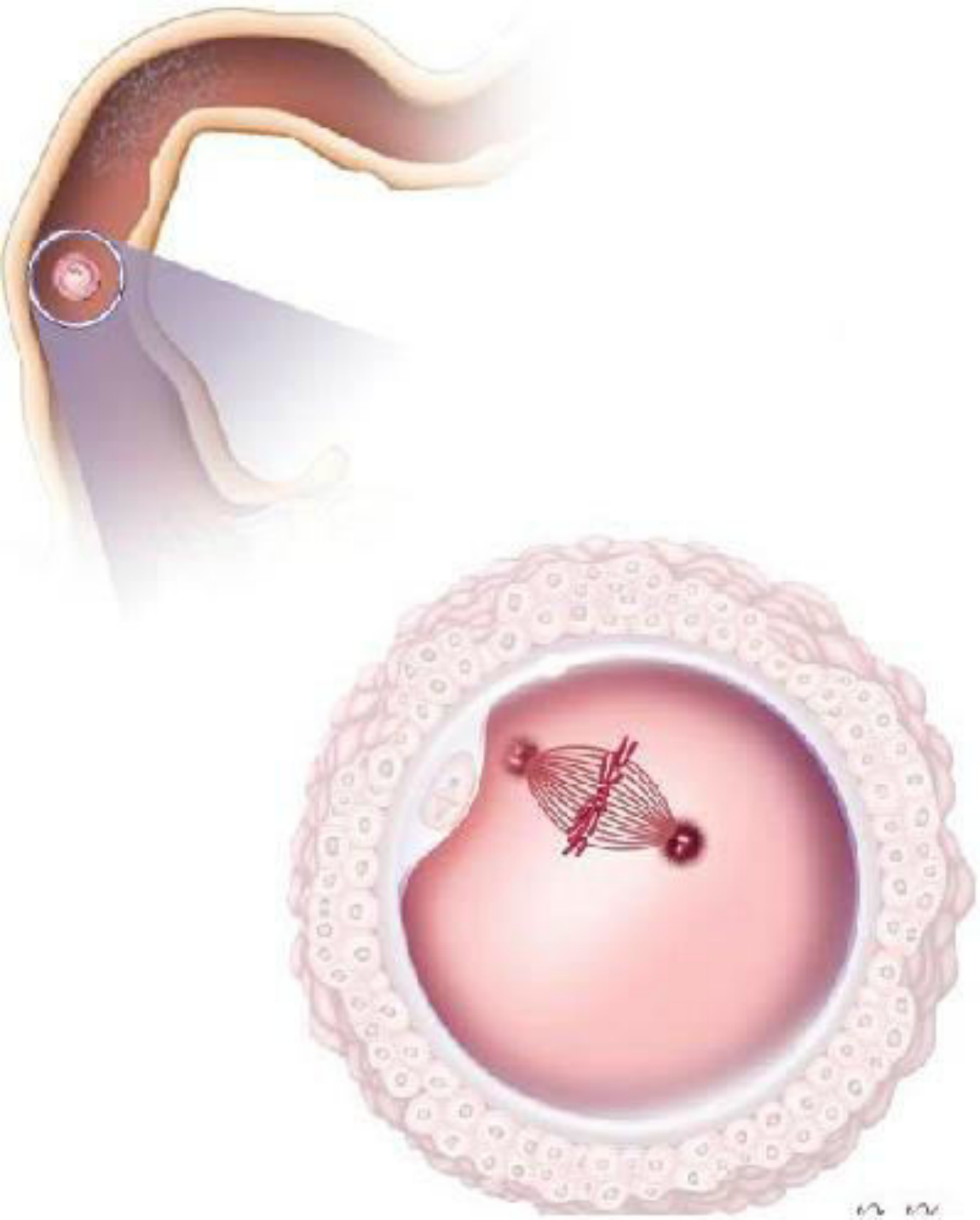
Le gamète femelle

Le 1er globule polaire

La zone pellucide

La corona radiata

Les spermatozoïdes



L'ovule

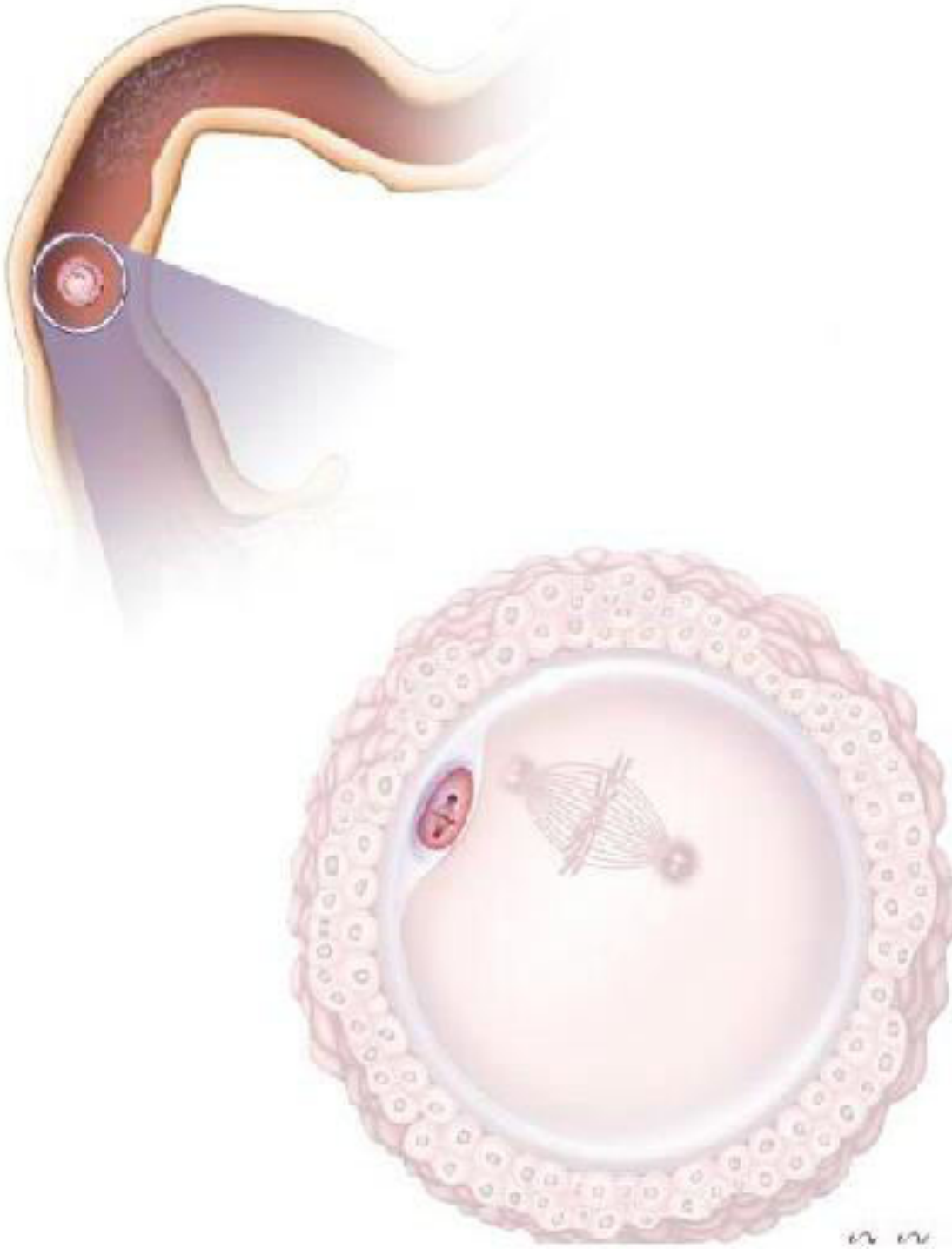
Le gamète femelle

Le 1er globule polaire

La zone pellucide

La corona radiata

Les spermatozoïdes



L'ovule

Le gamète femelle

Le 1er globule polaire

La zone pellucide

La corona radiata

Les spermatozoïdes

L'ovule

Le gamète femelle

Le 1er globule polaire

La zone pellucide

La corona radiata

Les spermatozoïdes

L'ovule

Le gamète femelle

Le 1er globule polaire

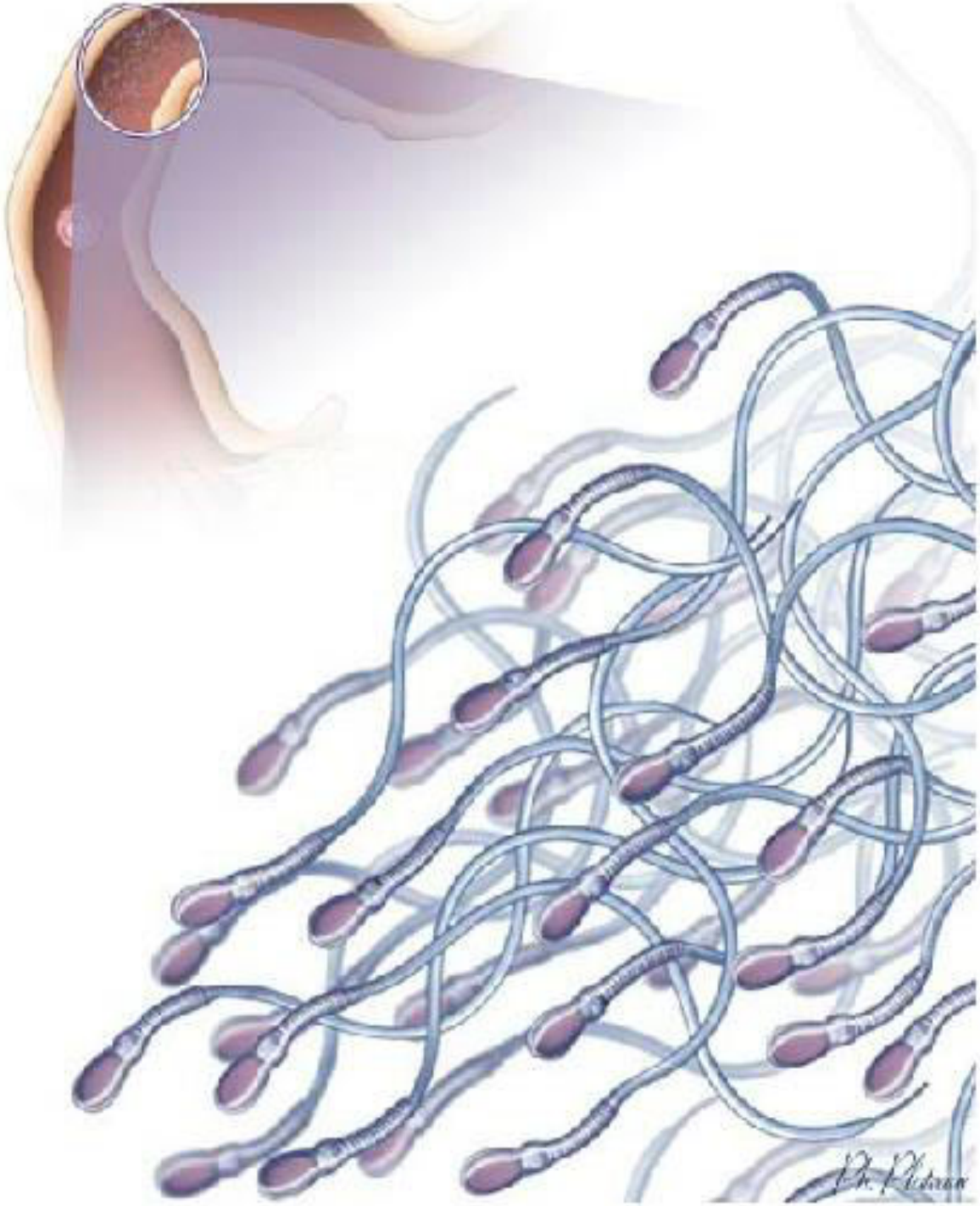
La zone pellucide

La corona radiata

Les spermatozoïdes

Les spermatozoïdes

Les spermatozoïdes (quelques centaines) qui arrivent au contact de ces enveloppes et vont tenter de pénétrer jusqu'à l'ovocyte. Ils s'accolent à la corona radiata par leur pôle acrosomial.



L'ovule

Le gamète femelle

Le 1er globule polaire

La zone pellucide

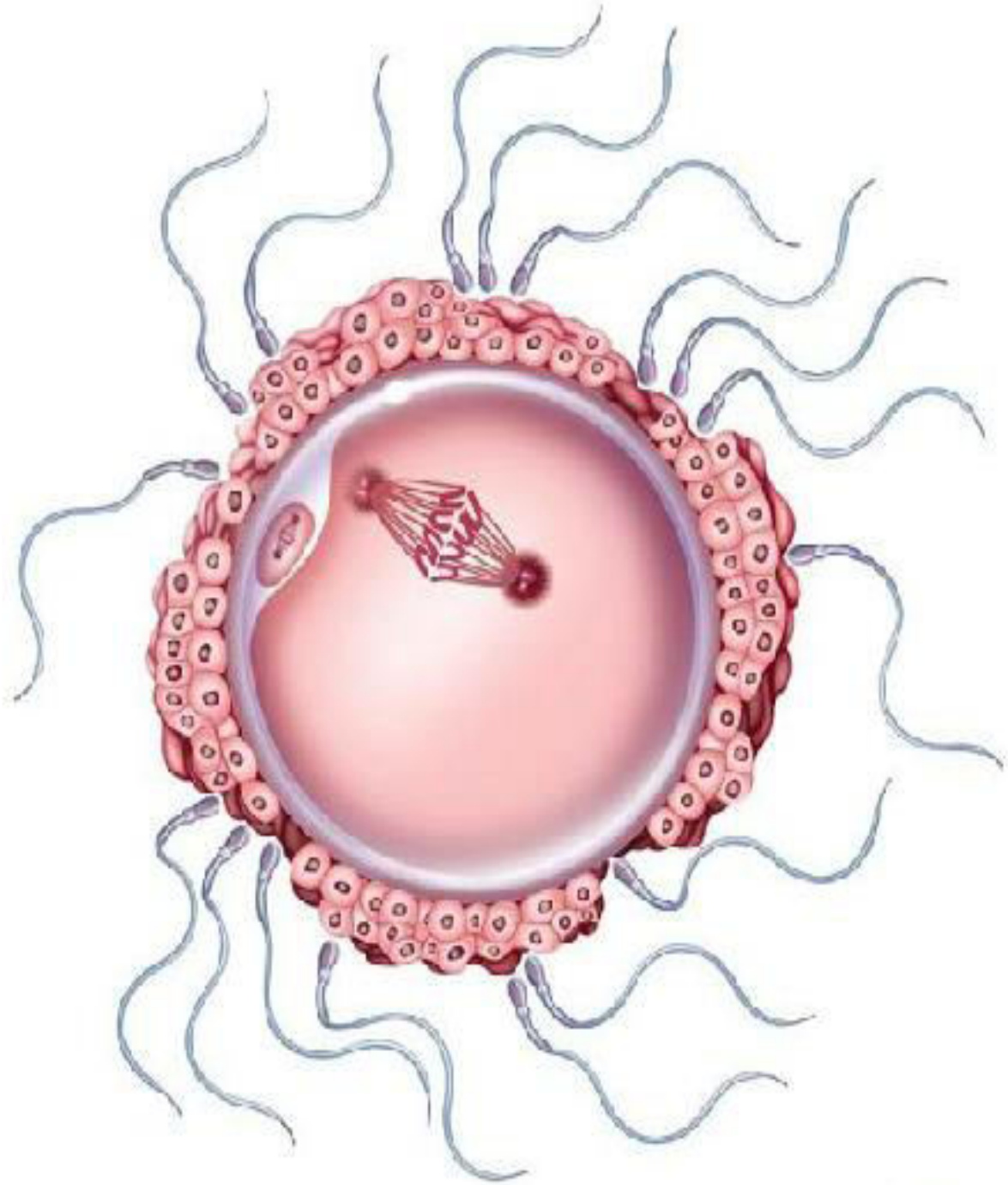
La corona radiata

Les spermatozoïdes

4 . 2 - La rencontre

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 spermatozoide d'une part et les glycoprotéines de la zone pellucide d'autre part

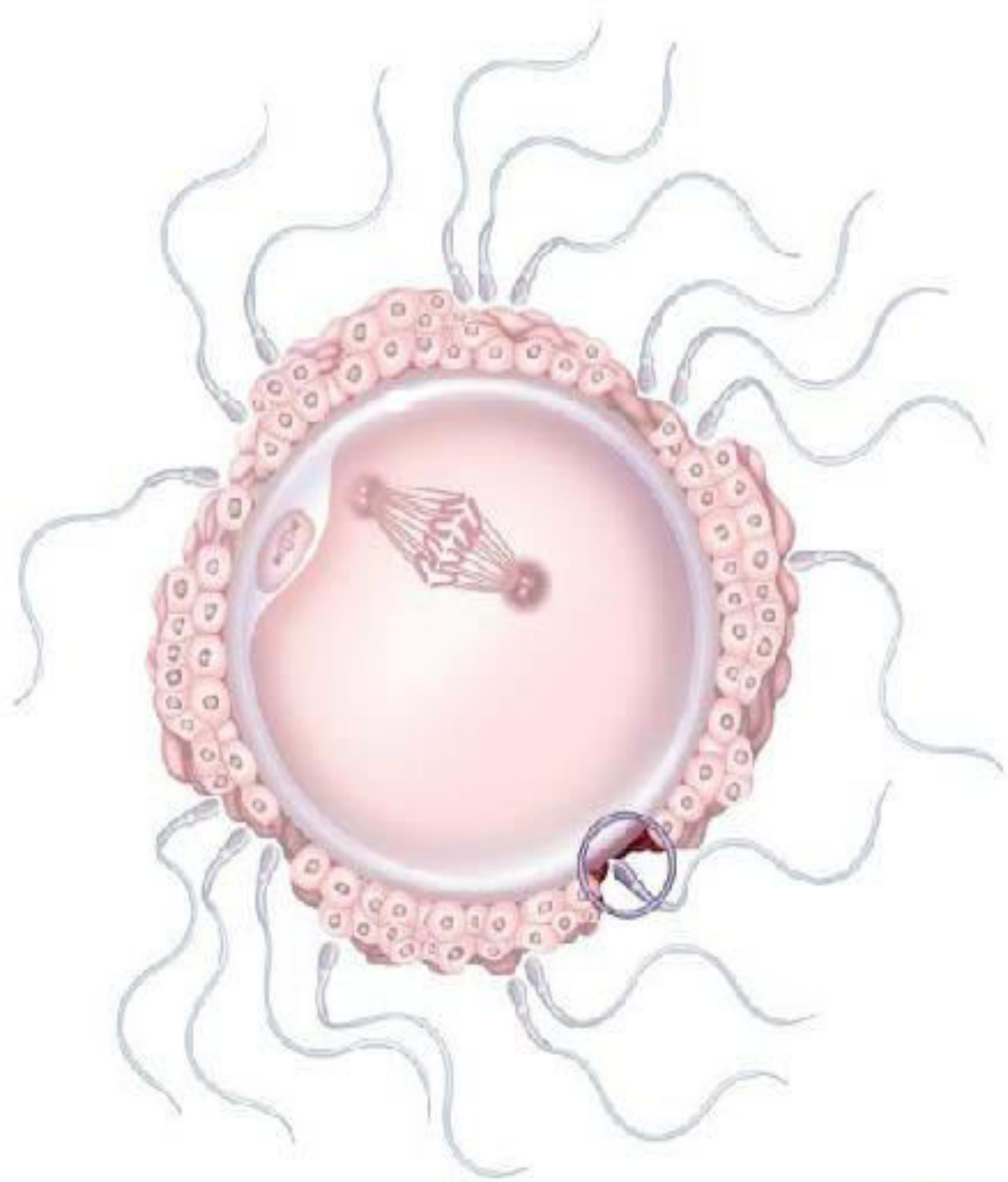


La dissociation des cellules de la corona radiata

Le contact

La dissolution de la zone pellucide

Le spermatozoïde pénètre dans l'ovocyte



La dissociation des cellules de la corona radiata

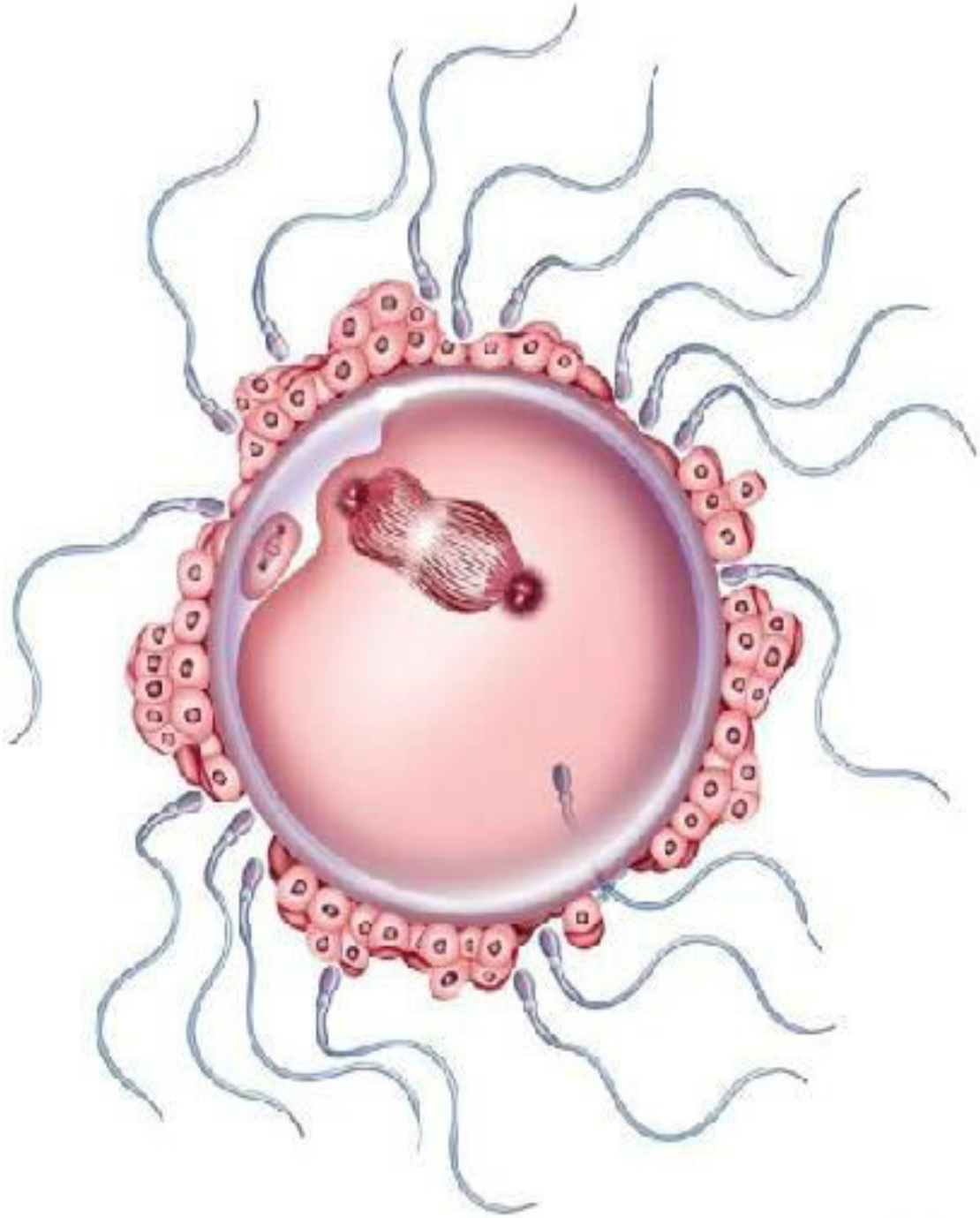
Le contact

La dissolution de la zone pellucide

Le spermatozoïde pénètre dans l'ovocyte

La **dissolution de la zone pellucid**e 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



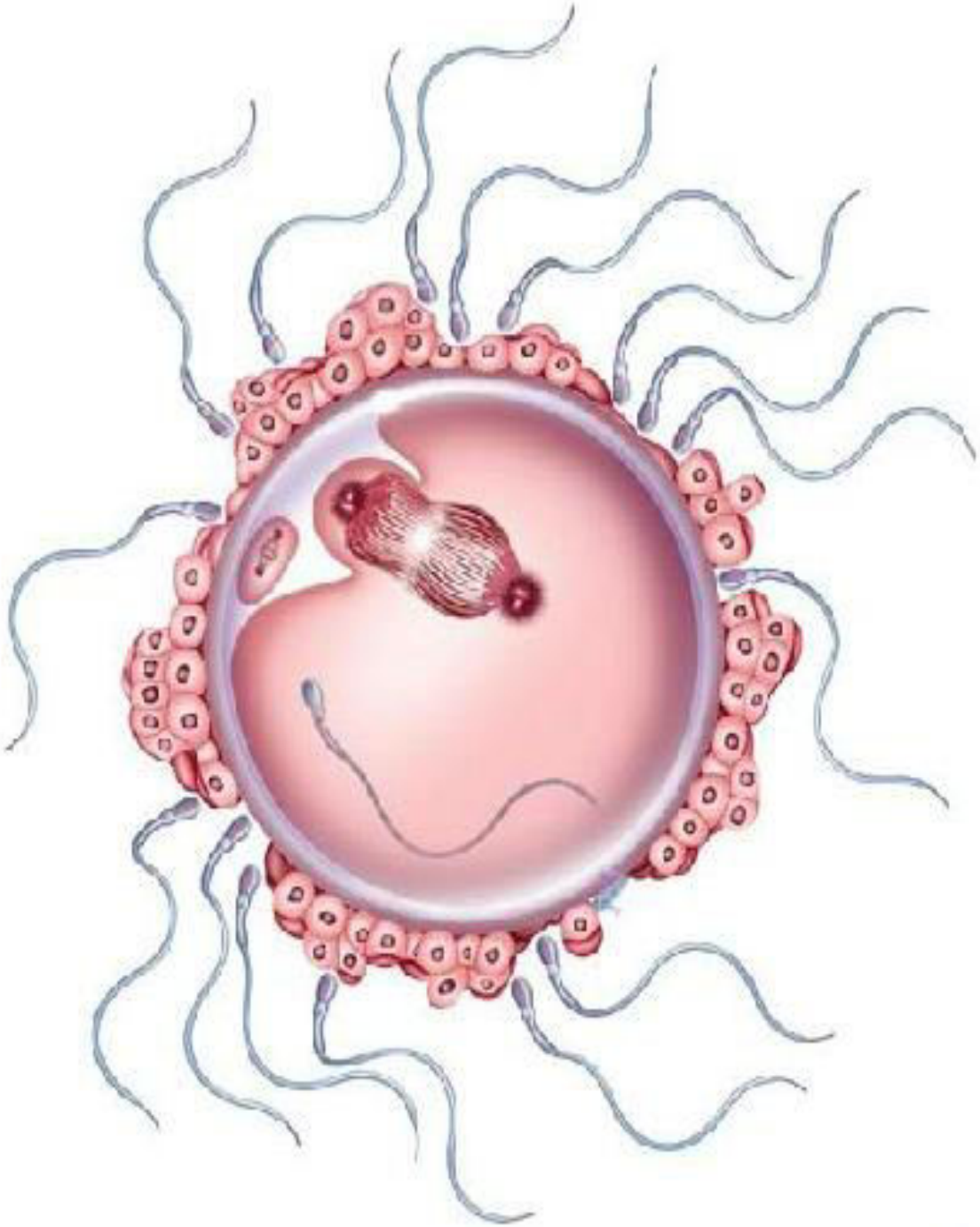
La dissociation des cellules de la corona radiata

Le contact

La dissolution de la zone pellucide

Le spermatozoïde pénètre dans l'ovocyte

Un **spermatozoïde pénètre** enfin dans l'ovocyte (monospermie physiologique). Les autres perdent alors contact avec la zone pellucide puis dégénéreront. 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



La dissociation des cellules de la corona radiata

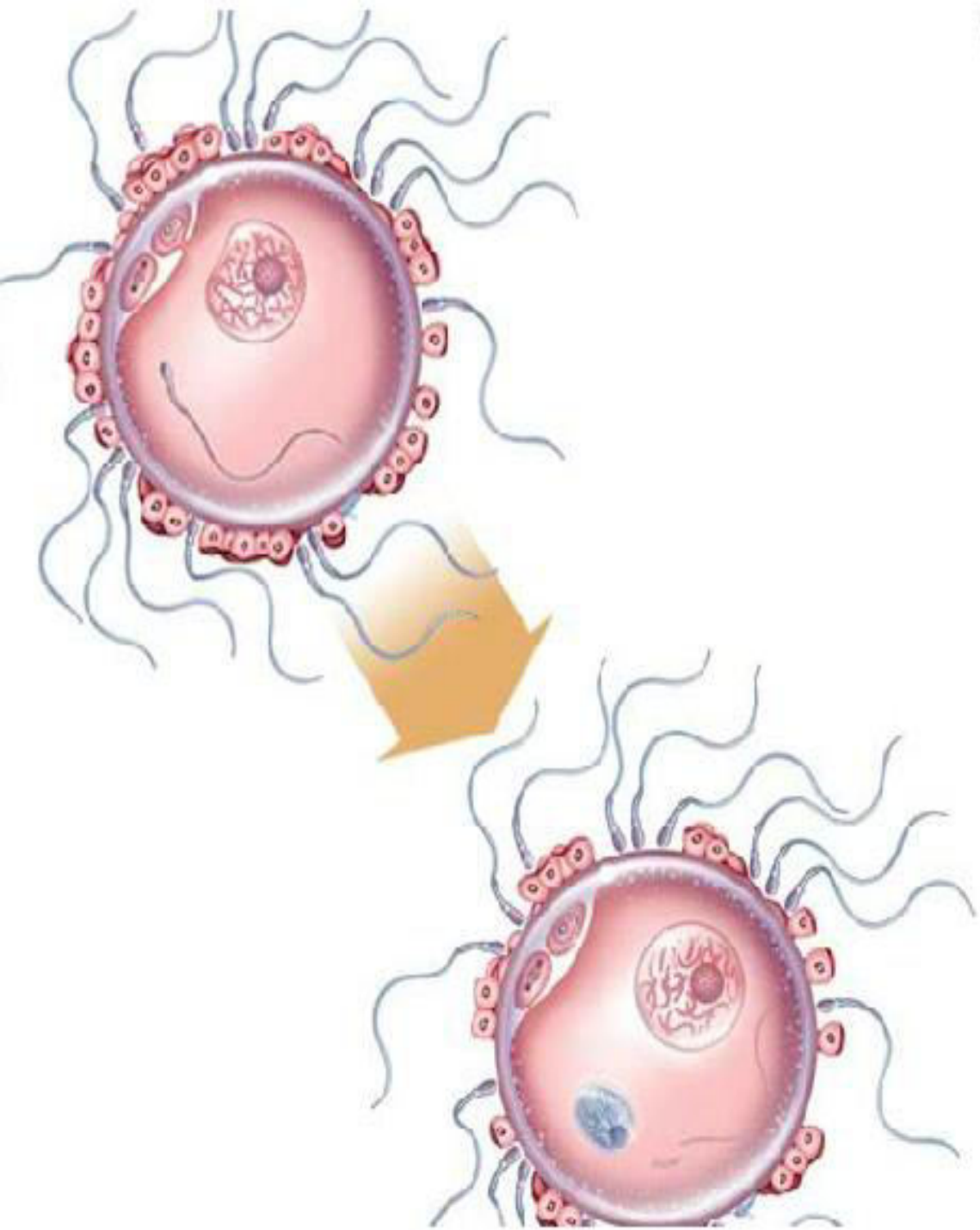
Le contact

La dissolution de la zone pellucide

Le spermatozoïde pénètre dans l'ovocyte

4 . 3 - 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



Les modifications de l'ovocyte

Les granules corticaux

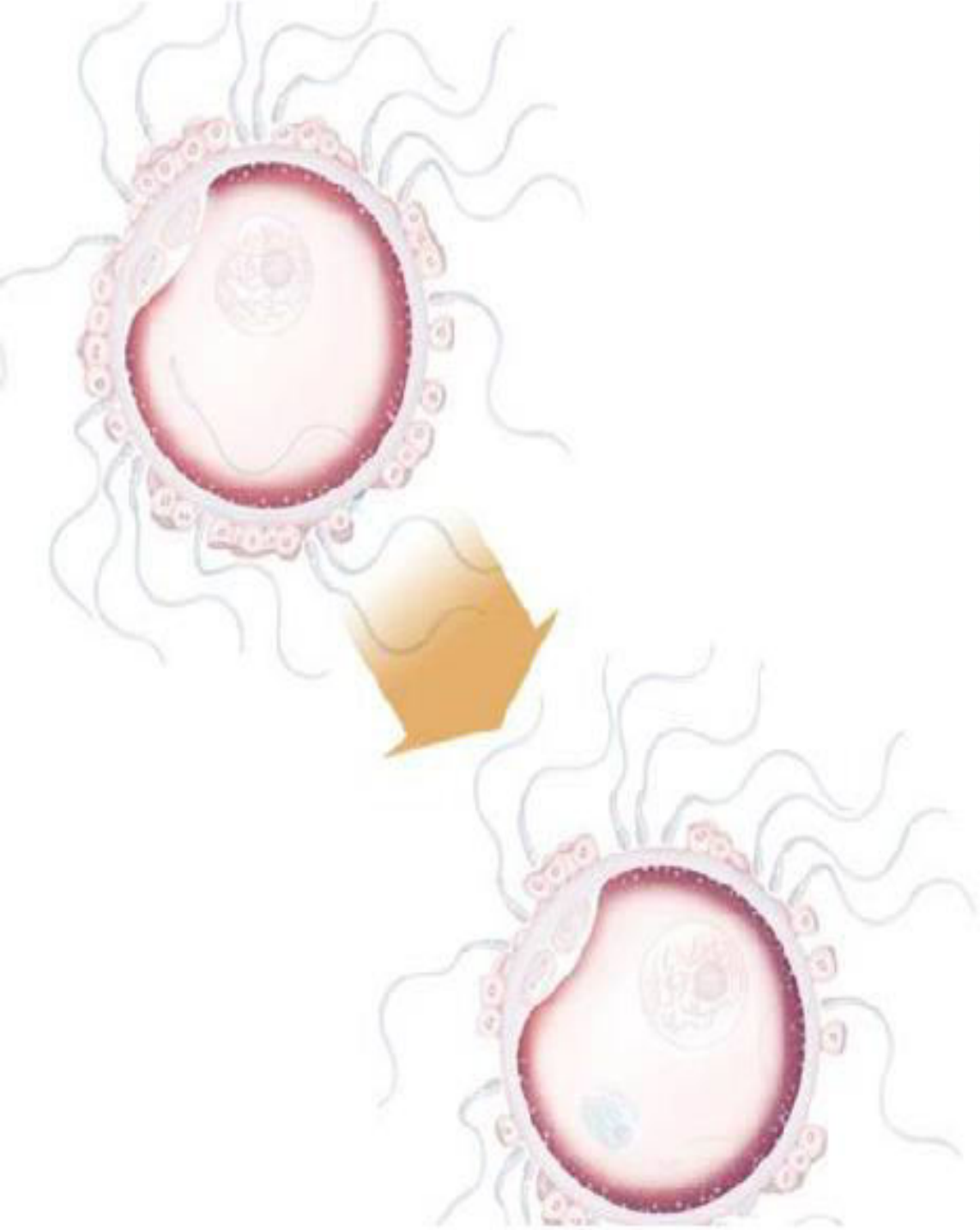
L' espace séparant l'ovocyte de la zone pellucide

L'expulsion du 2ème globulaire polaire

Les deux éléments nucléraires dans le cytoplasme de l'ovocyte

Le pronucleus femelle

Le pronucleus mâle



Les modifications de l'ovocyte

Les granules corticaux

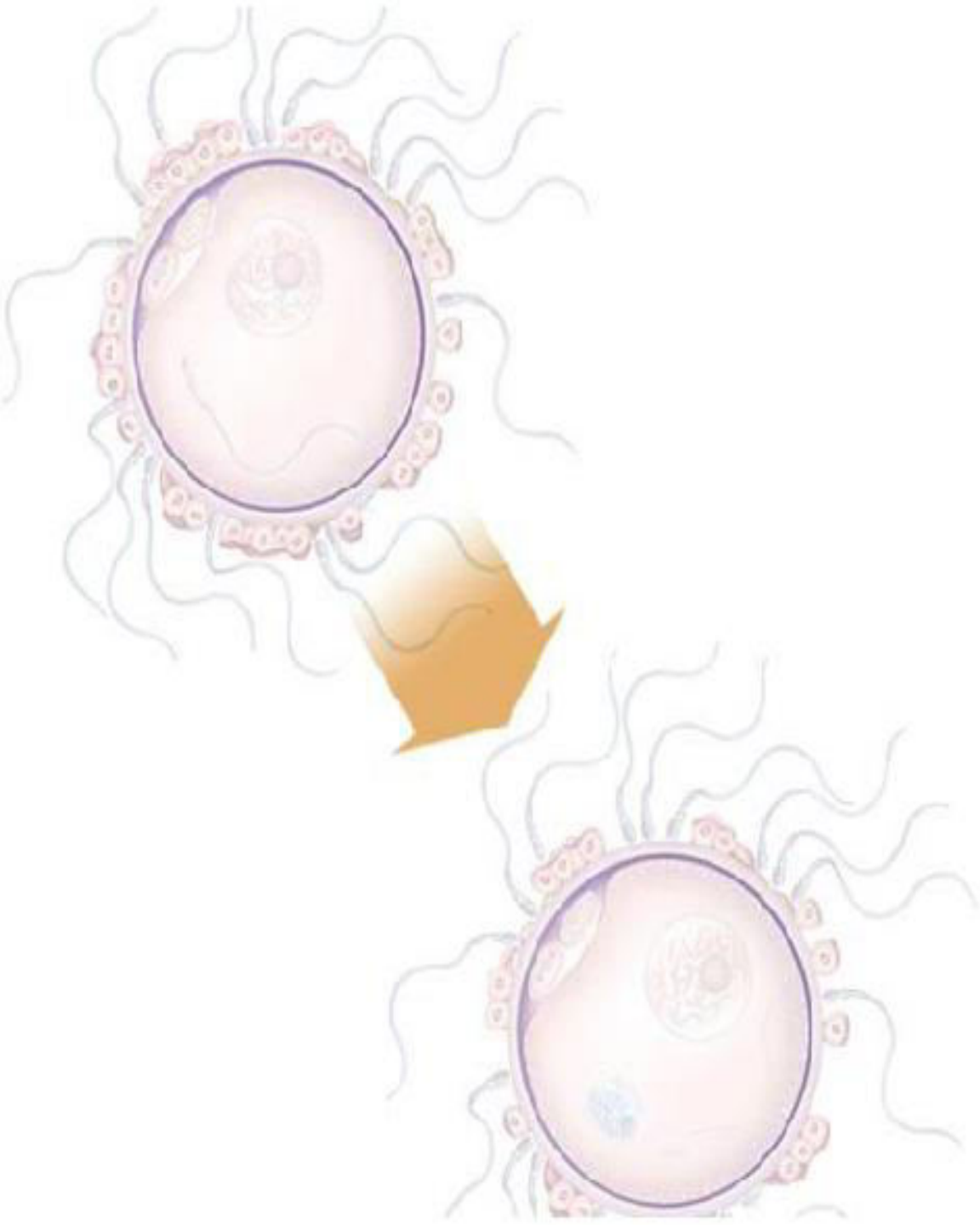
L' espace séparant l'ovocyte de la zone pellucide

L'expulsion du 2ème globulaire polaire

Les deux éléments nucléraires dans le cytoplasme de l'ovocyte

Le pronucleus femelle

Le pronucleus mâle



Les modifications de l'ovocyte

Les granules corticaux

L' espace séparant l'ovocyte de la zone pellucide

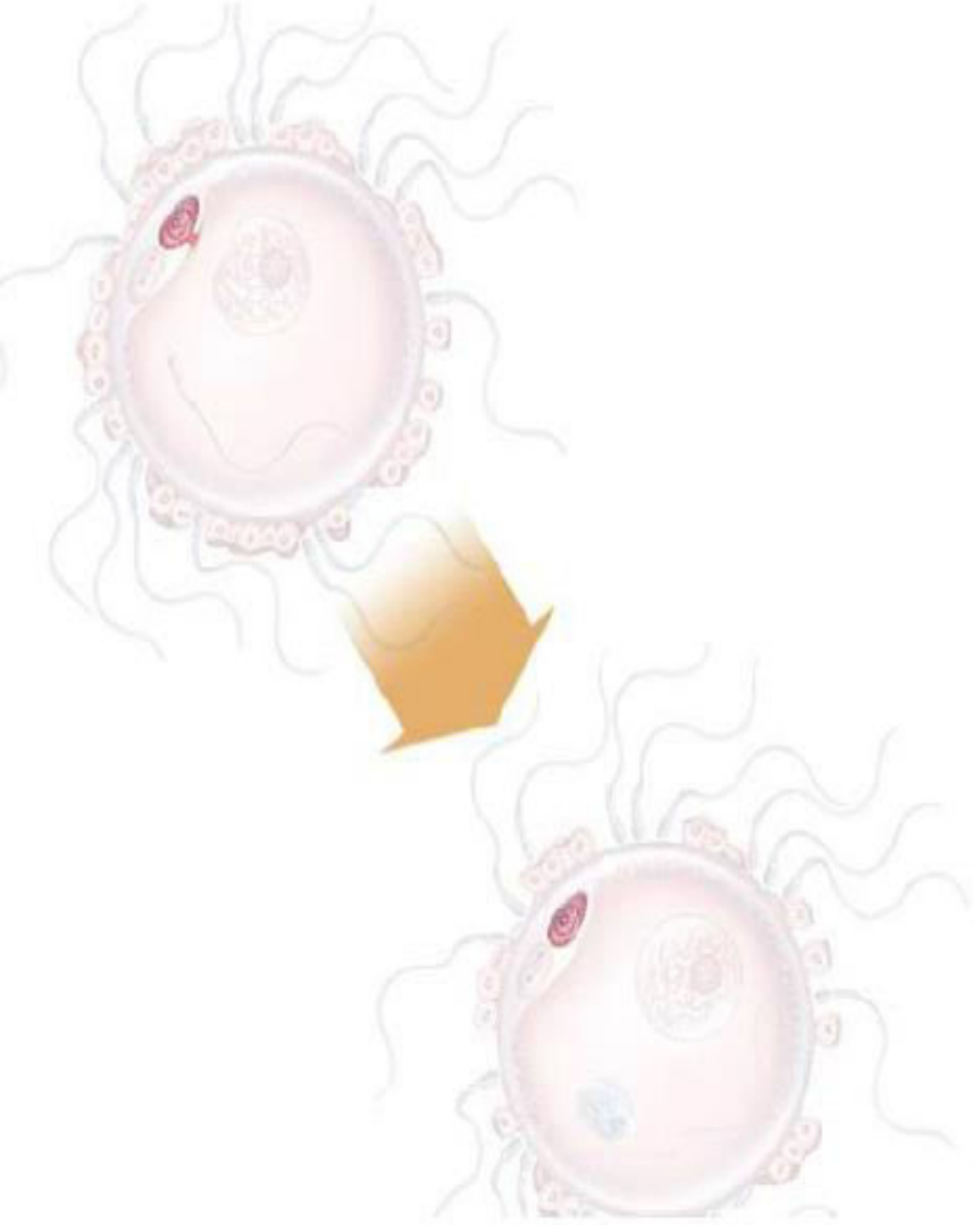
L'expulsion du 2ème globulaire polaire

Les deux éléments nucléraires dans le cytoplasme de l'ovocyte

Le pronucleus femelle

Le pronucleus mâle

- 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**



Les modifications de l'ovocyte

Les granules corticaux

L' espace séparant l'ovocyte de la zone pellucide

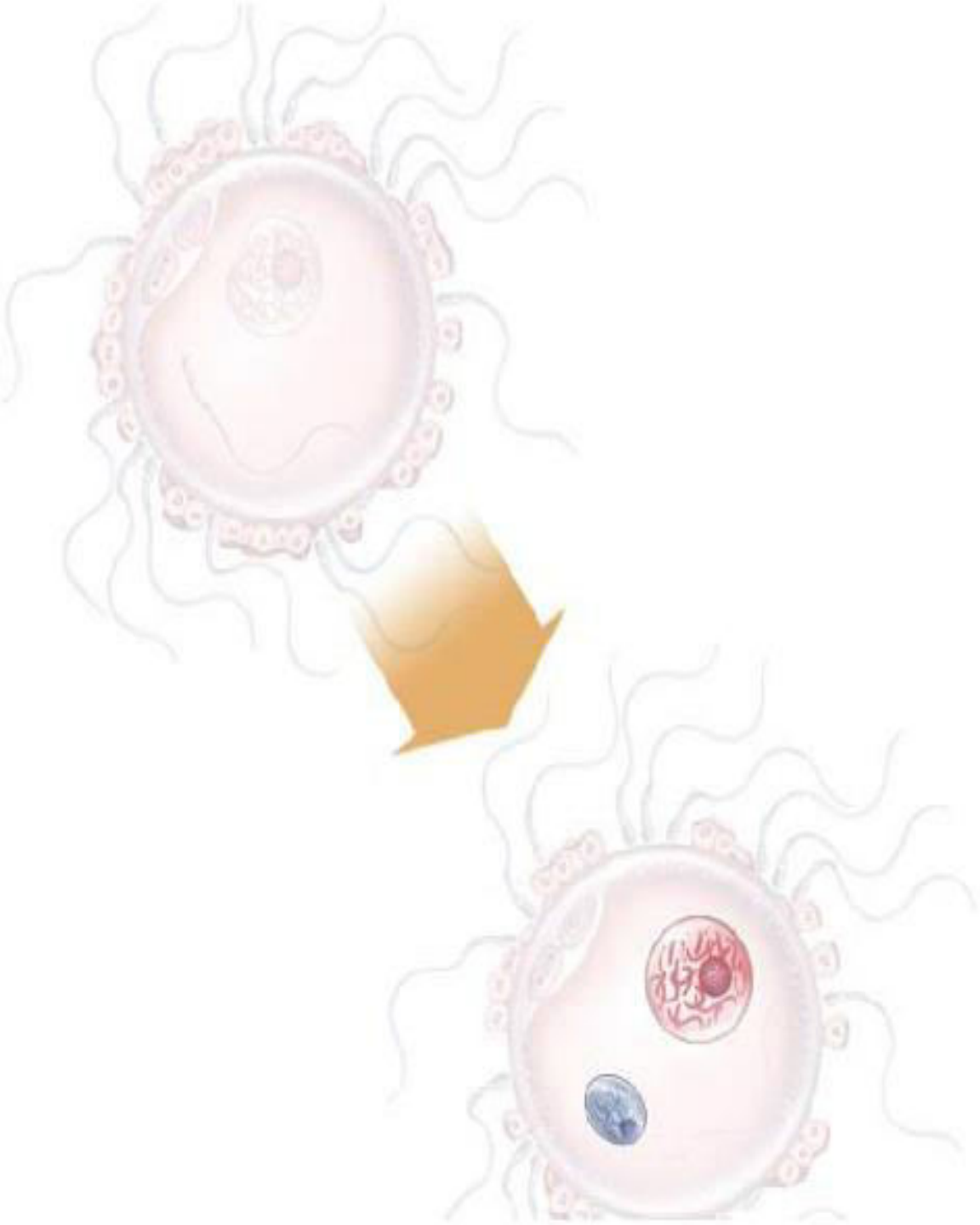
L'expulsion du 2ème globulaire polaire

Les deux éléments nucléraires dans le cytoplasme de l'ovocyte

Le pronucleus femelle

Le pronucleus mâle

- 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 **pronucleus femelle** *,* l'autre constitué par la tête du spermatozoïde ou **pronucleus mâle**



Les modifications de l'ovocyte

Les granules corticaux

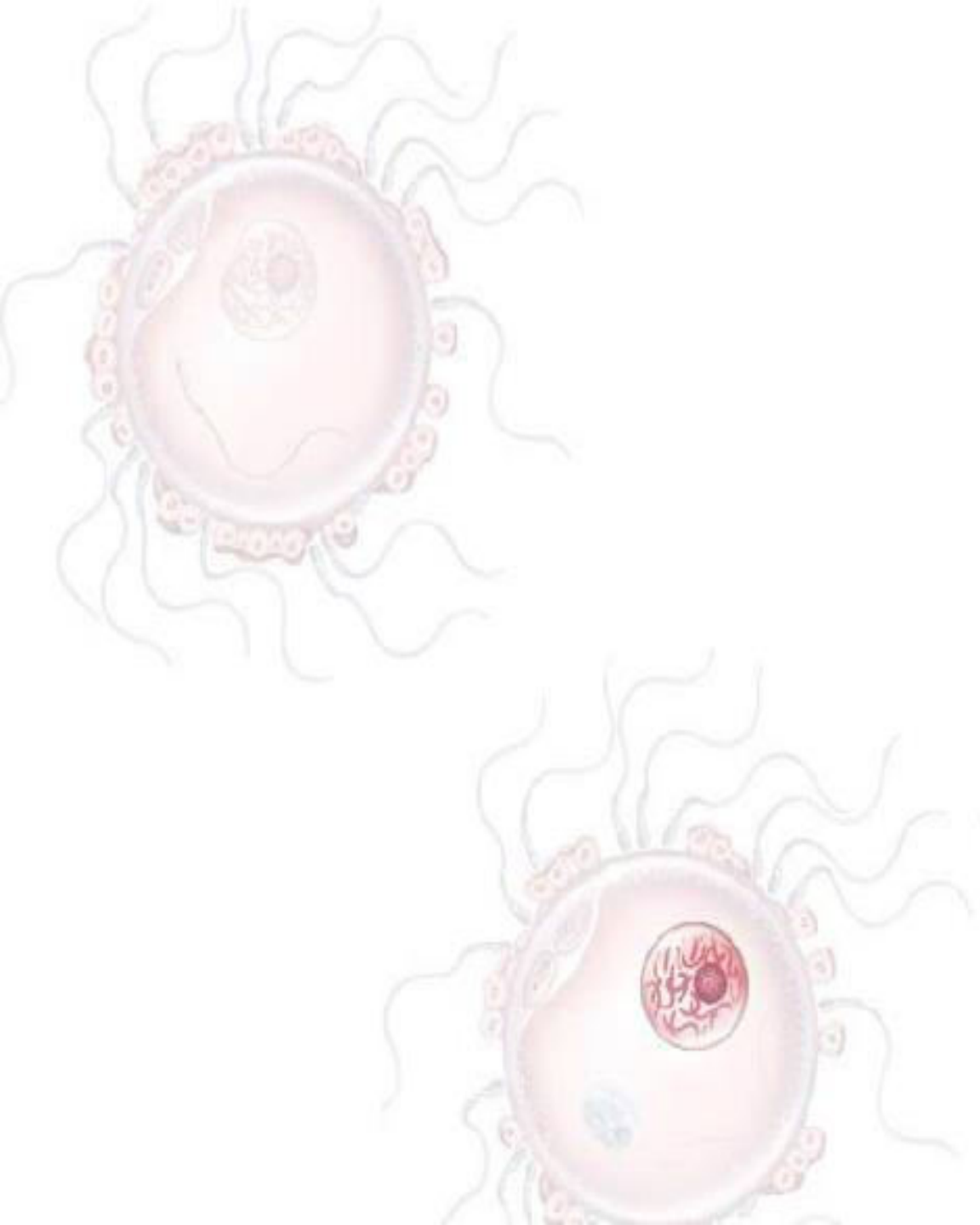
L' espace séparant l'ovocyte de la zone pellucide

L'expulsion du 2ème globulaire polaire

Les deux éléments nucléraires dans le cytoplasme de l'ovocyte

Le pronucleus femelle

Le pronucleus mâle



Les modifications de l'ovocyte

Les granules corticaux

L' espace séparant l'ovocyte de la zone pellucide

L'expulsion du 2ème globulaire polaire

Les deux éléments nucléraires dans le cytoplasme de l'ovocyte

Le pronucleus femelle

Le pronucleus mâle

Les modifications de l'ovocyte

Les granules corticaux

L' espace séparant l'ovocyte de la zone pellucide

L'expulsion du 2ème globulaire polaire

Les deux éléments nucléraires dans le cytoplasme de l'ovocyte

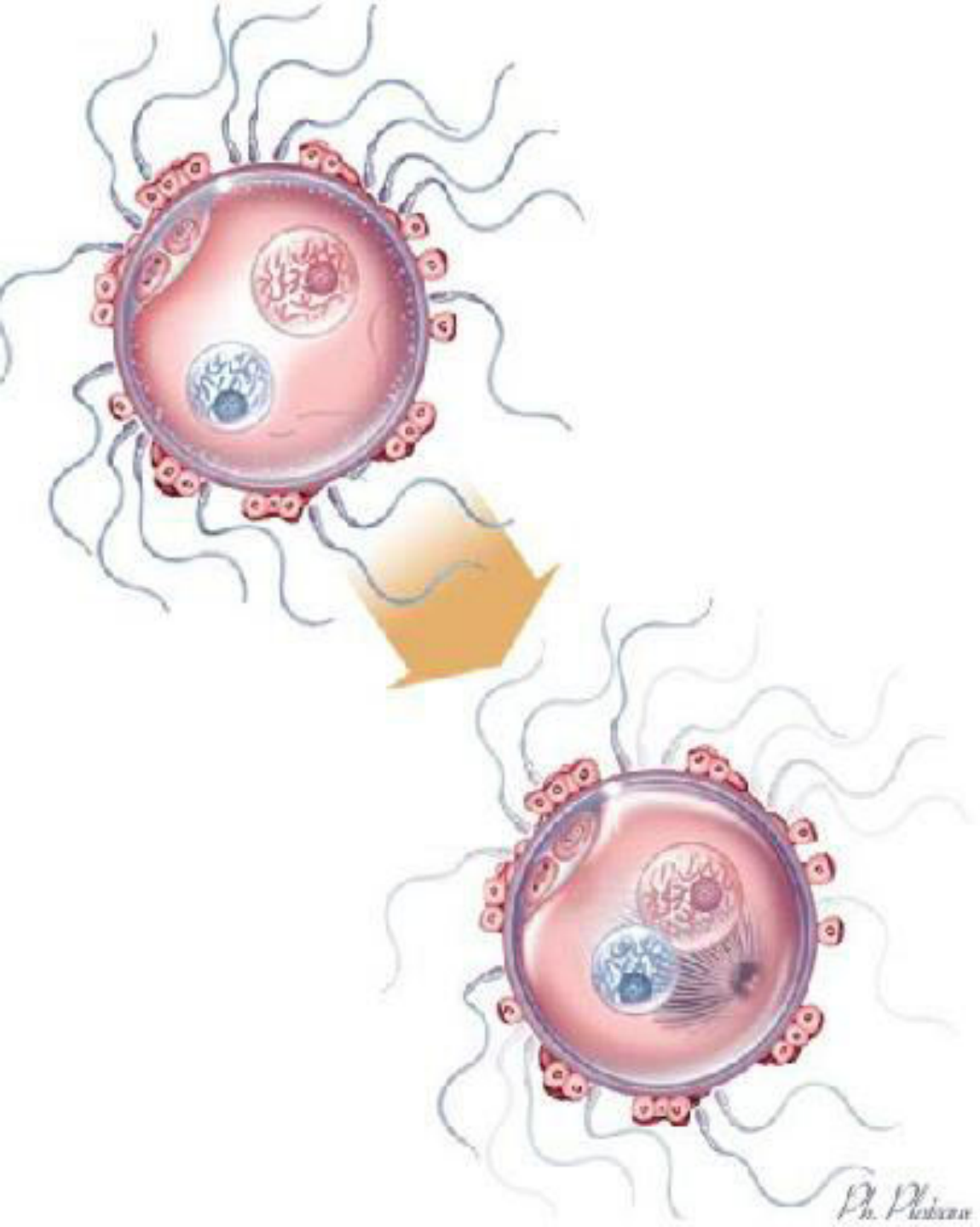
Le pronucleus femelle

Le pronucleus mâle

5 - 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 pronucleus se rapprochent**.
- A partir du centriole proximal du spermatozoïde se développent les éléments du fuseau.
- Dans chaque pronucléus intervient une décondensation et une replication de l'ADN , les chromosomes s'individualisent



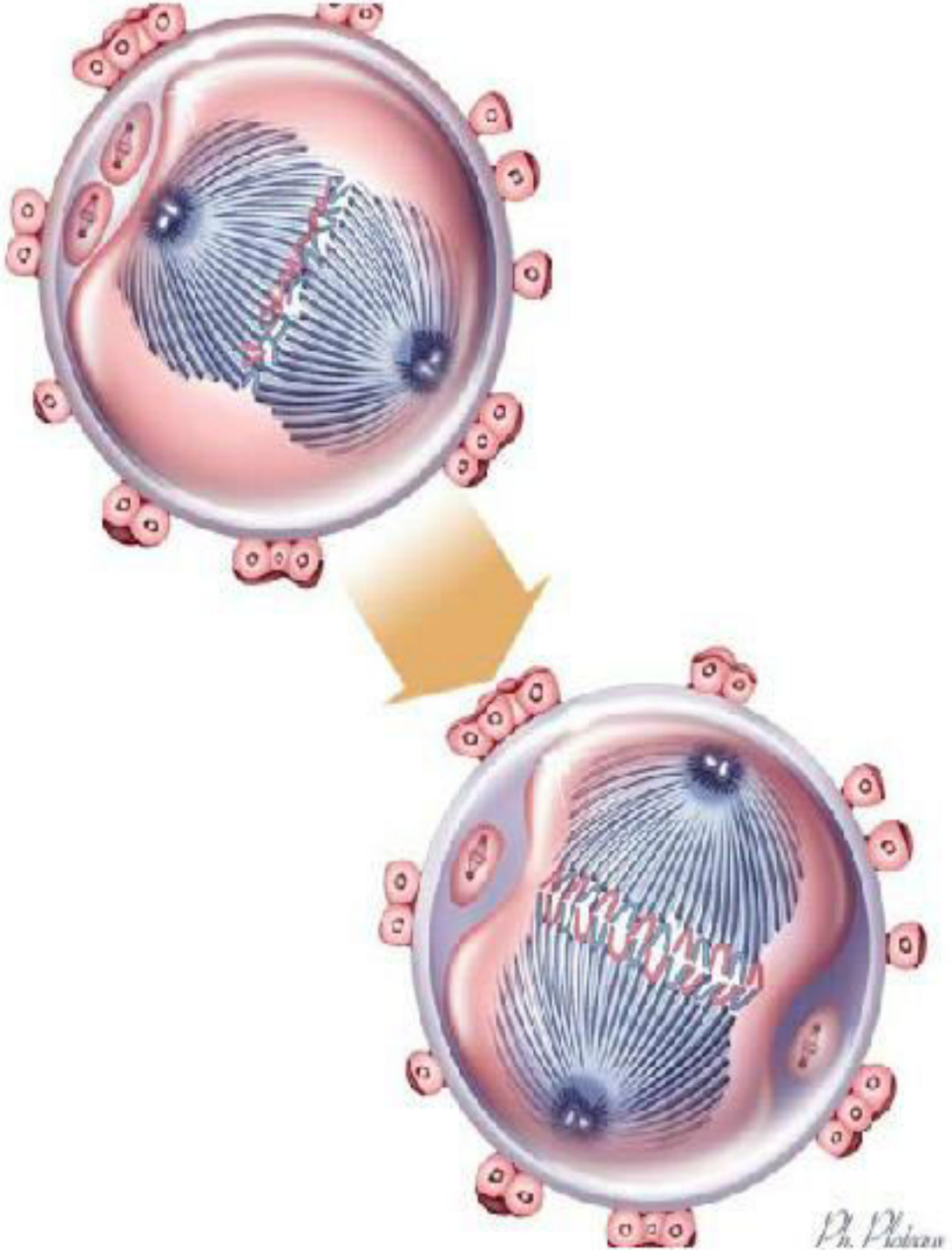
Les deux pronucleus se rapprochent

Les membranes des pronucleus disparaissent et les chromosomes s'individualisent

Les chromosomes gagnent les pôles du fuseau

Les blastomères

- **Les membranes des pronucleus** 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



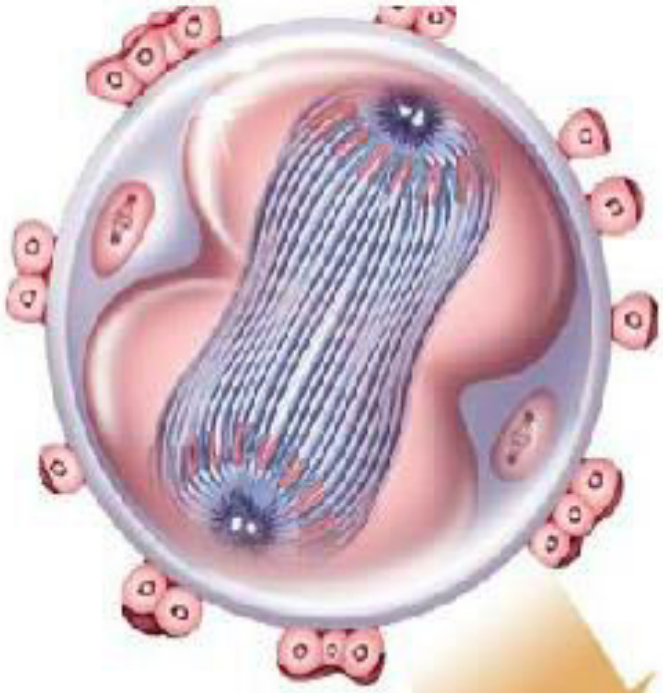
Les deux pronucleus se rapprochent

Les membranes des pronucleus disparaissent et les chromosomes s'individualisent

Les chromosomes gagnent les pôles du fuseau

Les blastomères

- 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**.



Les deux pronucleus se rapprochent

Les membranes des pronucleus disparaissent et les chromosomes s'individualisent

Les chromosomes gagnent les pôles du fuseau

Les blastomères

Les deux pronucleus se rapprochent

Les membranes des pronucleus disparaissent et les chromosomes s'individualisent

Les chromosomes gagnent les pôles du fuseau

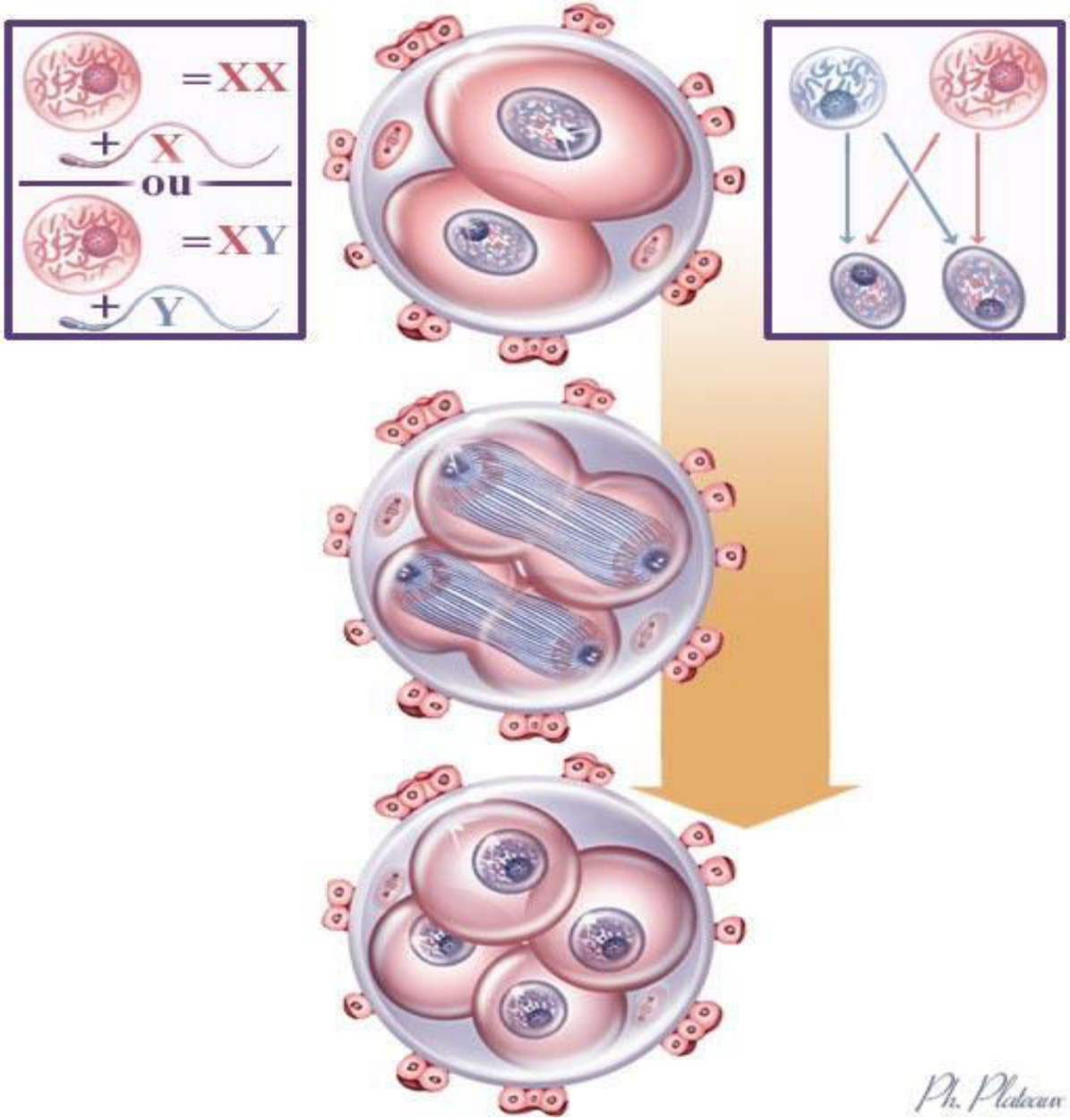
Les blastomères

6 - RESULTATS 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 celui-ci est X , les cellules du zygote seront XX (sexe femelle)
  - Si celui-ci est 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 interprétée comme la première division de segmentation , elle sera suivie très rapidement des divisions suivantes


=XX
+ X
ou
=XY
+ Y
Ph. Plateau

7 - PATHOLOGIE DE LA FÉCONDATION

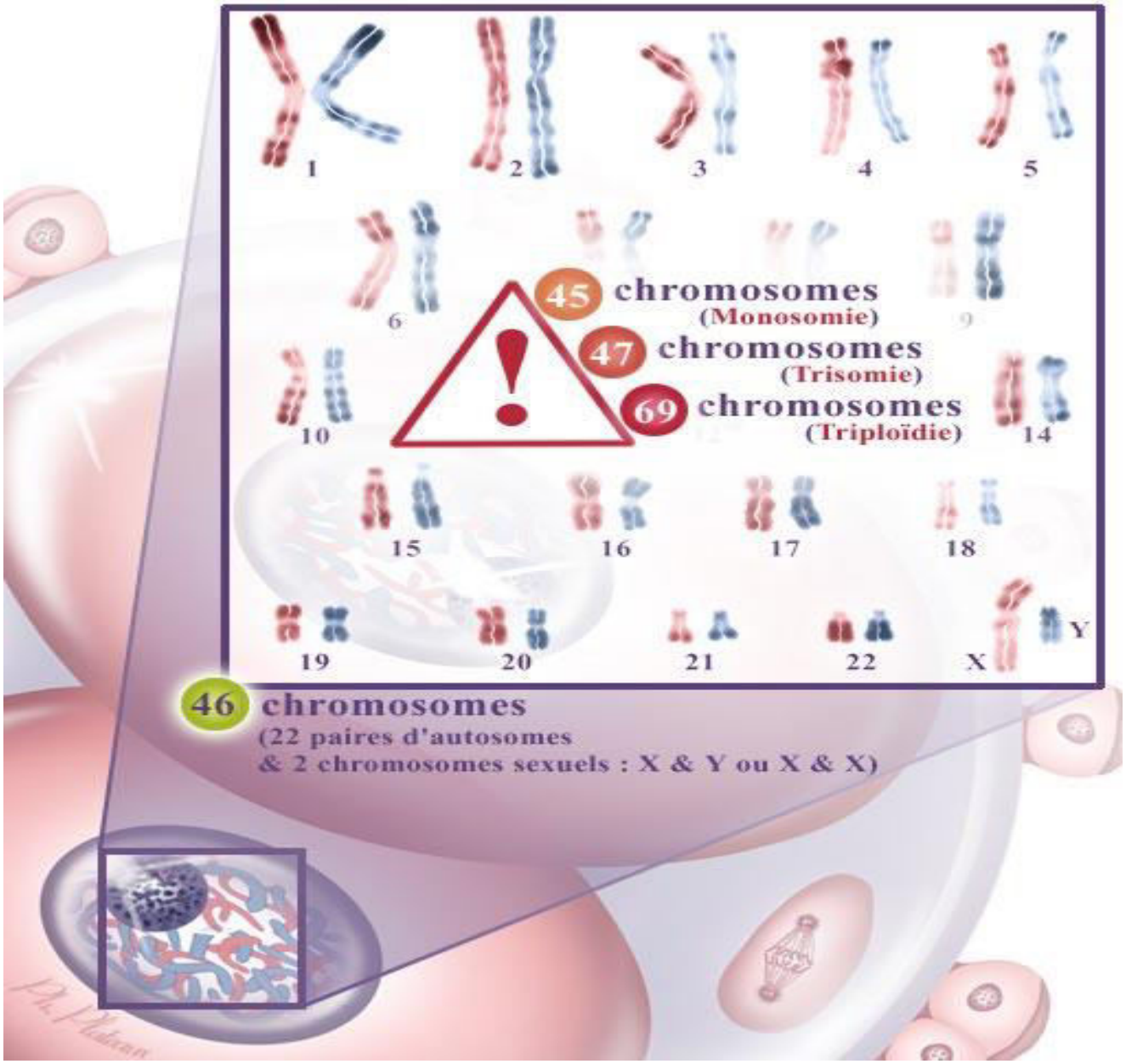
Les principales perturbations de la fécondation ont pour conséquence l'apparition d'anomalies chromosomiques dans les cellules du zygote. Beaucoup d'entre elles sont létales et provoquent rapidement la mort de l'œuf mais certaines d'entre elles sont compatibles avec la survie de l'œuf et le déroulement des étapes suivantes du développement. La nature de l'anomalie chromosomique dépend du stade auquel intervient le processus pathologique

- L'un des gamètes est porteur d'une anomalie, et la transmet au zygote : translocations, duplications, inversions, monosomie, trisomie...

- Au moment de la rencontre des gamètes, si la monospermie est mise en défaut, deux spermatozoïdes peuvent entrer ensemble dans l'ovocyte et être à l'origine d'un oeuf à 66 autosomes + 3 chromosomes sexuels (triploïdie).

- Au moment de l'amphimixie, une erreur au moment de la replication de l'ADN dans les pronucléus peut également être à l'origine de polyploïdie.

- Lors de la formation des deux premiers blastomères la répartition inégale des chromosomes (autosomes ou chromosomes sexuels) peut être à l'origine des anomalies numériques des chromosomes (chromosome en plus ou en moins).
  Lorsqu'elles n'entraînent pas l'arrêt du développement, ces anomalies peuvent se traduire à terme et au delà par des syndromes de gravité variable


1
2
3
4
5
6
9
10
14
15
16
17
18
19
20
21
22
X
Y
45 chromosomes
(Monosomie)
47 chromosomes
(Trisomie)
69 chromosomes
(Triploïdie)
46 chromosomes
(22 paires d'autosomes
& 2 chromosomes sexuels : X & Y ou X & X)