

Frédéric Morel

La gamétogenèse (généralités)  
Spermatogenèse  
Ovogenèse  
Fécondation

frederic.morel@chu-brest.fr

2025-2026

# GENERALITES SUR LA GAMETOGENESE

I/ Les cellules de la lignée germinale

II/ La méiose

A/ Buts de la méiose

B/ Description du processus méiotique

a) La première division méiotique

b) La deuxième division méiotique

C/ Le brassage génétique

a) Le brassage interchromosomique

b) Le brassage intrachromosomique

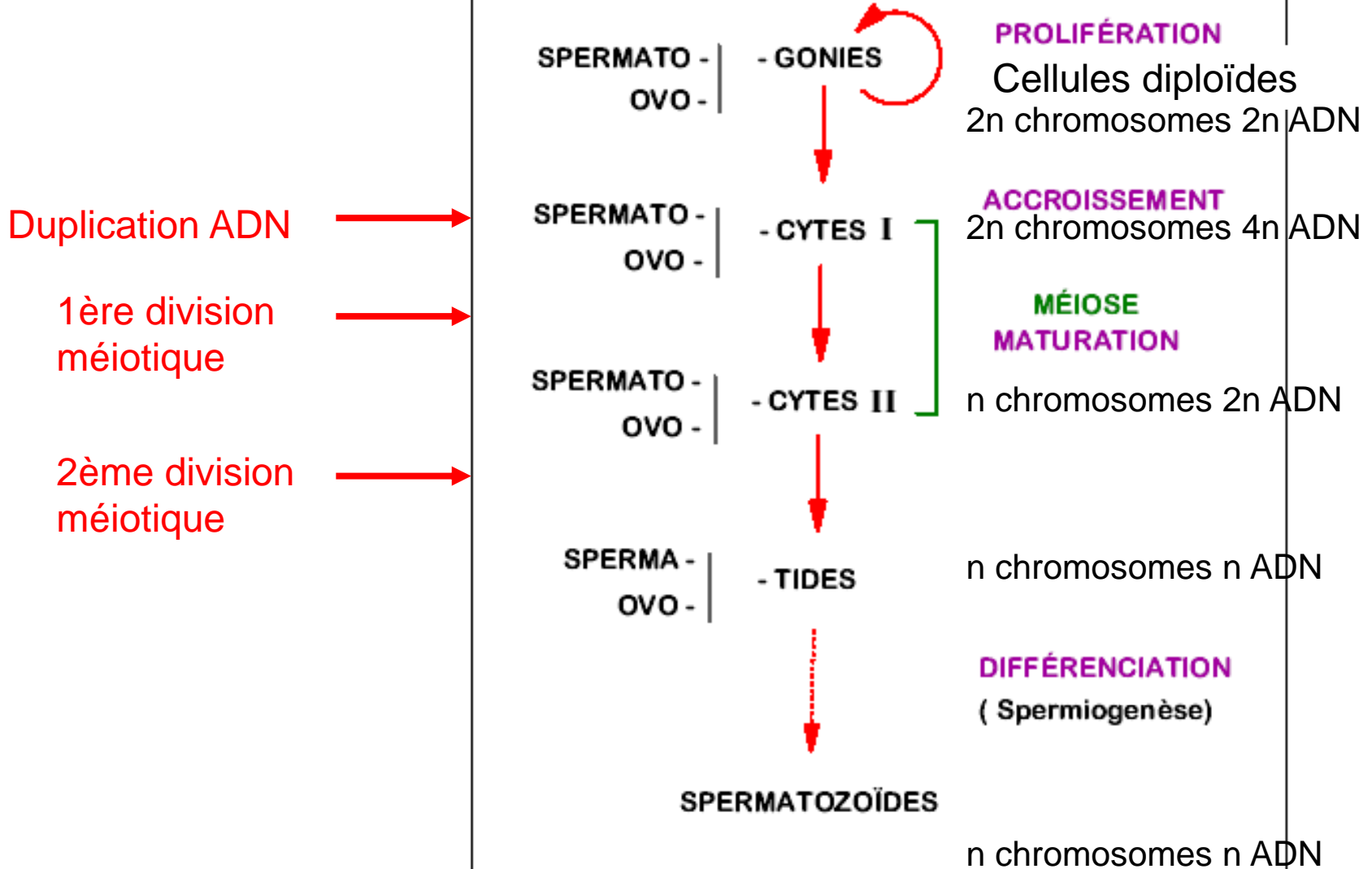
III/ Les étapes de la gamétogenèse

IV/ Différences entre gamétogenèses masculine et féminine

# GENERALITES GAMETOGENESE

Formation des gamètes dans les 2 sexes  
Glandes génitales

## I/ LES CELLULES DE LA LIGNEE GERMINALE



## III/ MEIOSE

Propre à la lignée germinale : -CYTES

Méiose = deux divisions successives précédées par une seule duplication de l'ADN

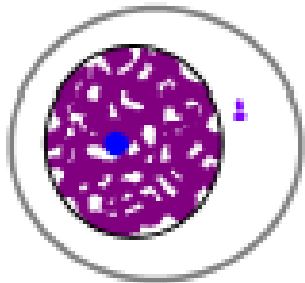
### A/ Buts de la méiose

Gamètes haploïdes

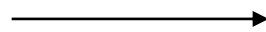
Brassage génétique : gamètes génétiquement tous différents

### B/ Description du processus méiotique

#### a/ La première division méiotique (réductionnelle)



**INTERPHASE**  
**Duplication**

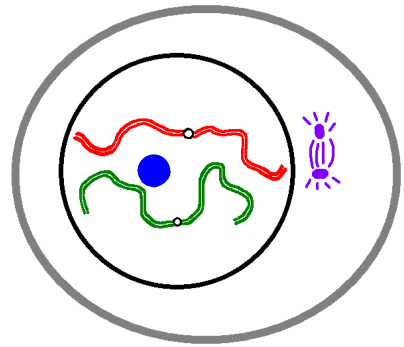


Première  
division méiotique

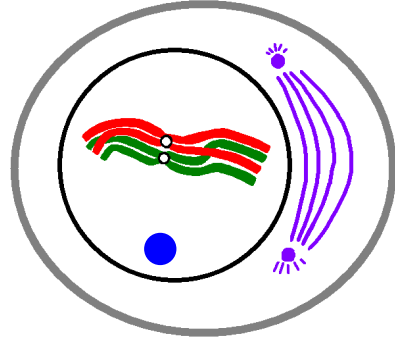
Prophase 1  
Métaphase 1  
Anaphase 1  
Télophase 1

Stade préleptotène : ne fait pas partie de la méiose (ce stade précède la méiose)  
phase unique de synthèse de l'ADN  
n'est décrit que dans les cellules germinales

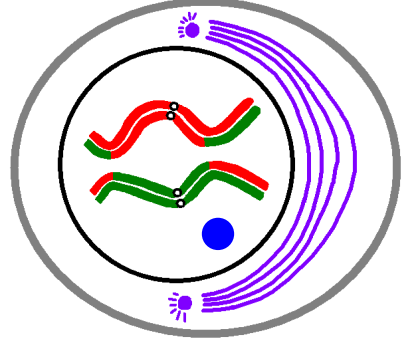
# Prophase 1 : Cinq stades différents (morphologie des chromosomes)



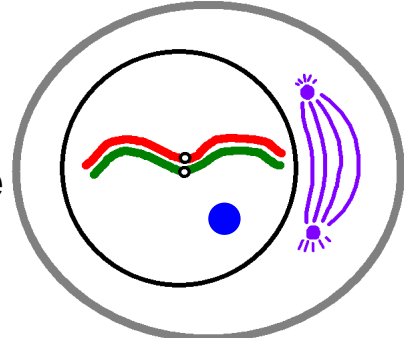
**Leptotène**



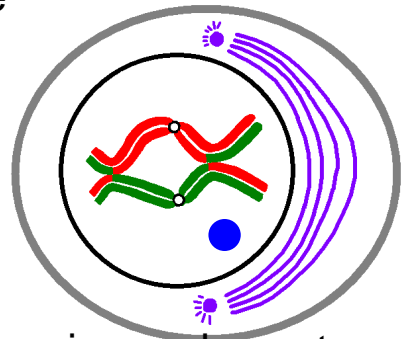
**Pachytène**



**Diacinèse**



**Zygotène**



**Diplotène**

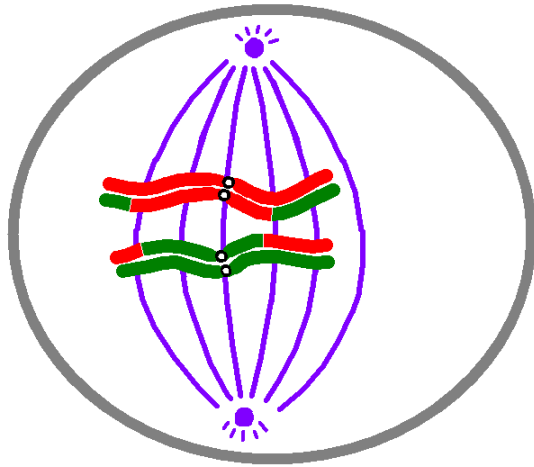
Appariement terminé  
 n Bivalents / n Tétrades  
 Crossing-over :  
 recombinaison génétique

Stade de repos  
 Durée variable

Appariement des homologues ♂♀  
 Synapsis. Télomères → Région médiane  
 Formation entre les homologues CS  
 (charpente structurale protéique)

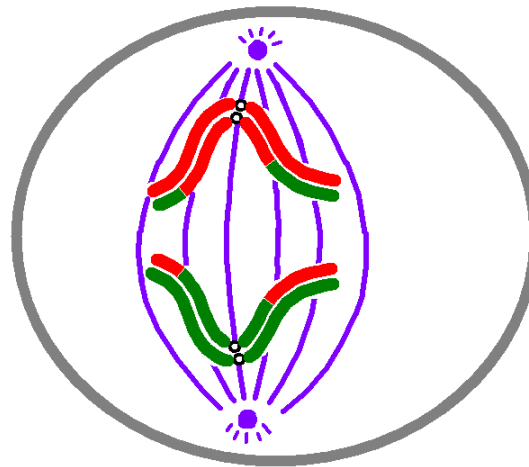
Séparation mais accolément par points  
 figure en forme de X : chiasmata (échanges  
 de segments s'achèvent)  
 2 à 6 spts échangés / paire chrom.  
 Centromères se divisent

**Brassage intrachromosomique**



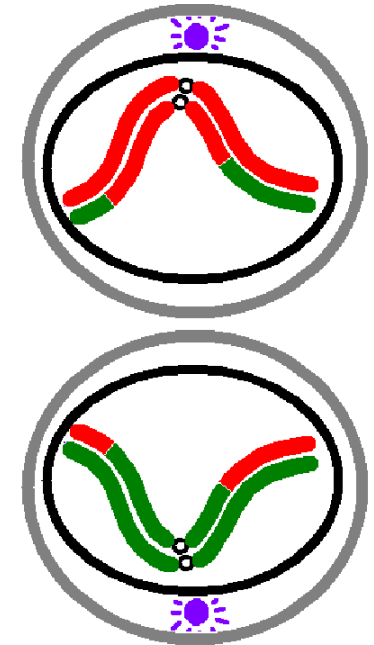
## Métaphase 1

Enveloppe nucléaire -  
Disposition sur la plaque équatoriale  
du fuseau  
**Brassage interchromosomique**



## Anaphase 1

Séparation chromosomes  
homologues



## Télophase 1

Disparition du fuseau  
Reconstitution noyau  
Segmentation cytoplasme  
Cytodiérèse

**1 cellule à 2n chromosomes bichromatidiens 4n ADN**



**2 cellules à n chromosomes bichromatidiens 2n ADN**  
(séparation chromosome X et Y)

## b/ La deuxième division méiotique (équationnelle)

Intercinèse : très courte → cellule directement en prophase 2

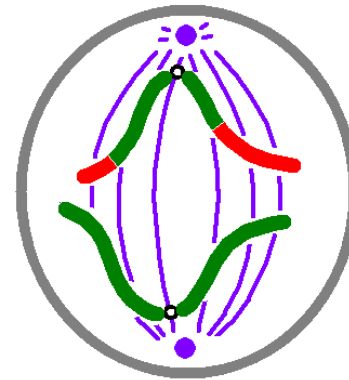
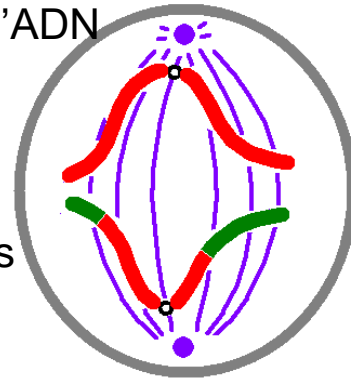
Mitose ( $n$  chromosomes bichromatidiens)  
pas précédée par une synthèse d'ADN

Métaphase 2

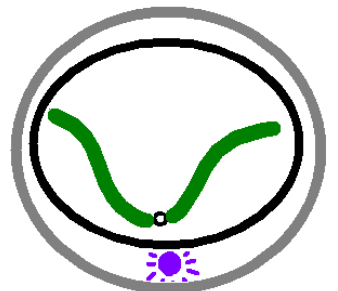
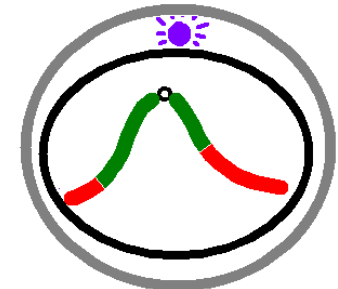
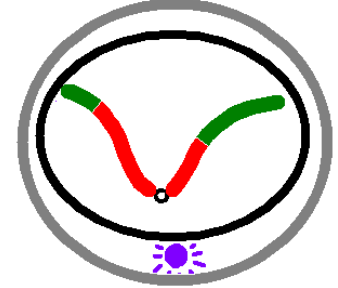
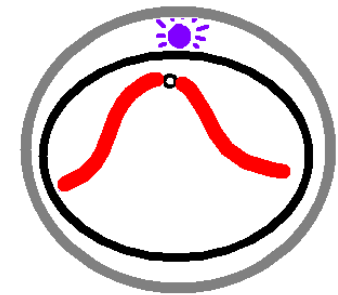
Anaphase 2 (séparation des chromatides  
sœurs)

Télophase 2

↓  
**4 cellules à**  
 **$n$  chromosomes**  
**monochromatidiens**  
 **$n$  ADN**

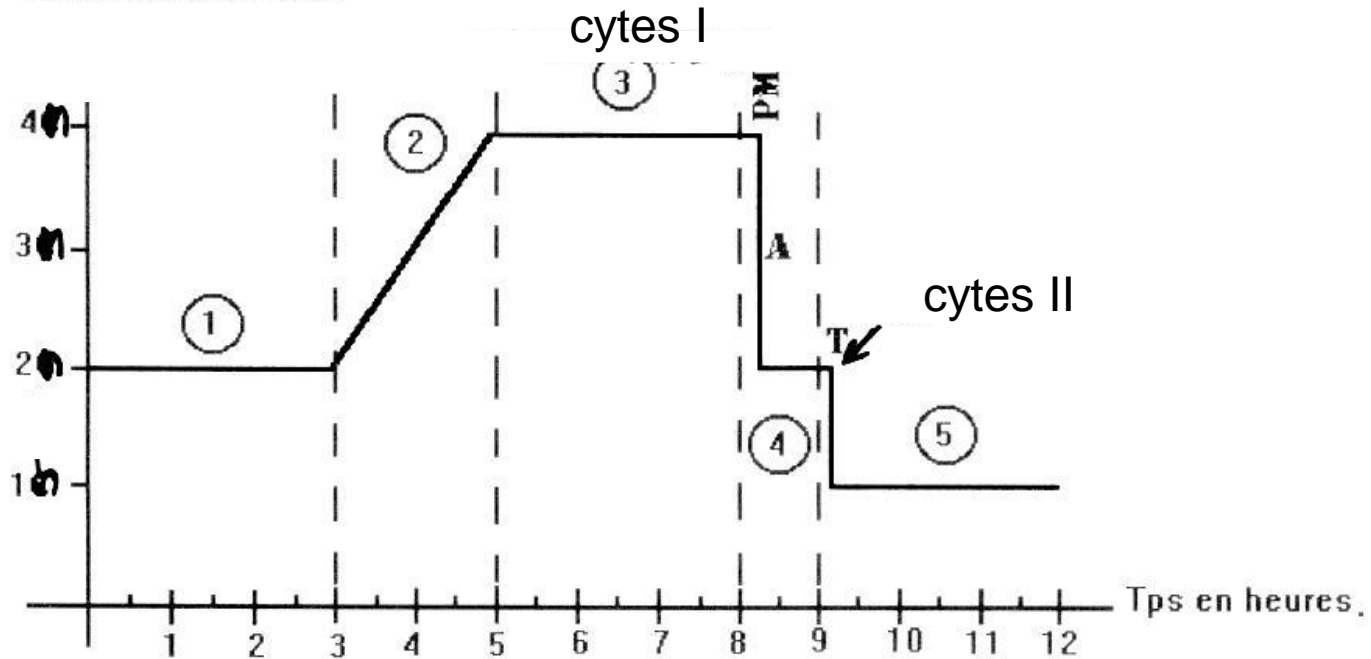


**Anaphase 2**



**Télophase 2**

Masse arbitraire d'ADN



① Cellule diploïde à  $2n$  chromosomes monochromatidiens.  $2n$  ADN

② Synthèse d'ADN. = duplication

③ Cellule diploïde à  $2n$  chromosomes bichromatidiens.  $4n$  ADN

④ Méiose : passage à une cellule à  $n$  chromosomes bichromatidiens.  $2n$

⑤ Cellule haploïde à  $n$  chromosomes monochromatidiens.  $n$  ADN

1 cellule à  $2n$  chromosomes bichromatidiens



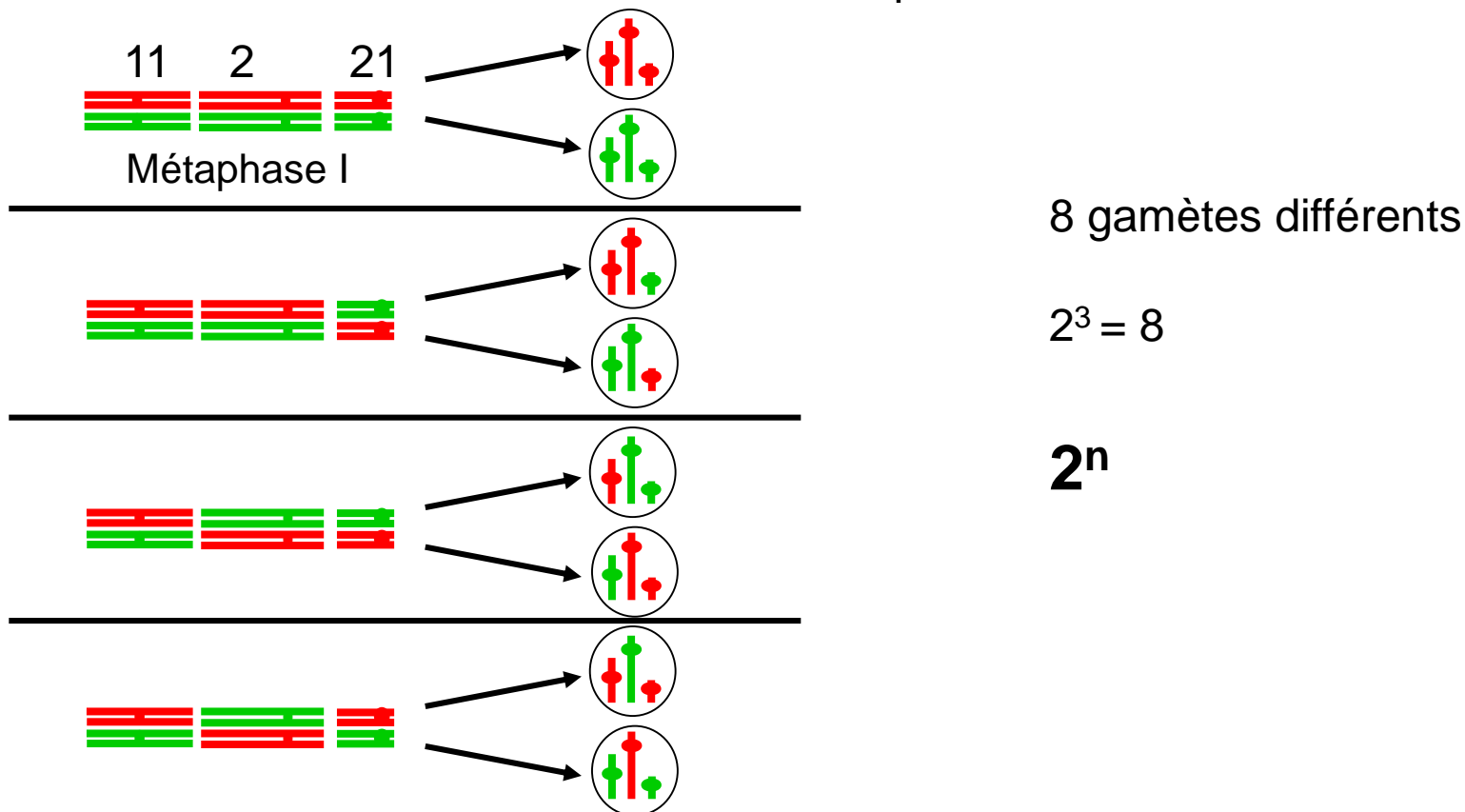
4 cellules à  $n$  chromosomes monochromatidiens

## C/ Le brassage génétique

Diversité génétique des gamètes est infinie

### a/ Brassage interchromosomique

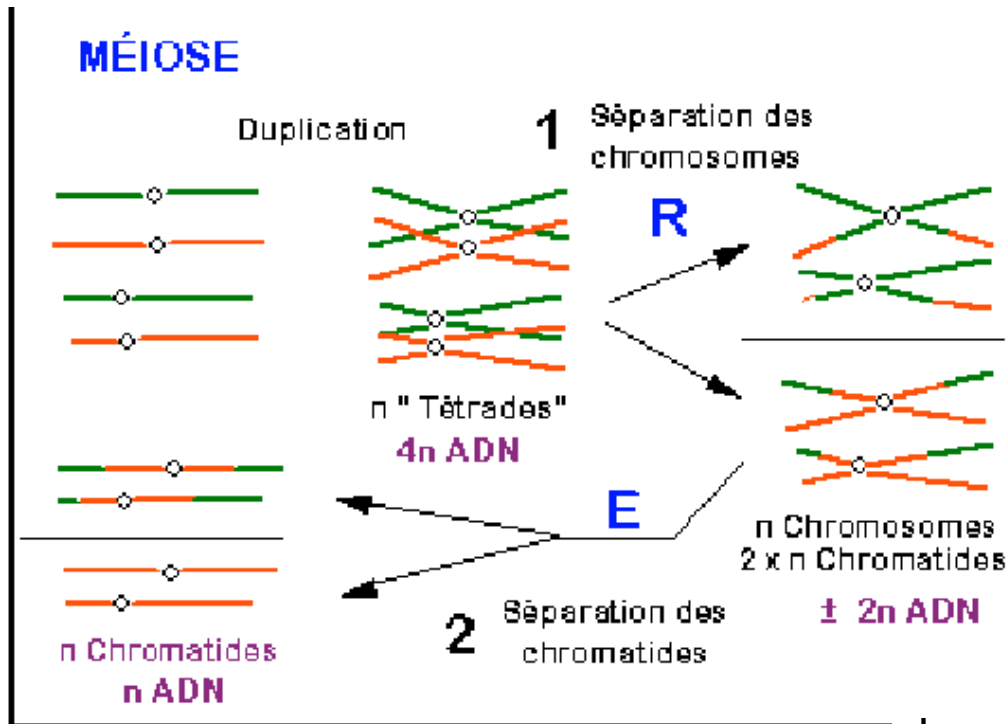
Répartition ou ségrégation au hasard des homologues d'origine **paternelle** ou **maternelle** entre les cellules filles au cours de la première division



$2^{23} = 8,4.10^6$  gamètes génétiquement différents

## b/ Brassage intrachromosomique :

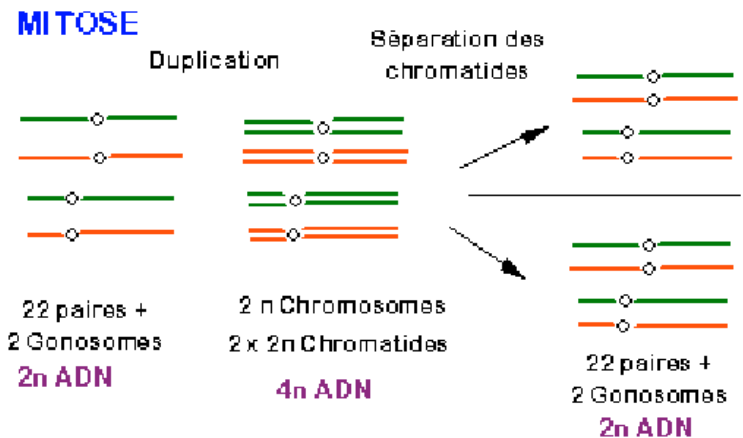
Nombre gamètes différents beaucoup plus ↗ : CO en prophase 1



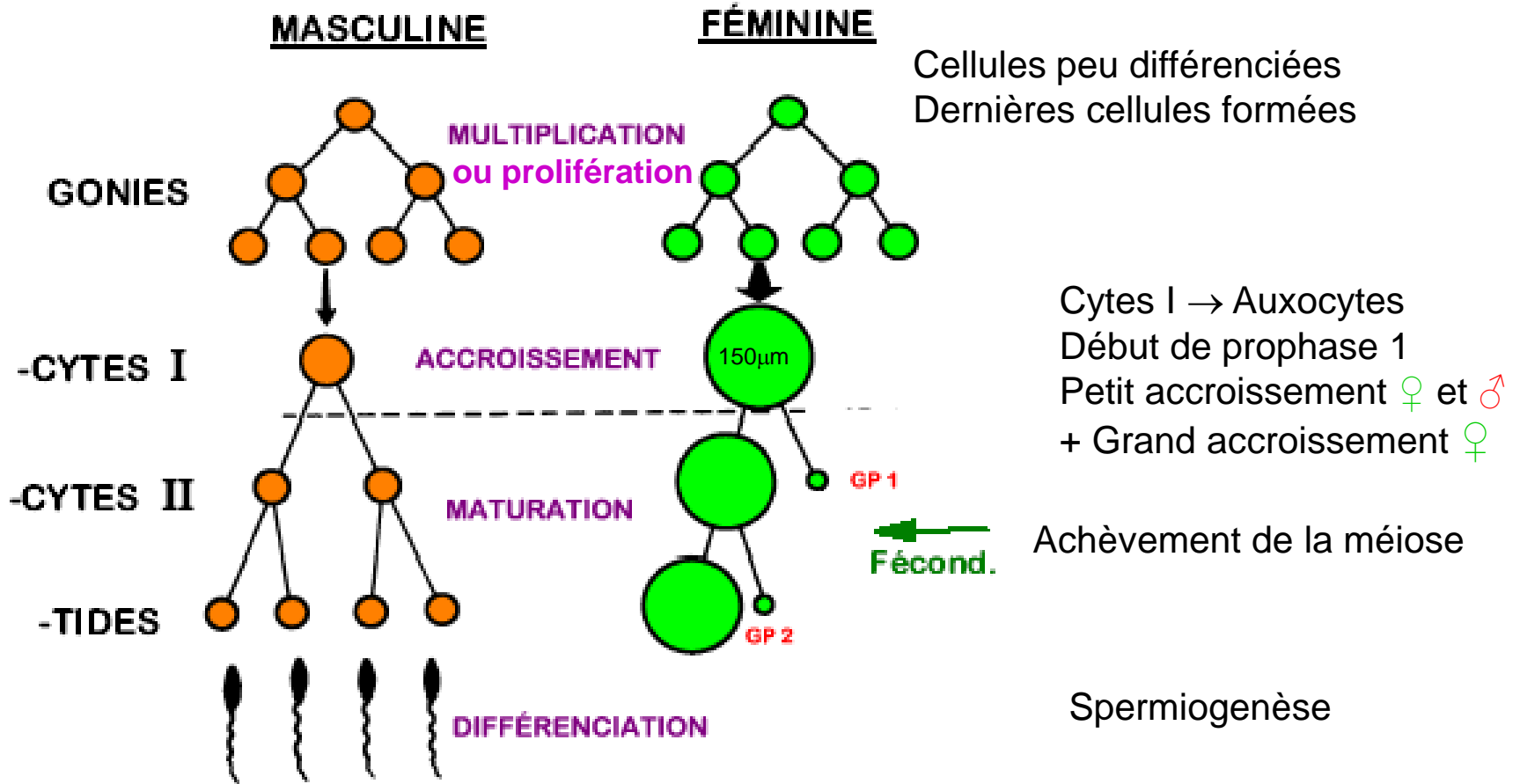
Recombinaison génétique connue sous le nom de CO

Echange de segments entre homologues (cassure-réunion de l'ADN entre des points strictement homologues)  
Ni perte ni gain.

Chromosomes dans les gamètes : gènes des 2 parents en proportion variable.



### III/ LES ETAPES DE LA GAMETOGENESE



## IV/ DIFFERENCES ENTRE GAMETOGENESES MASCULINE ET FEMININE

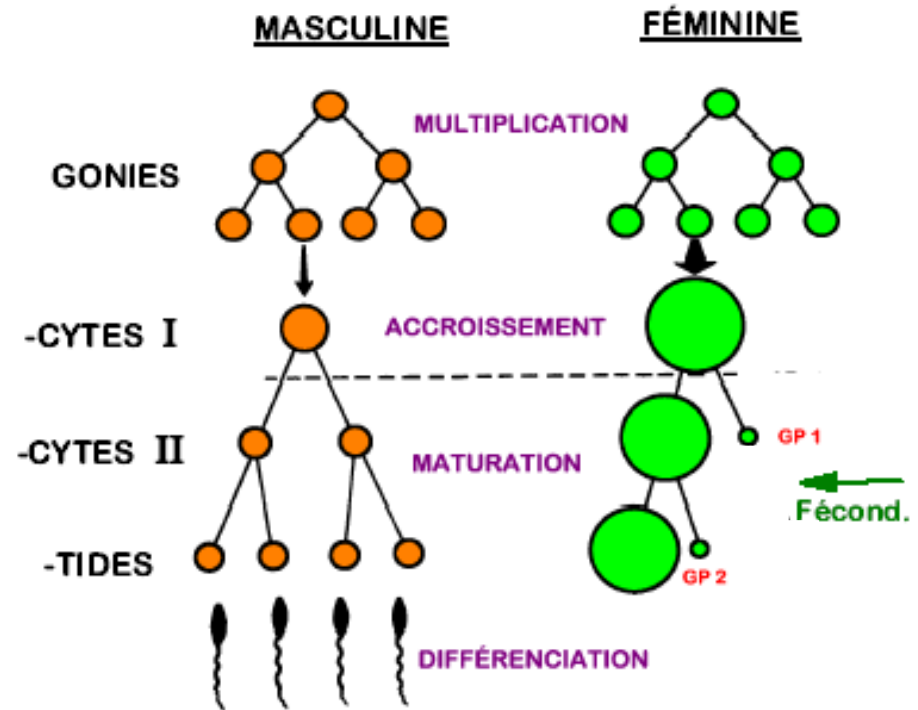
Point de vue génétique : similaire

Résultat de la méiose différent

Cinétique différente

♂ Cellules souches quiescentes et indifférenciées → puberté  
Gamétogenèse continue → mort

♀ Phase prolifération entre le 3 et 7 mois vie intra utérine (blocage diplotène)  
Stock cellules germinales fixé avant la naissance  
Evolution incomplète d'un certain nombre de cellules  
Gamète mature : puberté → ménopause



## Nombre de gamètes très différent

♂ 100 à 300 millions / éjaculat

♀ 350 ovocytes vie génitale active

## Caractéristiques des gamètes très différentes

♂ petit, mobile, isolé

♀ volumineux, immobile, + enveloppes

# LA SPERMATOGENESE

## I/ Généralités

- A/ L'appareil génital masculin
- B/ Le testicule et l'épididyme
- C/ Le lobule testiculaire
- D/ L'épithélium séminal

## II/ Déroulement de la spermatogenèse

- A/ La phase de multiplication
- B/ La phase d'accroissement
- C/ La phase de maturation
- D/ La phase de différenciation
- E/ Résultat de la spermatogenèse
- F/ Données cinétiques et quantitatives

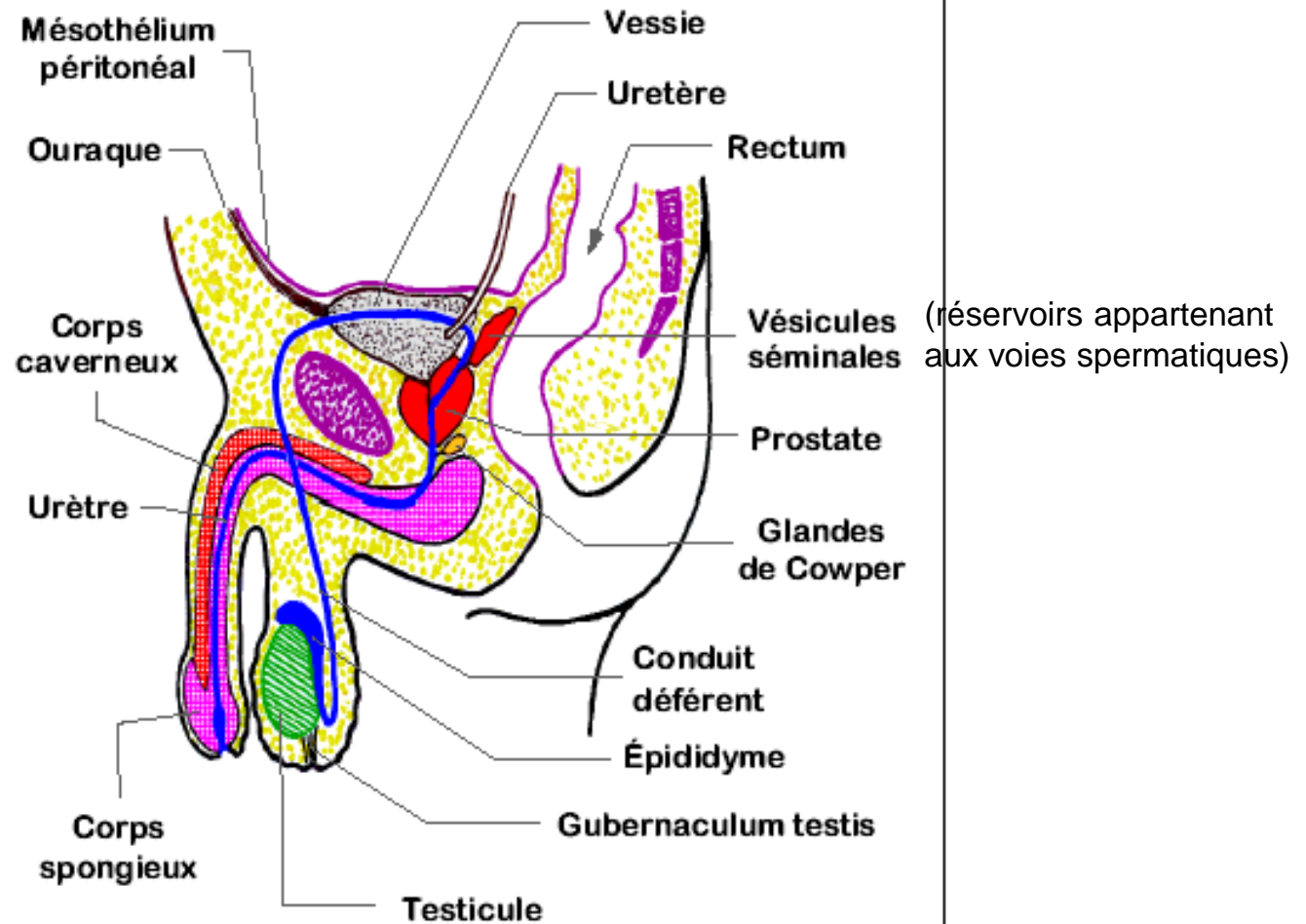
## III/ La migration des gamètes

# LA SPERMATOGENESE

## I/ Généralités

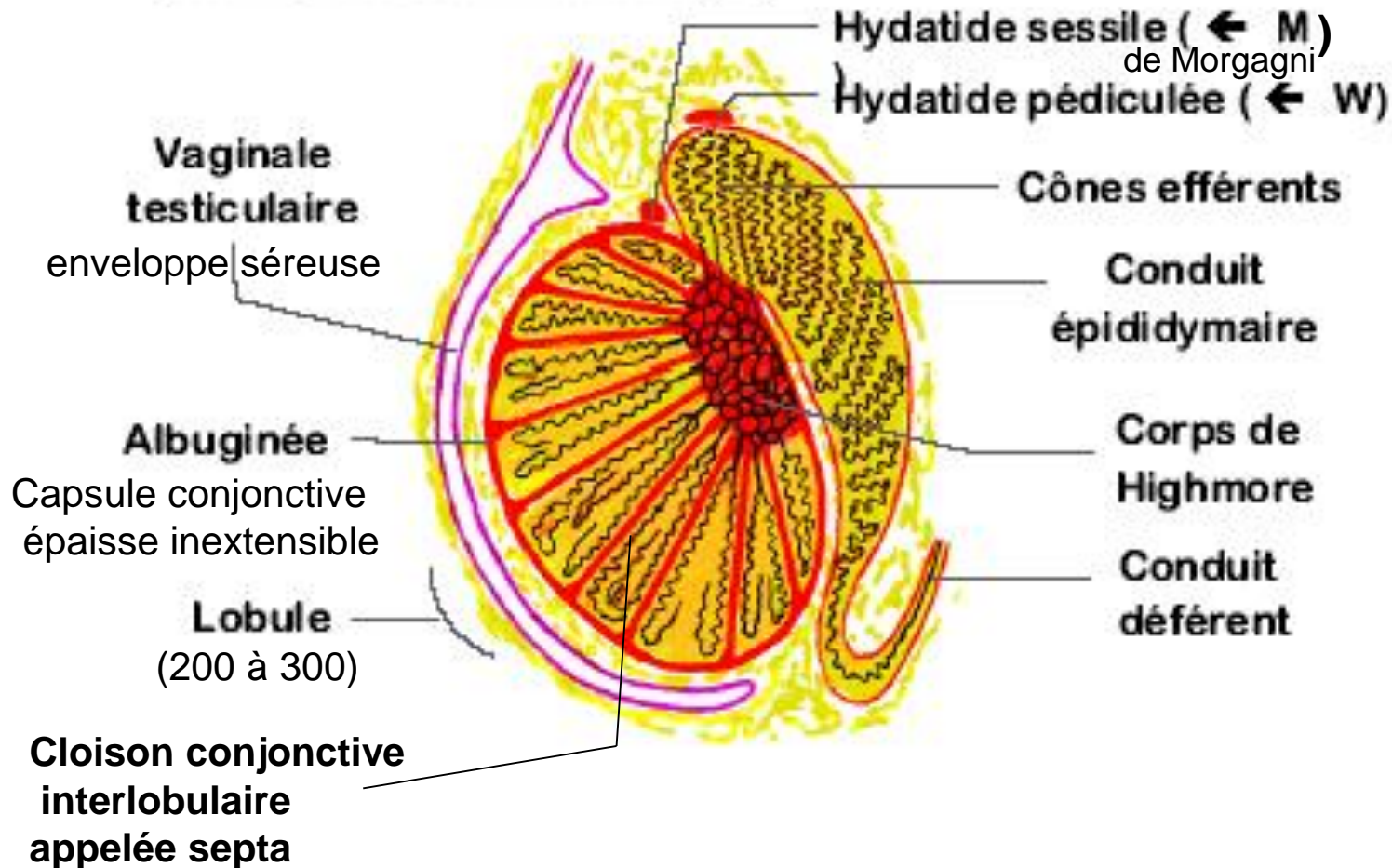
### A/ L'appareil génital masculin

APPAREIL REPRODUCTIF MASCULIN = GONADES  
VOIES GÉNITALES + GLANDES  
ORGANES GÉNITAUX EXTERNES  
Exocrine / endocrine

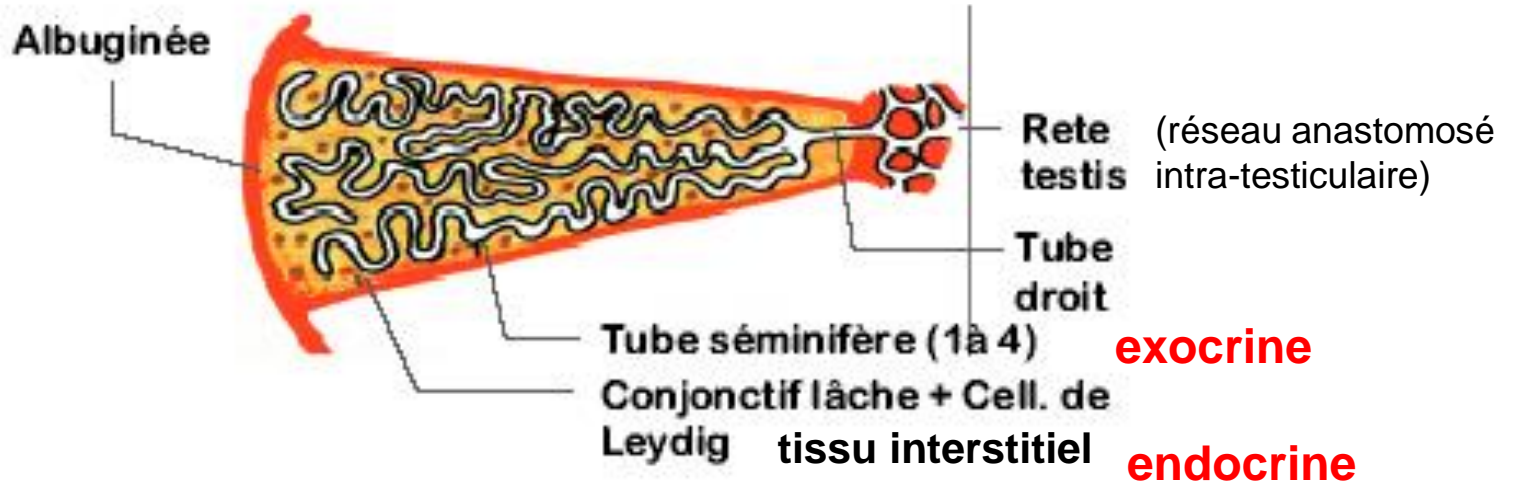


## B/ Le testicule et l'épididyme

Testicule : Ovoïde 4,5cm / 3cm / 2cm



## C/ Le lobule testiculaire (200 à 300)



### Tissu interstitiel

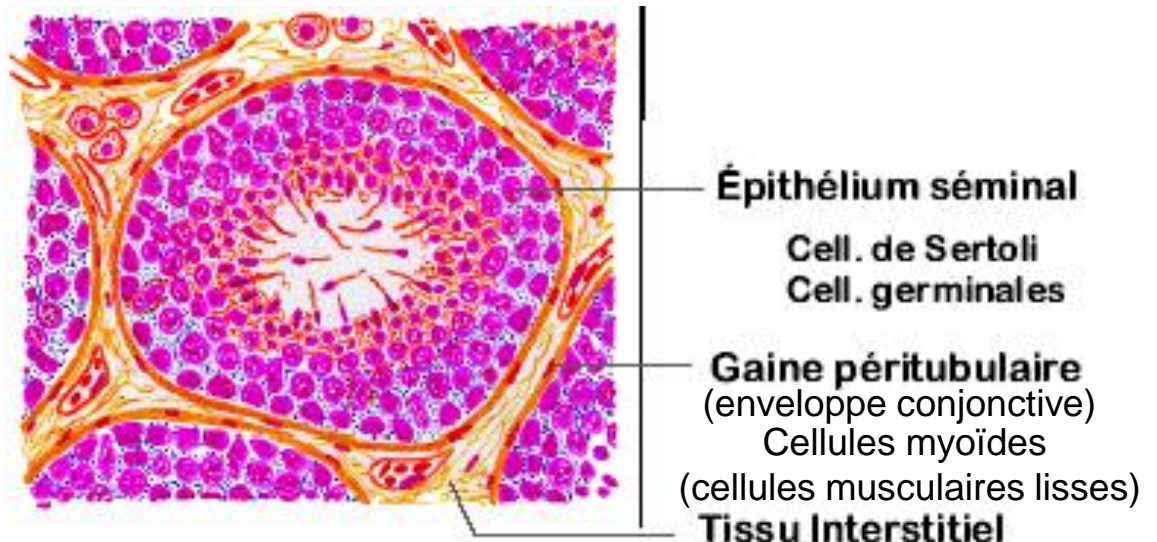
glande endocrine diffuse (3% du volume) : cellules de Leydig + tissu interstitiel  
cellules Leydig → androgènes testiculaires  
testostérone + FSH → Maintien + intégrité de la lignée germinale

### Tube séminifère (séminipare)

1m

Φ 150 à 180µm

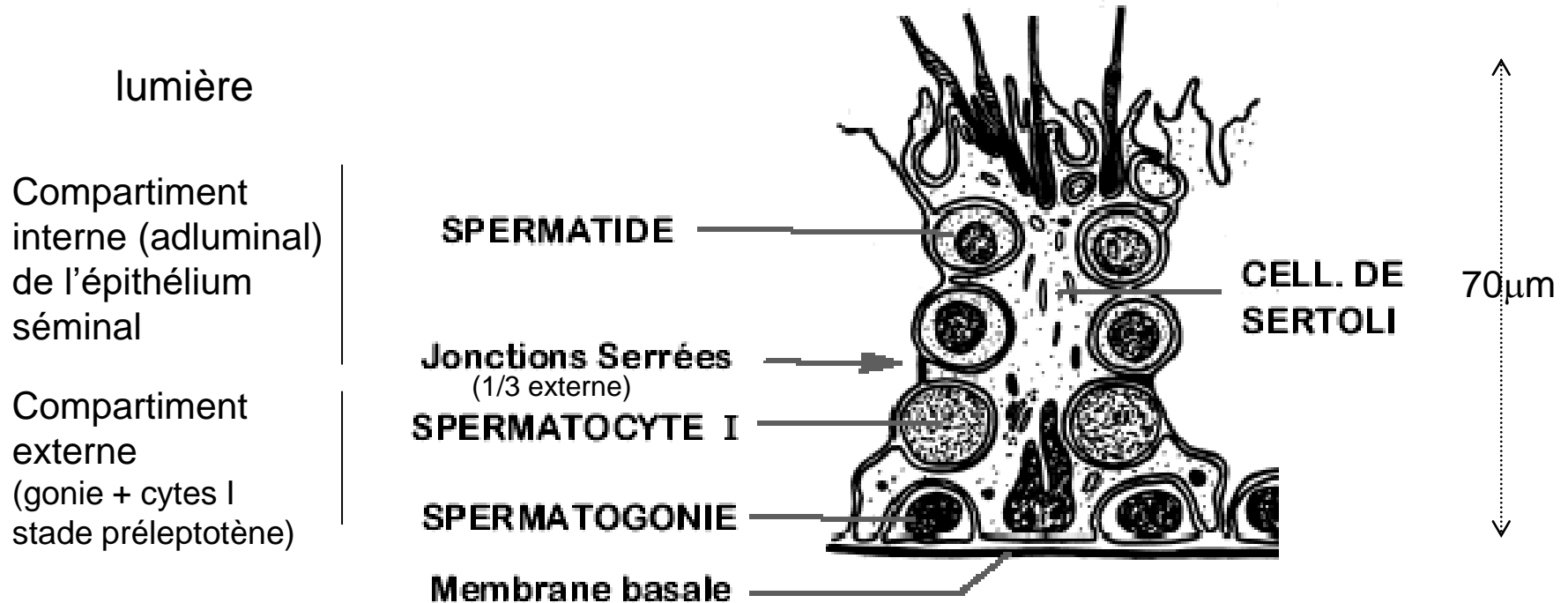
Coupe transversale



Intéactions étroites entre comp intra-tubulaires et interstitiels indispensables

## D/ L'épithélium séminal (microscopie électronique)

-Les cellules de la lignée germinale (33% du volume testiculaire)



-Les cellules de Sertoli (17% du volume testiculaire)

Somatiques (70µm x 20µm)

Soutien + bon fonctionnement gamétogénèse

Différenciation peu avant puberté

Barrière hémato-testiculaire

Ne se multiplient pas

## -Les fonctions de la cellule de Sertoli

Elaboration du liquide du TS

Support + nutrition pour les cellules germinales

ABP (Androgen Binding Protein) → épидидyme

Fonctions hormonales :

- . contrôlent environnement hormonal de la spermatogenèse : [testostérone]

- . testostérone → androstènedione et en 17  $\beta$ -estradiol

Production inhibine (- FSH) et activine

Production de l'hormone mulléro-régressive

Contrôlent la spermiation

Phagocytent et détruisent corps résiduels + CG dégénérées

## III/ Déroulement de la spermatogenèse

Puberté → Mort

Dans les tubes séminipares

Durée 74j = Cycle spermatogénétique

### A/ PHASE DE PROLIFERATION

X spermatogonies

Compart. externe

Cellules rondes

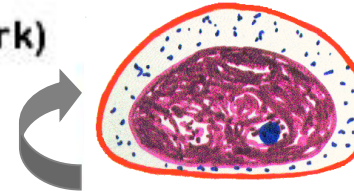
$\Phi$  10-15 $\mu$ m

2n chrom. 2n ADN

**SPERMATOGONIE Ad (dark)**

= CELL. SOUCHE

A1



Glycogène



**SPERMATOGONIE Ap (pâle)**

A2

DÉBUT DE SPERMATOGENÈSE

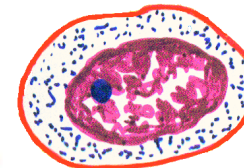


Poussiéreuse  
Pas de glycogène  
t = 0



**SPERMATOGONIE B**

Perd contact avec basale



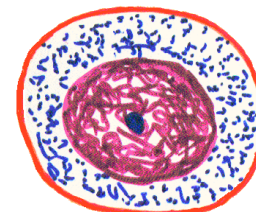
Croûtelleuse  
t = 18 j.



**SPERMATOCYTE**

I

( Aspect initial )



Ponts cytoplasmiques

t = 27 j.

## B/ PHASE D'ACCROISSEMENT

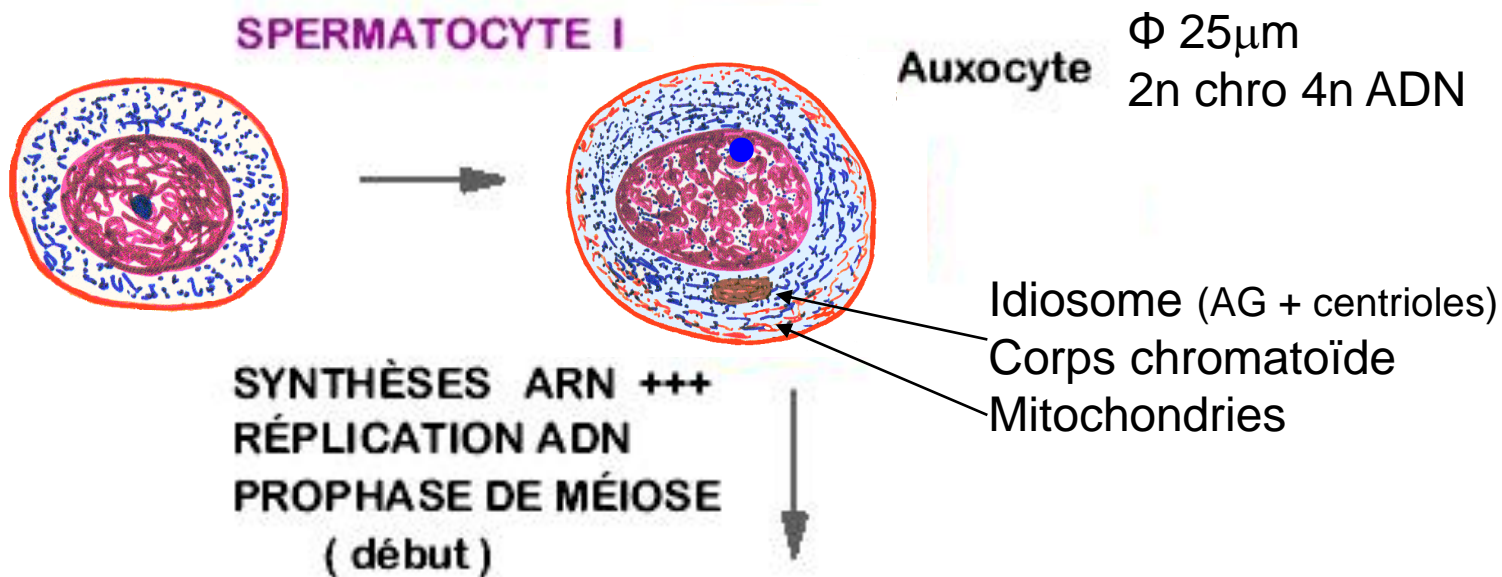
Interphase + début prophase I (début de la méiose)

Compartiment externe → Compartiment interne (début prophase I)

Cellules dans dépressions du cytoplasme de **S**

Modifications cytoplasmiques

Synthèses importantes



## C/ PHASE DE MATURATION

Cytes I et II

Achèvement de la méiose

### DIVISION RÉDUCTIONNELLE

Prophase 1 : 16j

Métaphase 1

Anaphase 1

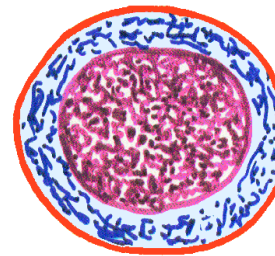
Télophase 1

→23j

### SPERMATOCYTE II

n chromosomes 2n ADN

Spermatocyte II avec X ou Y



Φ 10-12μm

t = 50 j.

### DIVISION ÉQUATIONNELLE

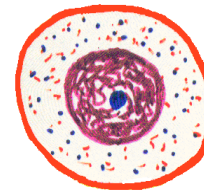
Intercinèse très courte

### SPERMATIDE

n Chromosomes n ADN

Elles affluent à la lumière du tube (logettes de S)

8 spermatides reliées ponts cytoplasmiques



t = 51 j.

Φ 8-10μm

Cellule ronde

Ne se ÷ plus

## D/ PHASE DE DIFFERENCIATION (spermiogènèse)

Spermatide → Spermatozoïde

Stabilisation matériel génétique + acquisition structures

→ transit voies génitales ♀

→ traversée enveloppes ovulaires

Durée : 23j

Spermiation

### a) La formation de l'**acrosome** à partir du **Golgi**

Les vésicules du Golgi

Granules pro-acrosomiaux

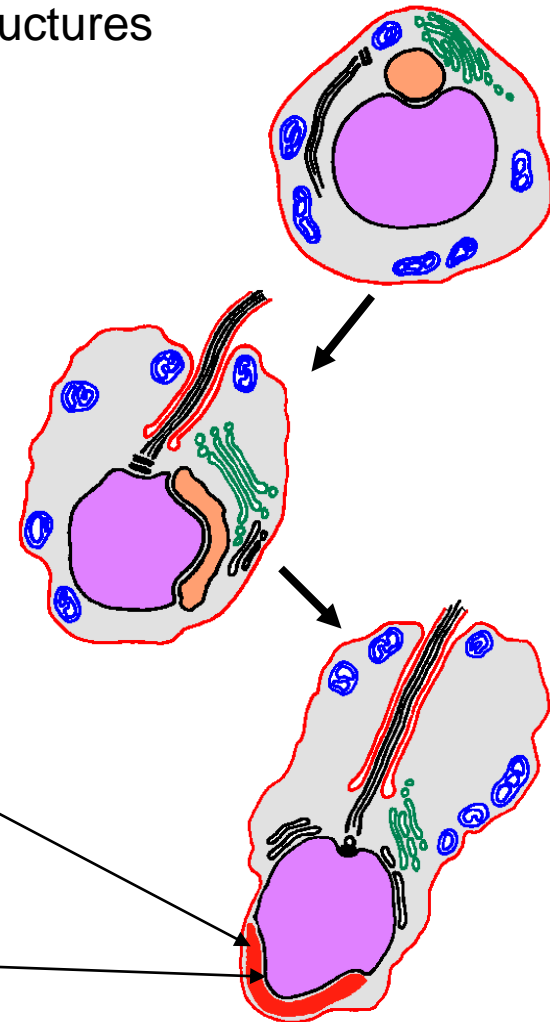
Vésicule acrosomiale (2/3 noyau)

Acrosome (lysosome) :

hyaluronidase → antérieur, cumulus

acrosine → postérieur, mbrane pellucide

Espace subacrosomial



## b) La formation du flagelle

2 centrioles (80°) → pôle opposé à l'acrosome

### Centriole distal

Allongement → Axonème du futur flagelle

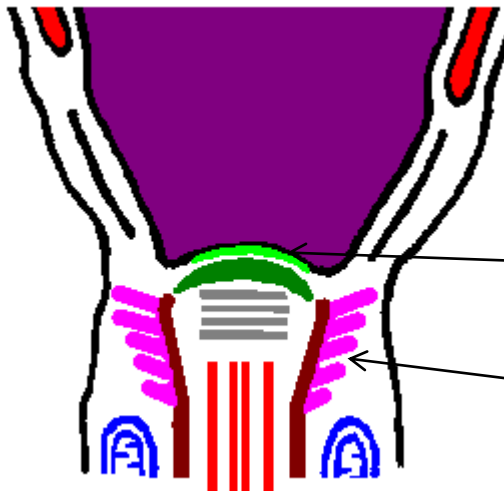
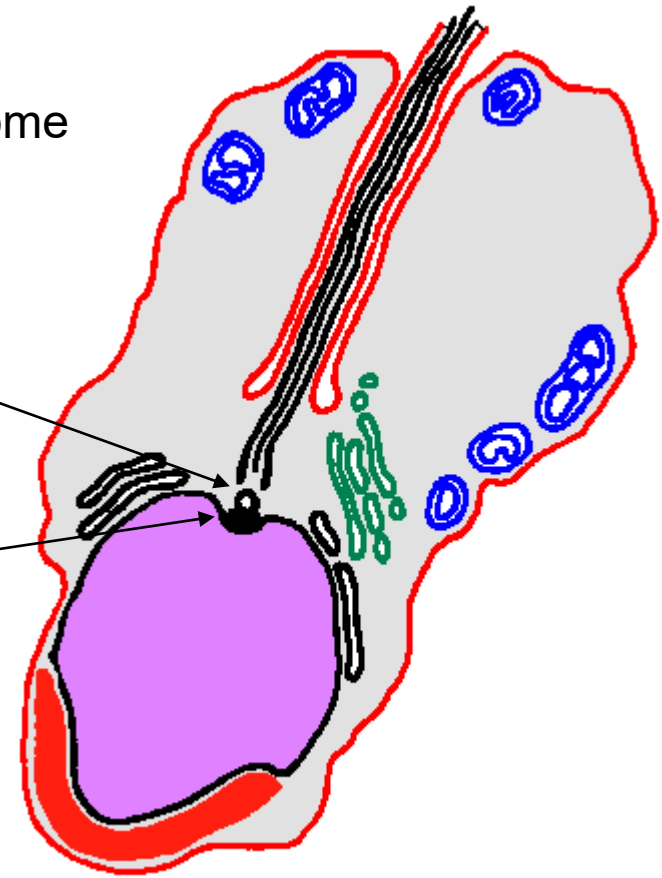
Autour : pièce connective

### Centriole juxta nucléaire ou proximal

Fossette d'implantation

Associe à une densification à l'origine de la PB

Ancrage du flagelle sur la tête du spz

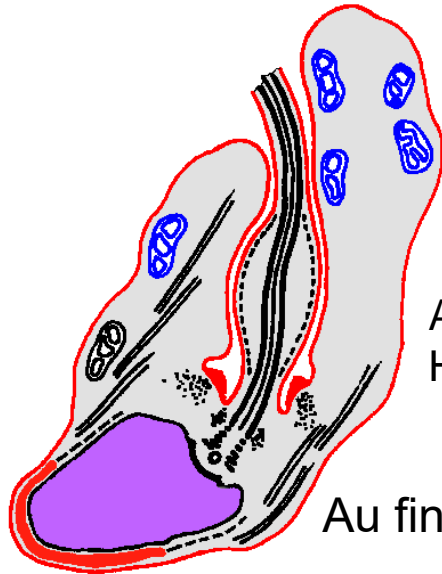


Plaque basale PB

Pièce connective

## c) L'élongation nucléaire et la condensation chromatinienne

Milieu de la spermiogenèse (10ème jour)

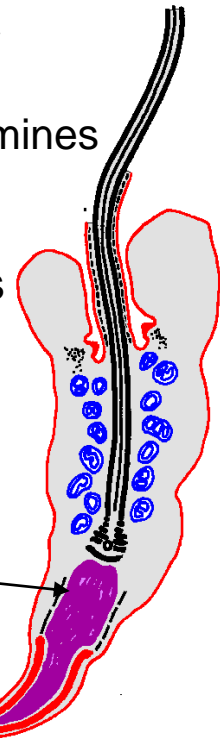


Allongement noyau + densification  
Histones / nucléoprotéines de transition / protamines  
→ Ponts S-S

Au final : 80% de protamines et 20% d'histones

1/3 postérieur : cytoplasme

2/3 antérieurs : acrosome



## d) La formation du manchon mitochondrial (pièce intermédiaire)

Mitochondries : spirales autour de la portion initiale de l'axonème  
40<sup>aine</sup> de tours

Annulus : structure circulaire formée à partir du corps chromatoïde

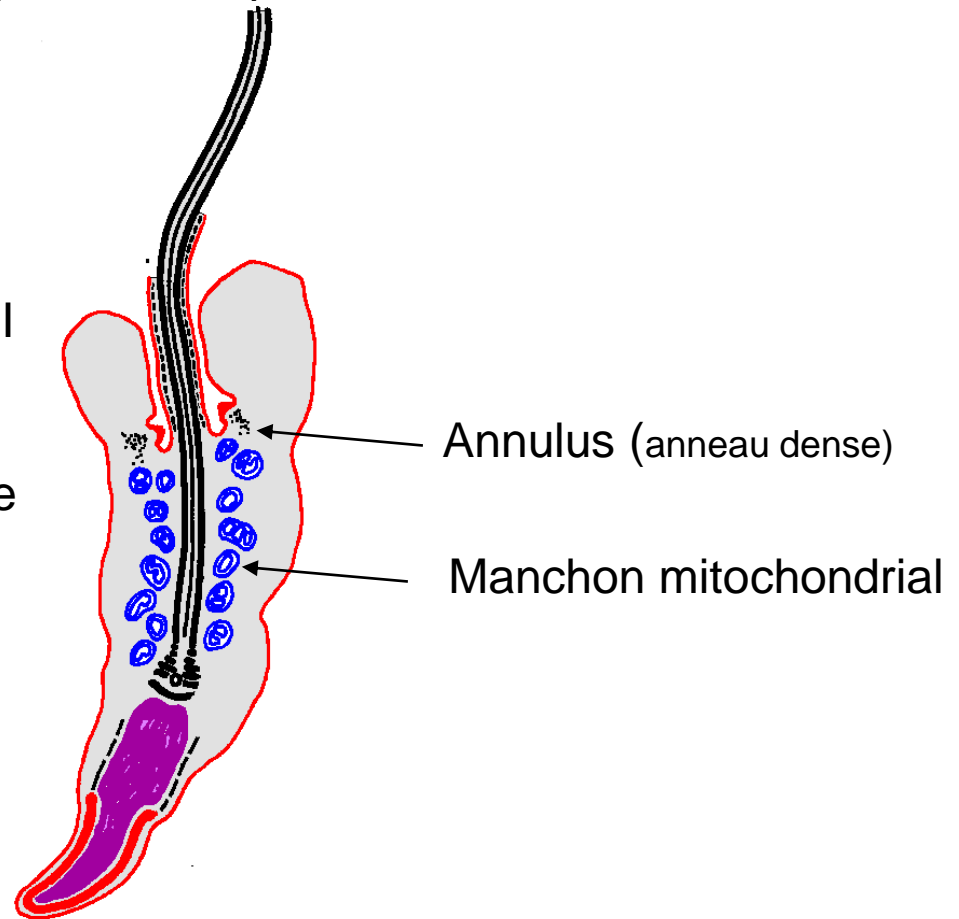
## e) L'élimination du cytoplasme

Glissement le long du flagelle

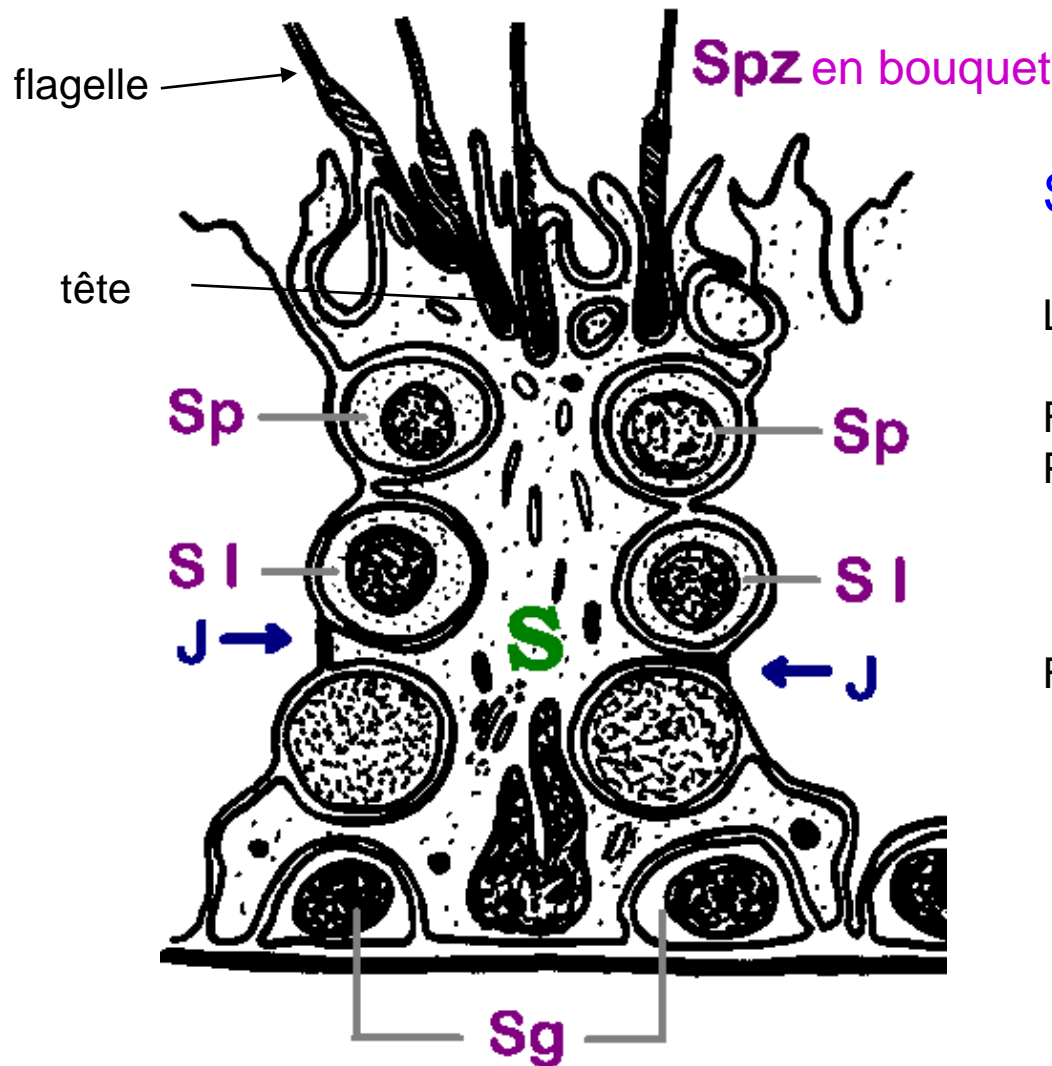
Réseau de microtubules autour de la PI

Phagocytose ou corps de Regaud

+ élimination → migration épидидyme



## E/ RESULTAT DE LA SPERMATOGENESE (fin spermiogénèse)



Spermiation t = 74j

Libération des spermatozoïdes  
(immobiles)

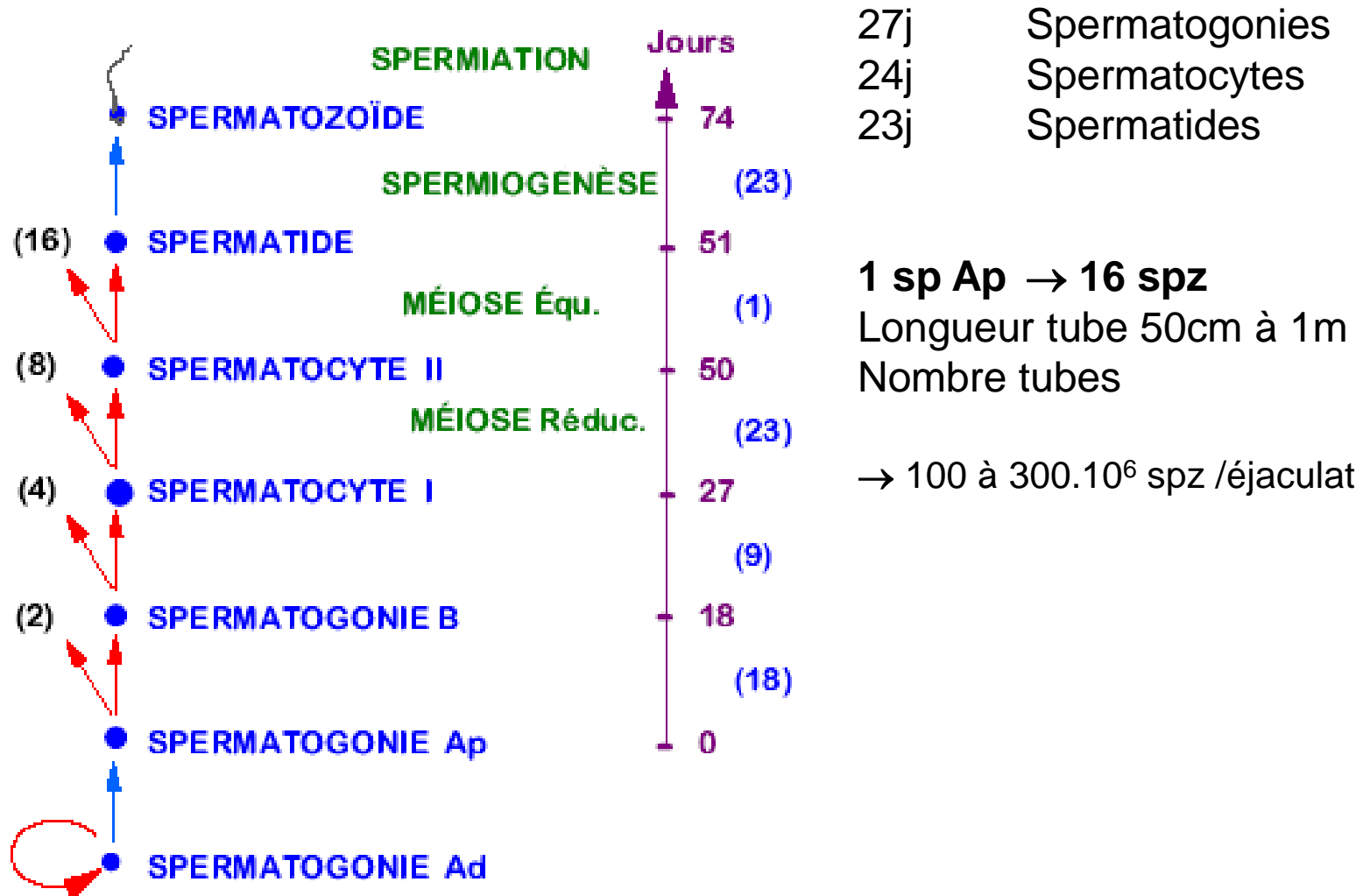
Fragmentation pôle apical **S**  
Ponts cytoplasmiques (sg B)

Fin de maturation spz → voies génitales

# F/ DONNEES CINETIQUES ET QUANTITATIVES

## Cycle spermatogénétique 74j

Différentes étapes de la spermatogenèse



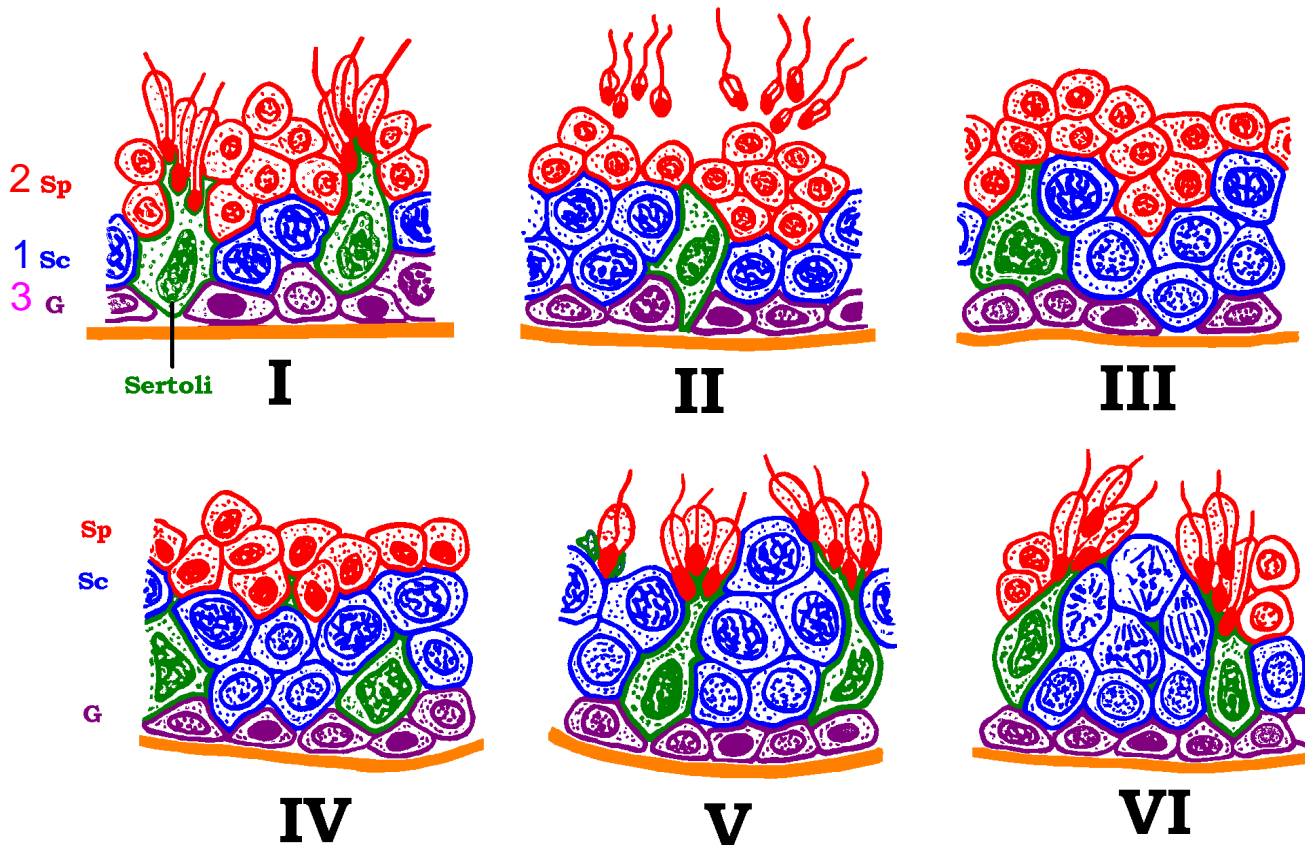
## Cycle de l'épithélium séminal 16j

1 cycle spermatogénétique = 4,6 cycles de l'épithélium séminal

A un même endroit du TS : spermatogonie Ap : 16j

Vagues successives de spermatogenèse → couches à des stades différents

Coupe de tube séminifère humain (associations privilégiées de cellules : 6 aspects)



Cellule qui mature : change 5 fois de position

# LA SPERMATOGENESE

## I/ Généralités

- A/ L'appareil génital masculin
- B/ Le testicule et l'épididyme
- C/ Le lobule testiculaire
- D/ L'épithélium séminal

## II/ Déroulement de la spermatogenèse

- A/ La phase de multiplication
- B/ La phase d'accroissement
- C/ La phase de maturation
- D/ La phase de différenciation
- E/ Résultat de la spermatogenèse
- F/ Données cinétiques et quantitatives

## III/ La migration des gamètes

### III/ La migration des gamètes

#### A/ INTRODUCTION

Achèvement maturation (conditionnement pouvoir fécondant)

Spermatozoïdes morts phagocytés (cellules épithéliales)

Elaboration liquide séminal (tractus génital + glandes + vésicules séminales)

#### B/ MIGRATION DANS LES VOIES INTRA-TESTICULAIRES

Spermatozoïdes immobiles

Flux du liquide testiculaire (S)

Débris cytoplasmiques + CG immatures

Tubes droits → Rete testis → Cônes efférents → Epididyme

## C/ MIGRATION DANS L'EPIDIDYME

2 à 3j → accumulation dans la queue de l'épididyme + conduit déférent

Liquide testiculaire résorbé

Spermatozoïdes morts : phagocytose (cellules épithéliales)

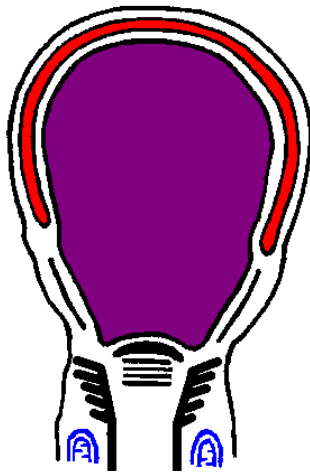
Maturation des spermatozoïdes

morphologie

mobilité (cellules épithéliales)

acquisition de sites d'ancrage ZP et à la membrane ovocytaire

décapacitation : stabilisation de la membrane pré-acrosomiale



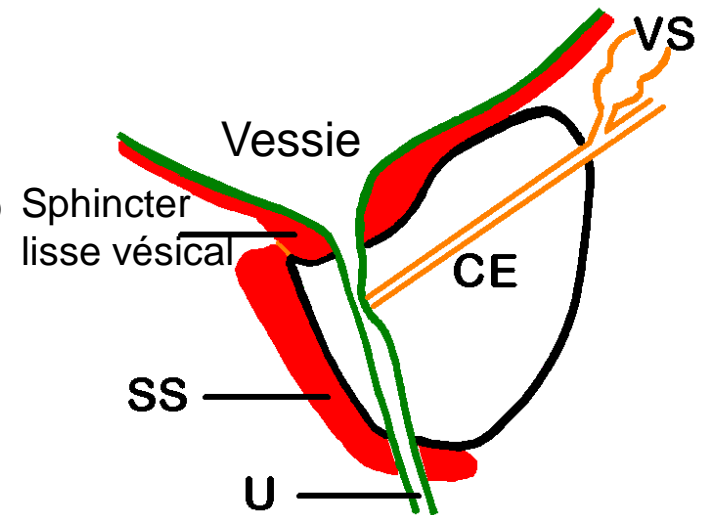
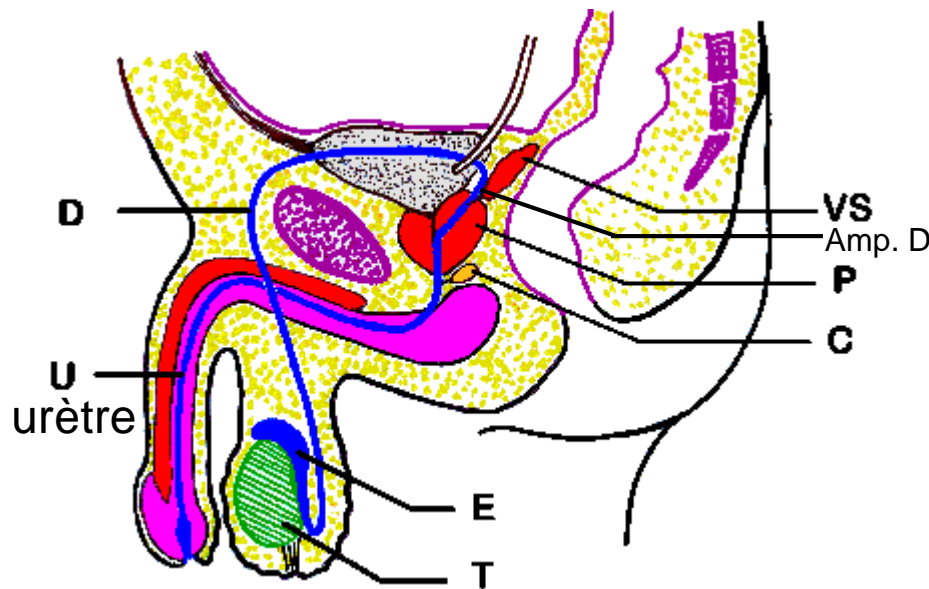
Facteur de décapacitation,  
se fixe sur la membrane des spermatozoïdes  
(inaptes à pénétrer dans les cellules)

Capacitation (voies génitales ♀) → fécondants

Protéines sécrétées par cellules épидидymaires  
(récepteur)

## D/ LES DERNIERES ETAPES DE LA MIGRATION

Lors de l'éjaculation : contractions réflexes de la paroi des conduits  
Mobilité n'intervient pas



Reflux du sperme dans la vessie  
Ejaculation rétrograde

# LA SPERMATOGENESE

- I/ Généralités
- II/ Déroulement de la spermatogenèse
- III/ La migration des gamètes
- IV/ Le liquide séminal
- V/ Le gamète mâle ou spermatozoïde
- VI/ Les caractéristiques biologiques du sperme humain
- VII/ Les facteurs de la spermatogenèse

## IV/ Le liquide séminal

Tractus génital + glandes annexes + vésicules séminales

1,5 à 6 ml

Liquide visqueux pH 7 à 8

aa libres, fructose, acide citrique, acide ascorbique, protéines, bases azotées, prostaglandines, carnitine, androgènes, oligo-éléments

**(cf Histologie spécialisée ARM)**

Substances inhibitrices de la fécondation (facteur décapacitation)

Liquéfaction : 10 à 30 min (enzymes protéolytiques prostatiques)

Rôle protecteur / mauvais milieu de conservation (20% spz vivants 24h / 37°C)