

Frédéric Morel

La gamétogenèse (généralités)
Spermatogenèse
Ovogenèse
Fécondation

frederic.morel@chu-brest.fr

2026-2027

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

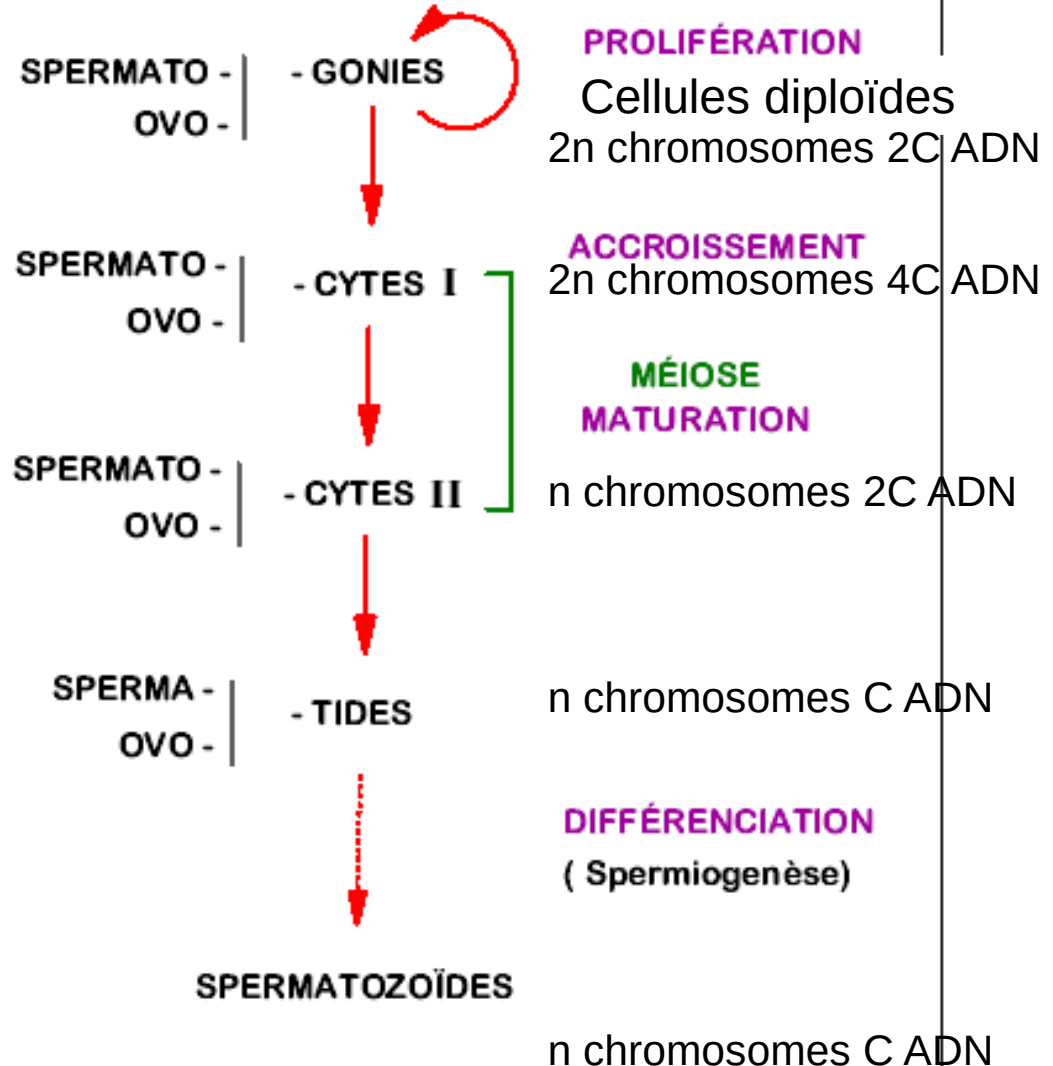
III/ Les étapes de la gamétogenèse

IV/ Différences entre gamétogenèses masculine et féminine

GENERALITES GAMETOGENESE

Formation des gamètes dans les 2 sexes
Glandes génitales

// LES CELLULES DE LA LIGNEE GERMINALE



Duplication ADN

1ère division
méiotique

2ème division
méiotique

III/ MEIOSE

Propre à la lignée germinale : -CYTES

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

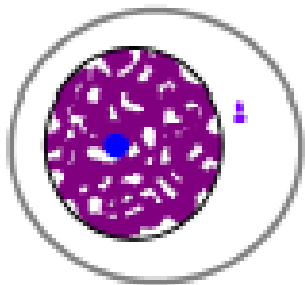
A/ Buts de la méiose

Gamètes haploïdes

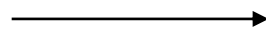
Brassage génétique : gamètes génétiquement tous différents

B/ Description du processus méiotique

a/ La première division méiotique (réductionnelle)



INTERPHASE
Duplication

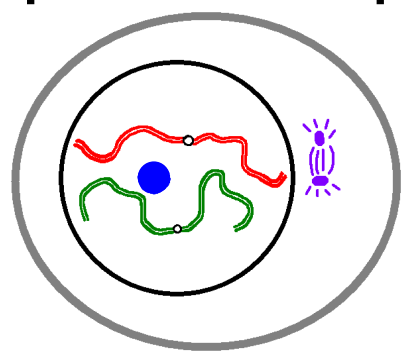


Première
division méiotique

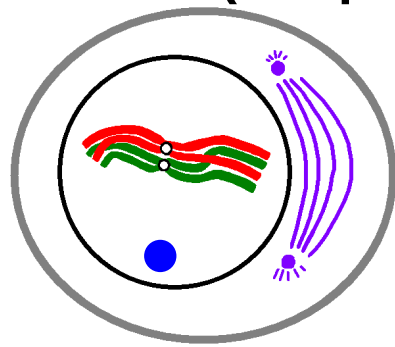
Prophase 1
Métaphase 1
Anaphase 1
Télophase 1

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

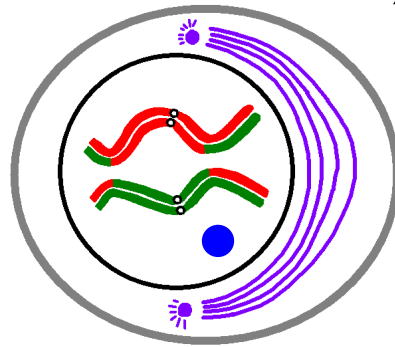
Prophase 1 : Cinq stades différents (morphologie des chromosomes)



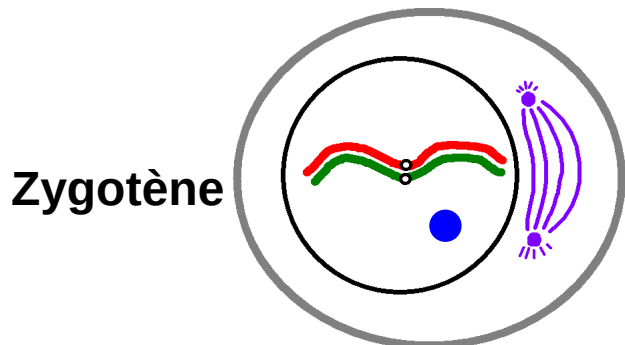
Leptotène



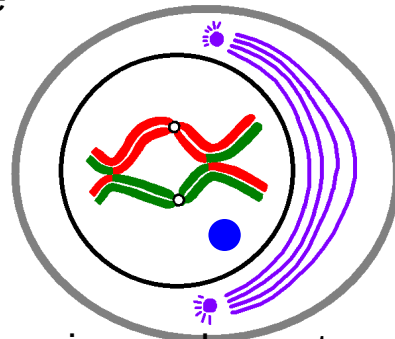
Pachytène



Diacinèse



Zygotène



Diplotène

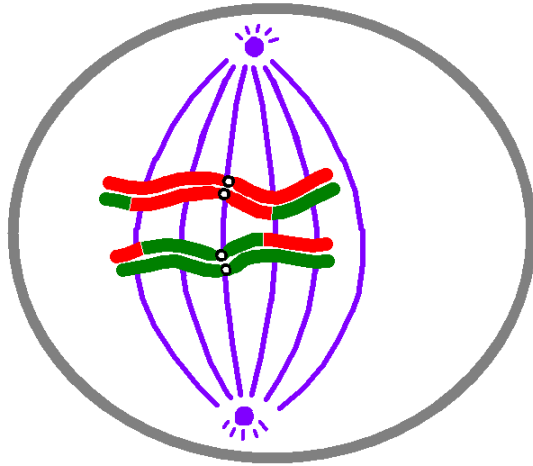
Appariement terminé
n Bivalents / n Tétrades
Crossing-over :
recombinaison génétique

Stade de repos
Durée variable

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

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

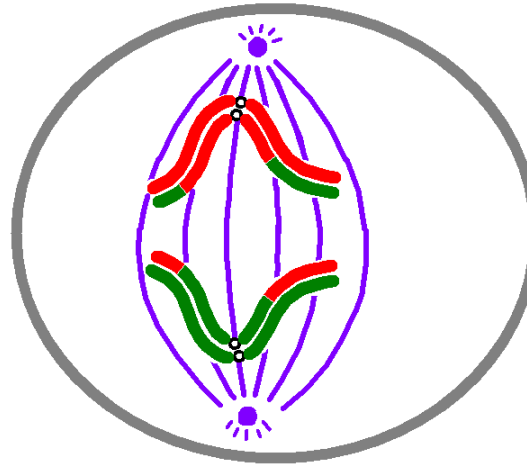
Brassage intrachromosomique



Métaphase 1

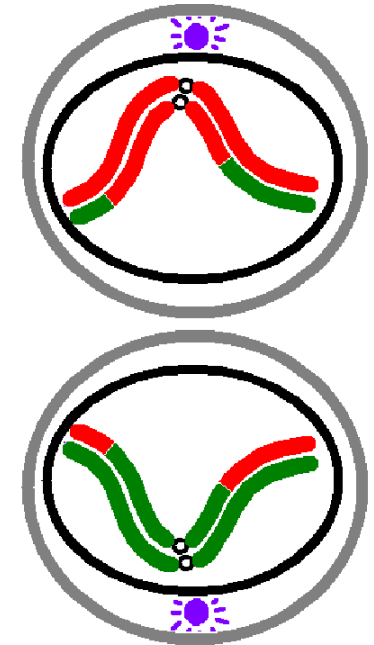
Enveloppe nucléaire -
Disposition sur la plaque équatoriale
du fuseau

Brassage interchromosomique



Anaphase 1

Séparation / migration vers
les pôles opposés des
chromosomes homologues



Télophase 1

Disparition du fuseau
Reconstitution noyau
Segmentation cytoplasme
Cytodiérèse

1 cellule à $2n$ chromosomes bichromatidiens $4C$ ADN



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

b/ La deuxième division méiotique (équationnelle)

Intercinèse : très courte → cellule directement en prophase 2

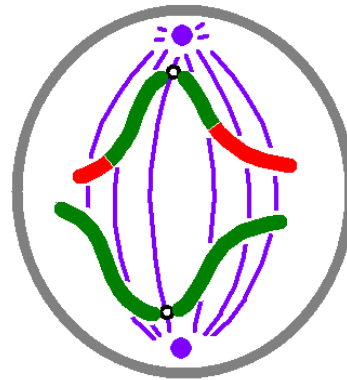
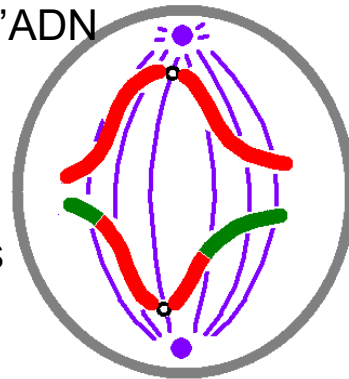
Mitose (n chromosomes bichromatidiens)
pas précédée par une synthèse d'ADN

Métaphase 2

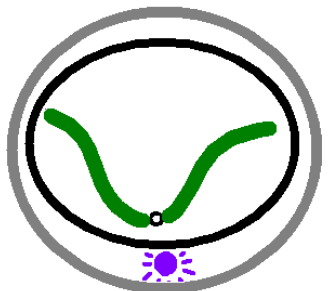
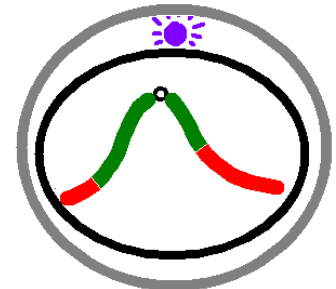
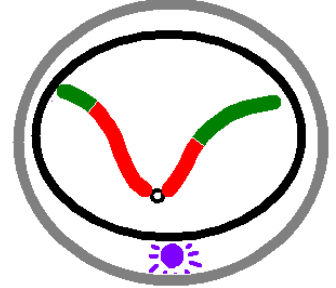
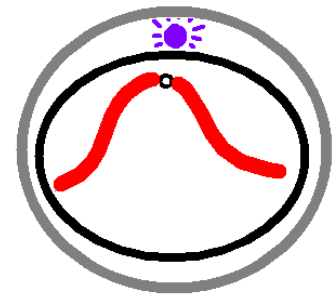
Anaphase 2 (séparation / migration : des chromatides sœurs)

Télophase 2

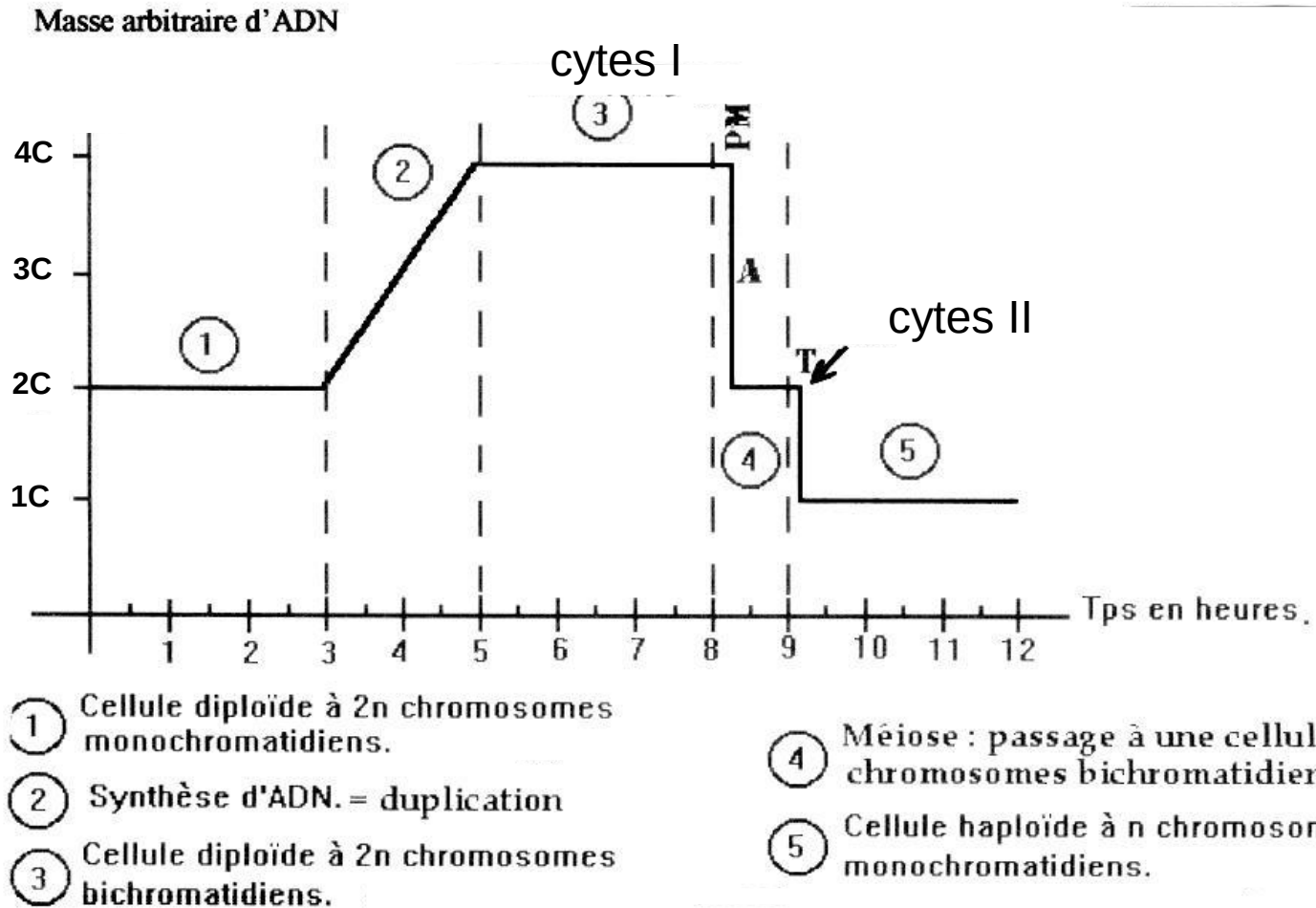
↓
4 cellules à
n chromosomes
monochromatidiens
C ADN



Anaphase 2



Télophase 2



1 cellule à $2n$ chromosomes bichromatidiens



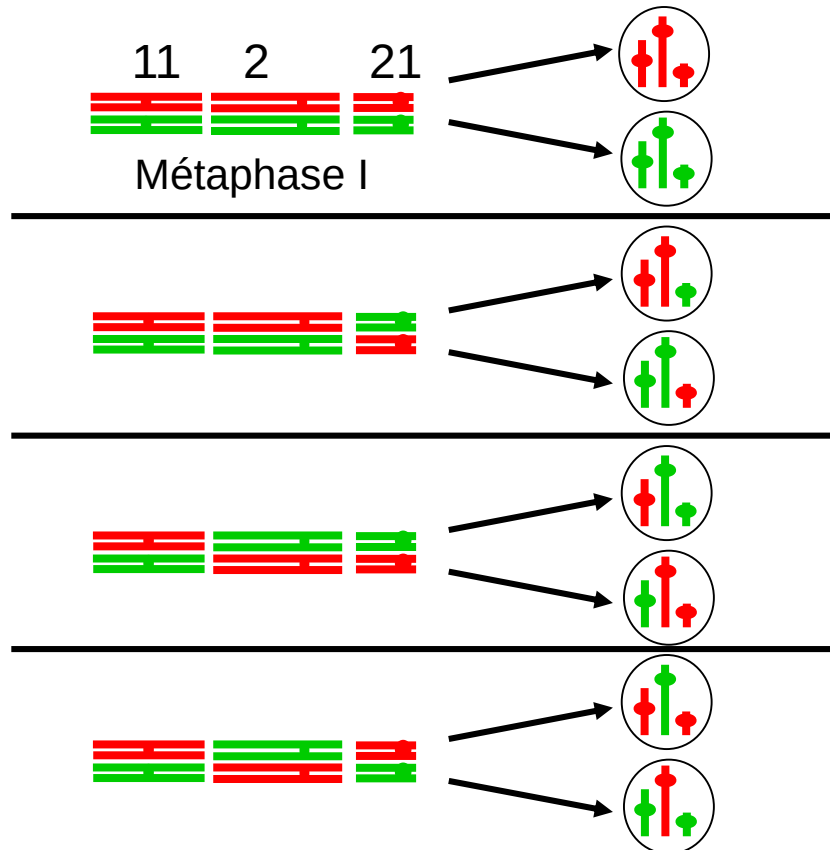
4 cellules à n chromosomes monochromatidiens

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



8 gamètes différents

$$2^3 = 8$$

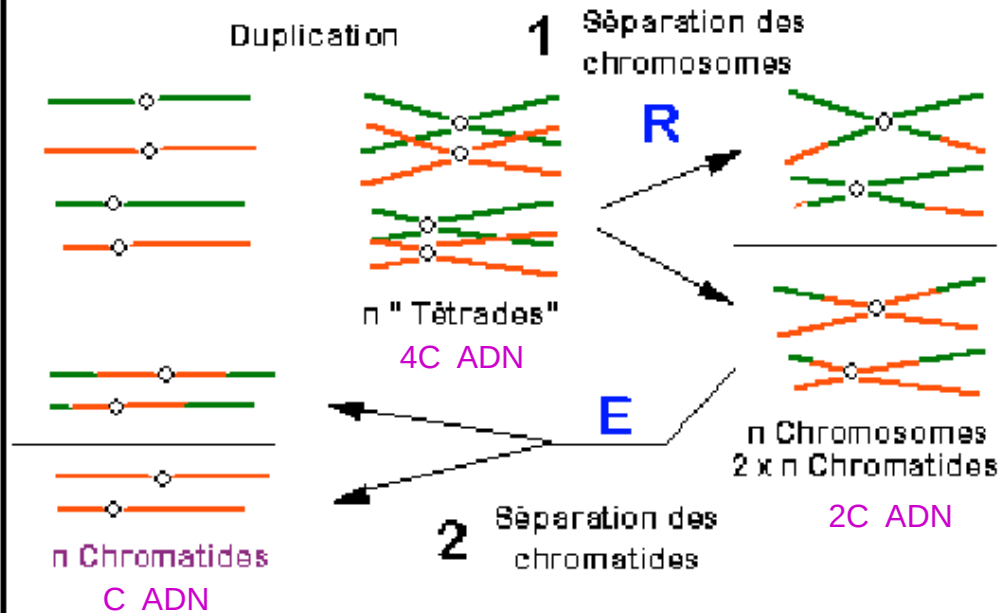
$$2^n$$

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

b/ Brassage intrachromosomique :

Nombre gamètes différents beaucoup plus ↗ : CO en prophase 1

MÉIOSE

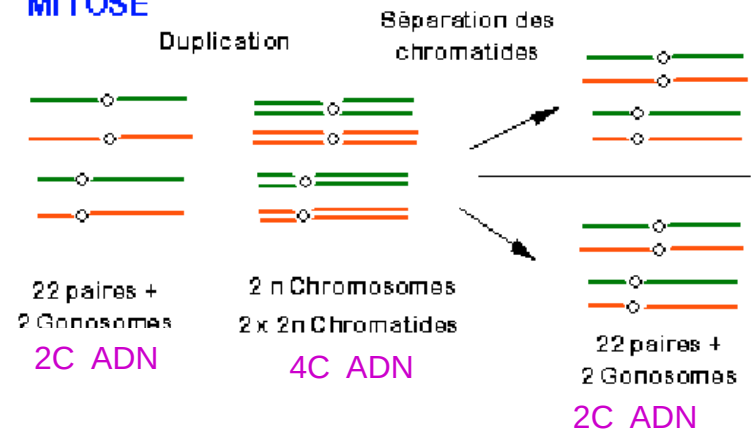


Recombinaison génétique connue sous le nom de CO

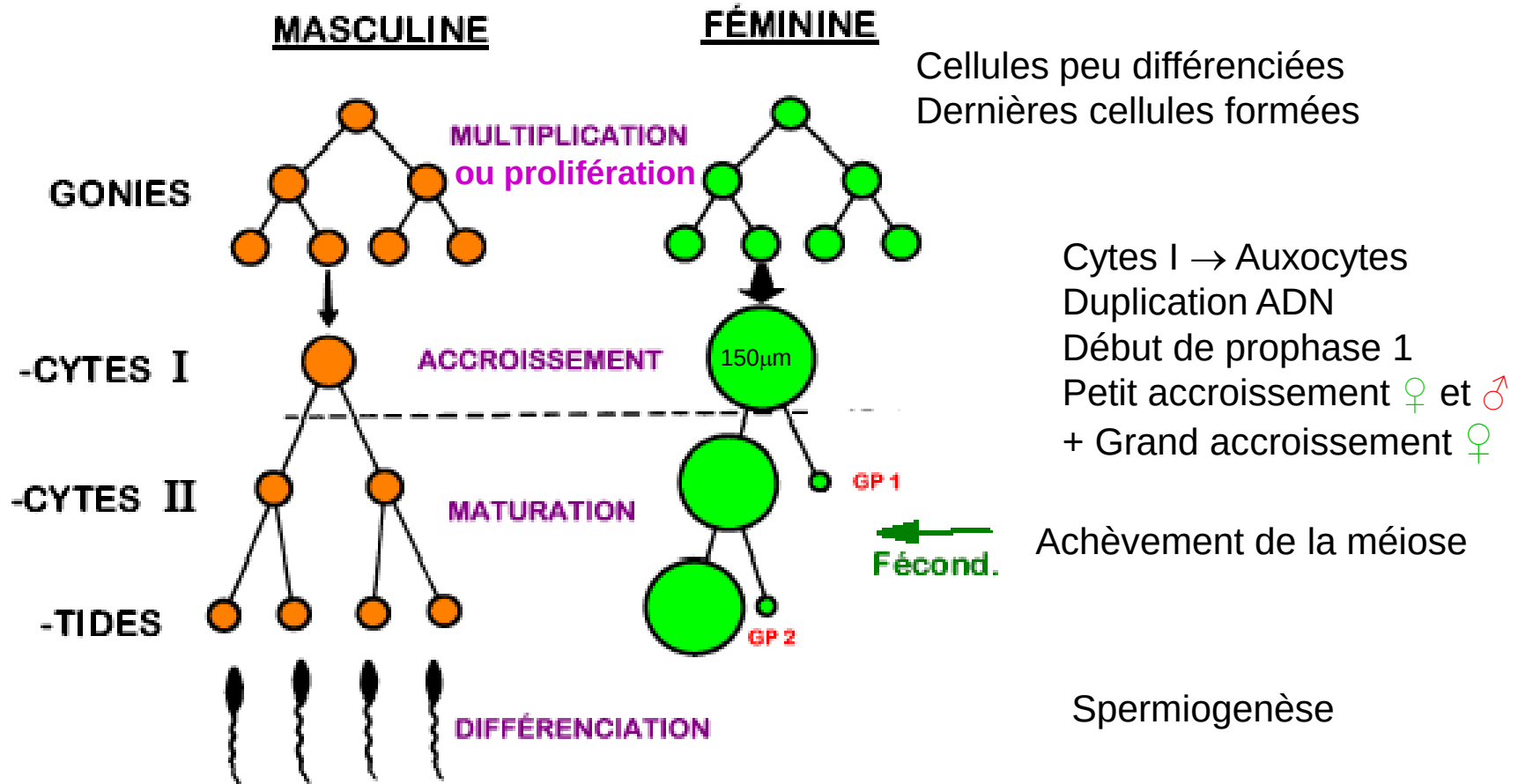
Echange de segments entre homologues (cassure-réunion de l'ADN entre des points strictement homologues)
Ni perte ni gain.

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

MITOSE



III/ LES ETAPES DE LA GAMETOGENESE



IV/ DIFFERENCES ENTRE GAMETOGENESES MASCULINE ET FEMININE

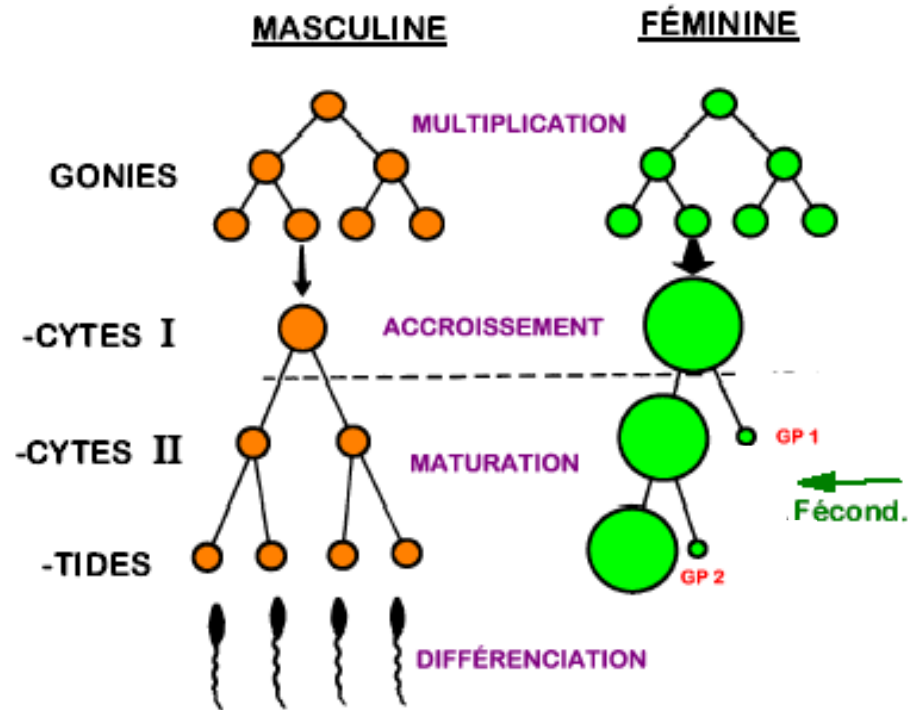
Point de vue génétique : similaire

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

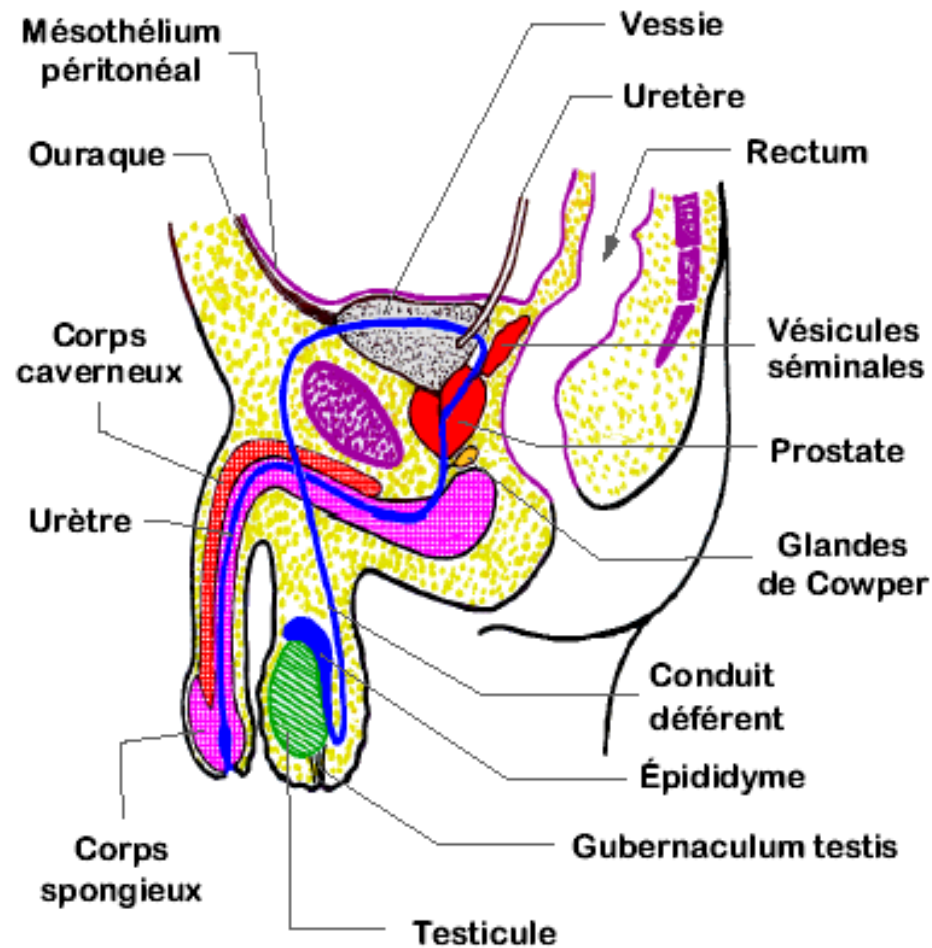
// Généralités

A/ L'appareil génital masculin

APPAREIL
REPRODUCTIF
MASCULIN =

GONADES
VOIES GÉNITALES + GLANDES
ORGANES GÉNITAUX EXTERNES

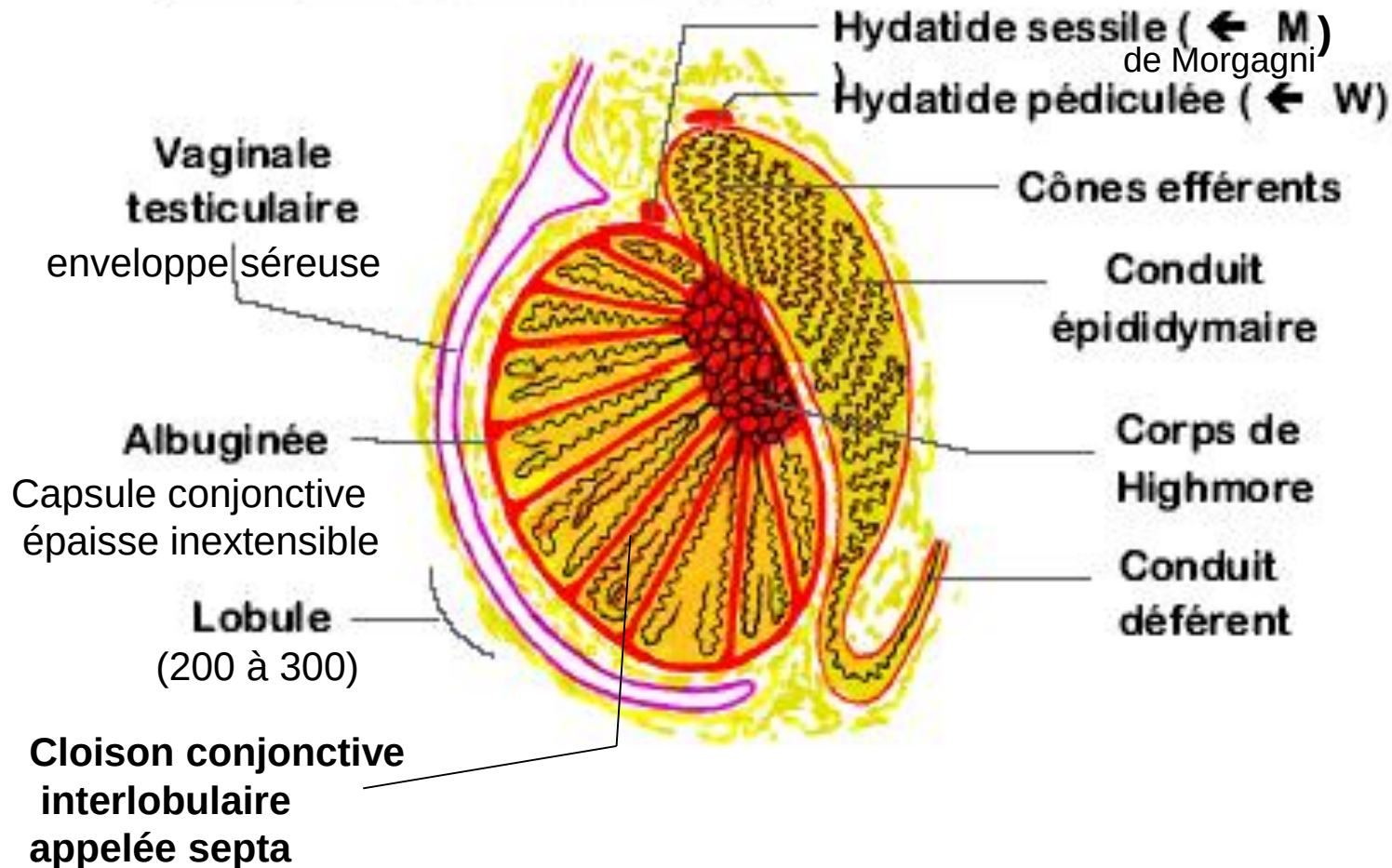
Exocrine / endocrine



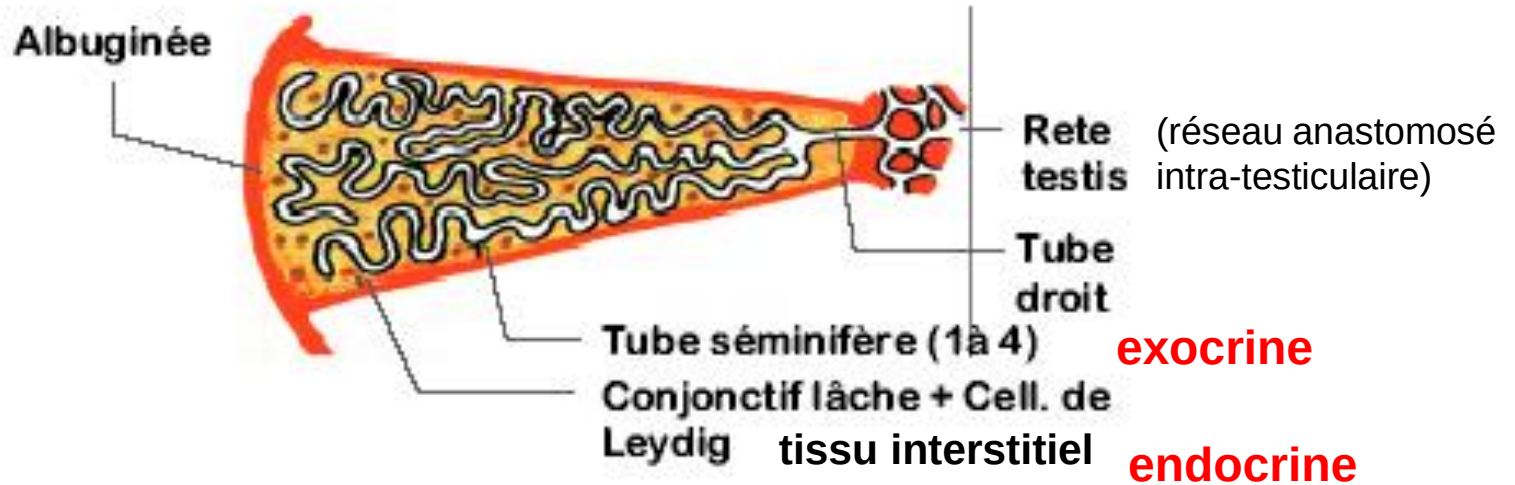
(réservoirs appartenant
aux voies spermatiques)

B/ Le testicule et l'épididyme

Testicule : Ovoïde 4,5cm / 3cm / 2cm



C/ Le lobule testiculaire (200 à 300)



Tissu interstitiel

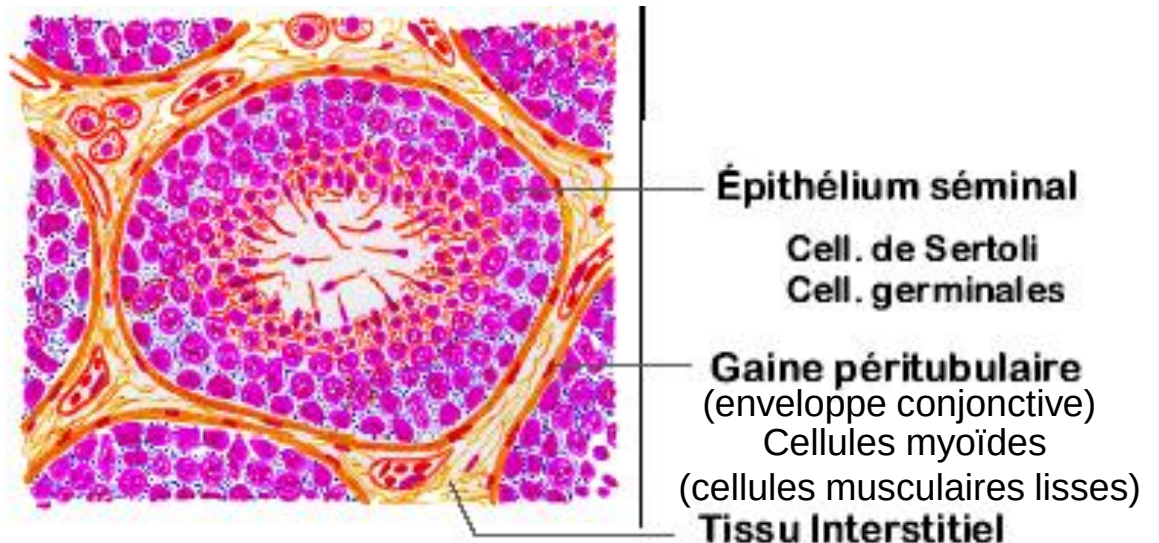
glande endocrine diffuse (3% du volume) : cellules de Leydig + tissu interstitiel
cellules Leydig → androgènes testiculaires
testostérone + FSH → Maintien + intégrité de la lignée germinale

Tube séminifère (séminipare)

1m

Φ 150 à 180μm

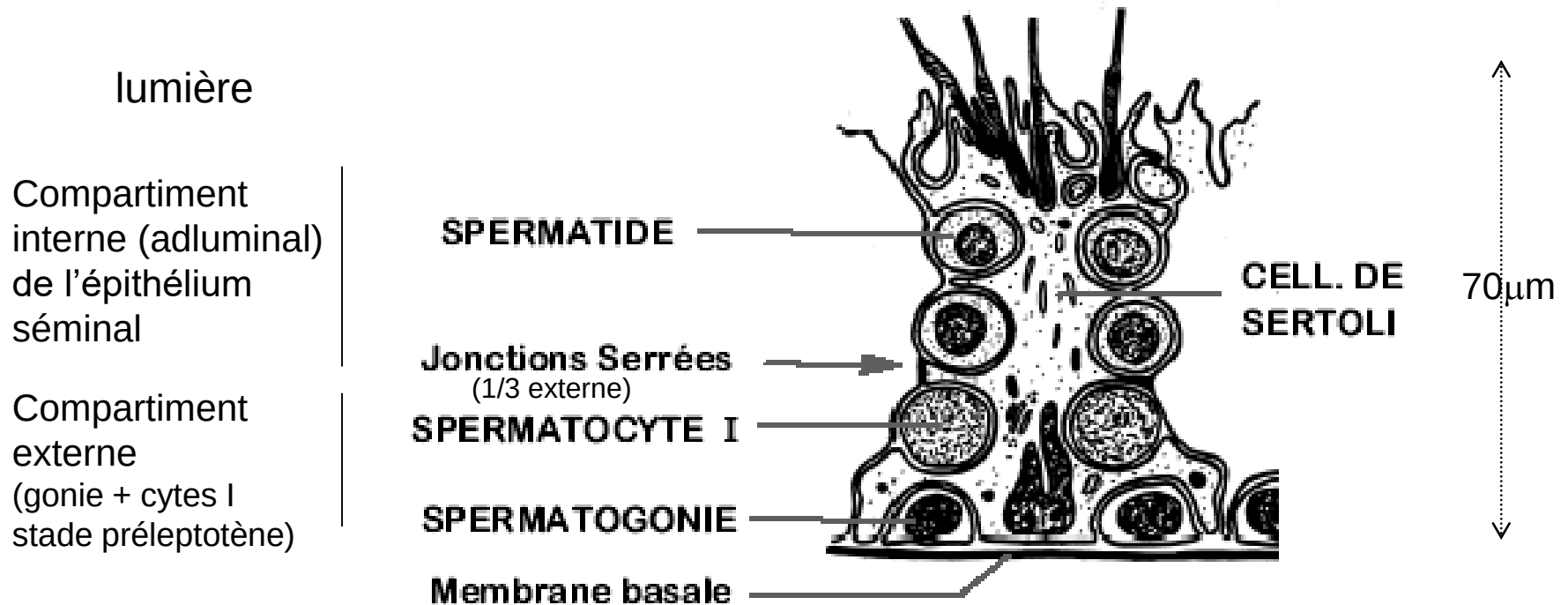
Coupe transversale



Intéractions 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 gamétogenèse

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 β -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

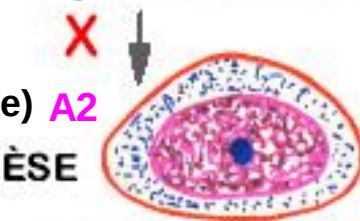
X spermatogonies
Compart. externe
Cellules rondes
 Φ 10-15 μ m
2n chrom. 2C ADN

SPERMATOGONIE Ad (dark)
= CELL. SOUCHE **A1**



Glycogène

SPERMATOGONIE Ap (pâle) A2
DÉBUT DE SPERMATOGENÈSE



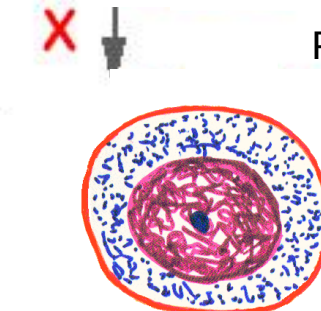
Poussiéreuse
Pas de glycogène
t = 0

SPERMATOGONIE B
Perd contact avec basale



Croûteuse
t = 18 j.

SPERMATOCYTE I
(Aspect initial)



Ponts cytoplasmiques
t = 27 j.

B/ PHASE D'ACCROISSEMENT

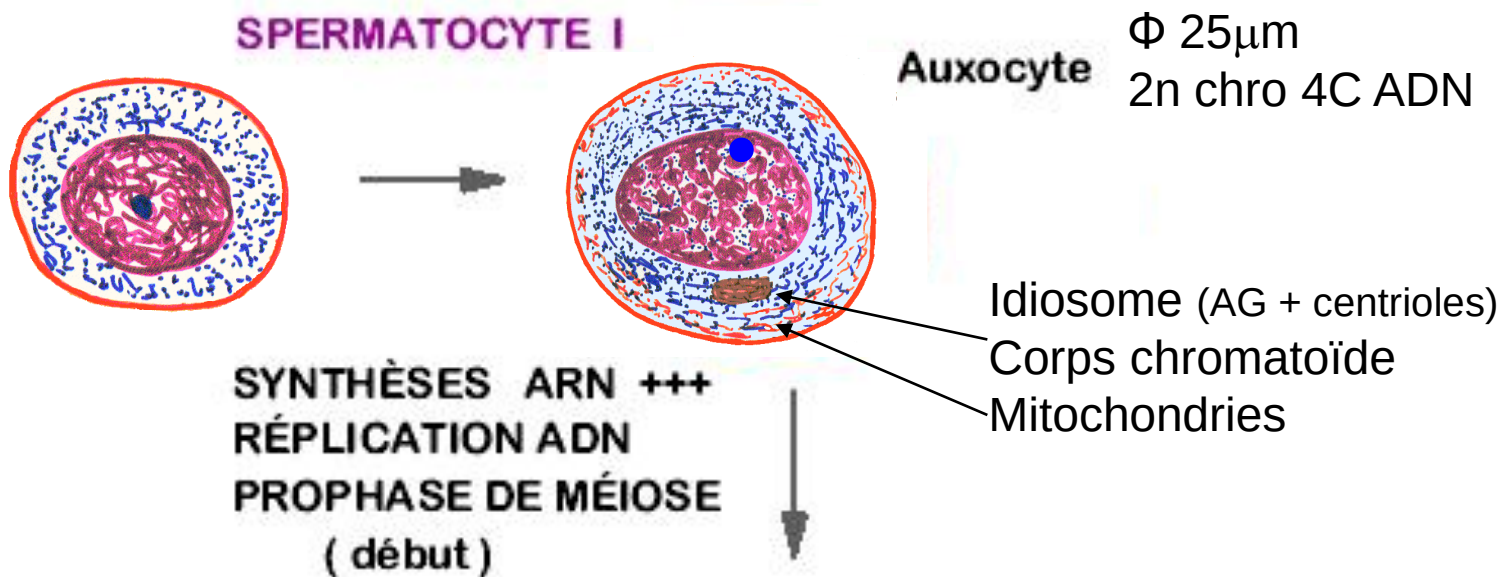
Interphase + début prophase I (début de la méiose)

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 2C ADN

Spermatocyte II avec X ou Y

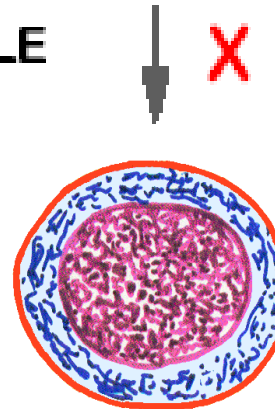
DIVISION ÉQUATIONNELLE

SPERMATIDE

n Chromosomes C ADN

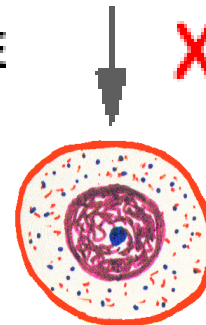
Elles affluent à la lumière du tube (logettes de S)

8 spermatides reliées ponts cytoplasmiques



Φ 10-12 μ m

t = 50 j.



Intercinèse très courte

t = 51 j.

Φ 8-10 μ m

Cellule ronde

Ne se ÷ plus

D/ PHASE DE DIFFERENCIATION (spermiogénèse)

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

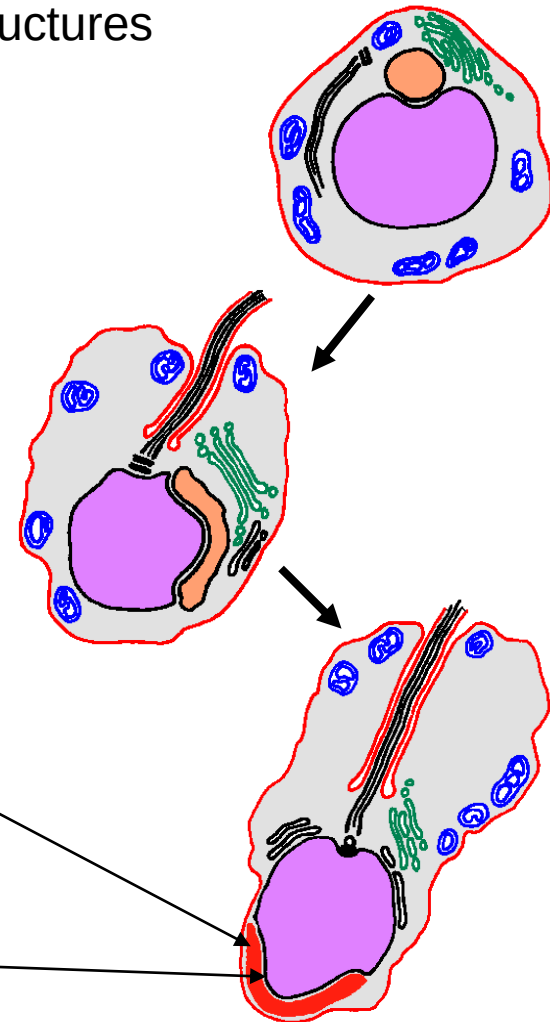
Vésicule acrosomiale (2/3 noyau)

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

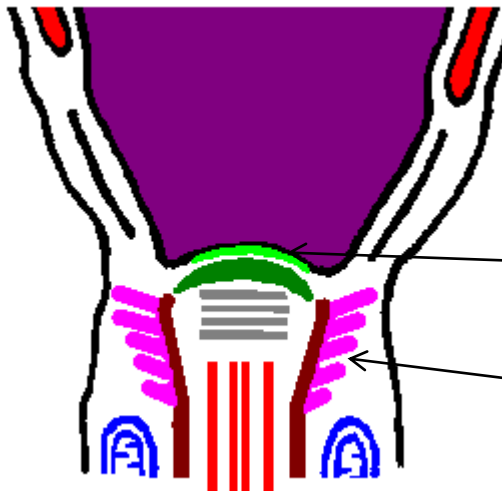
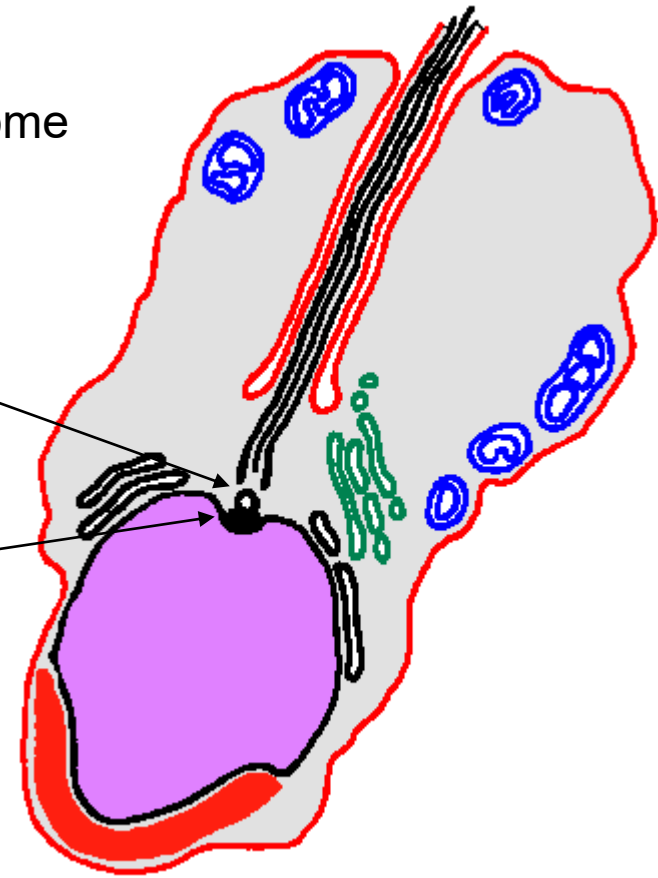
Autour : pièce connective

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

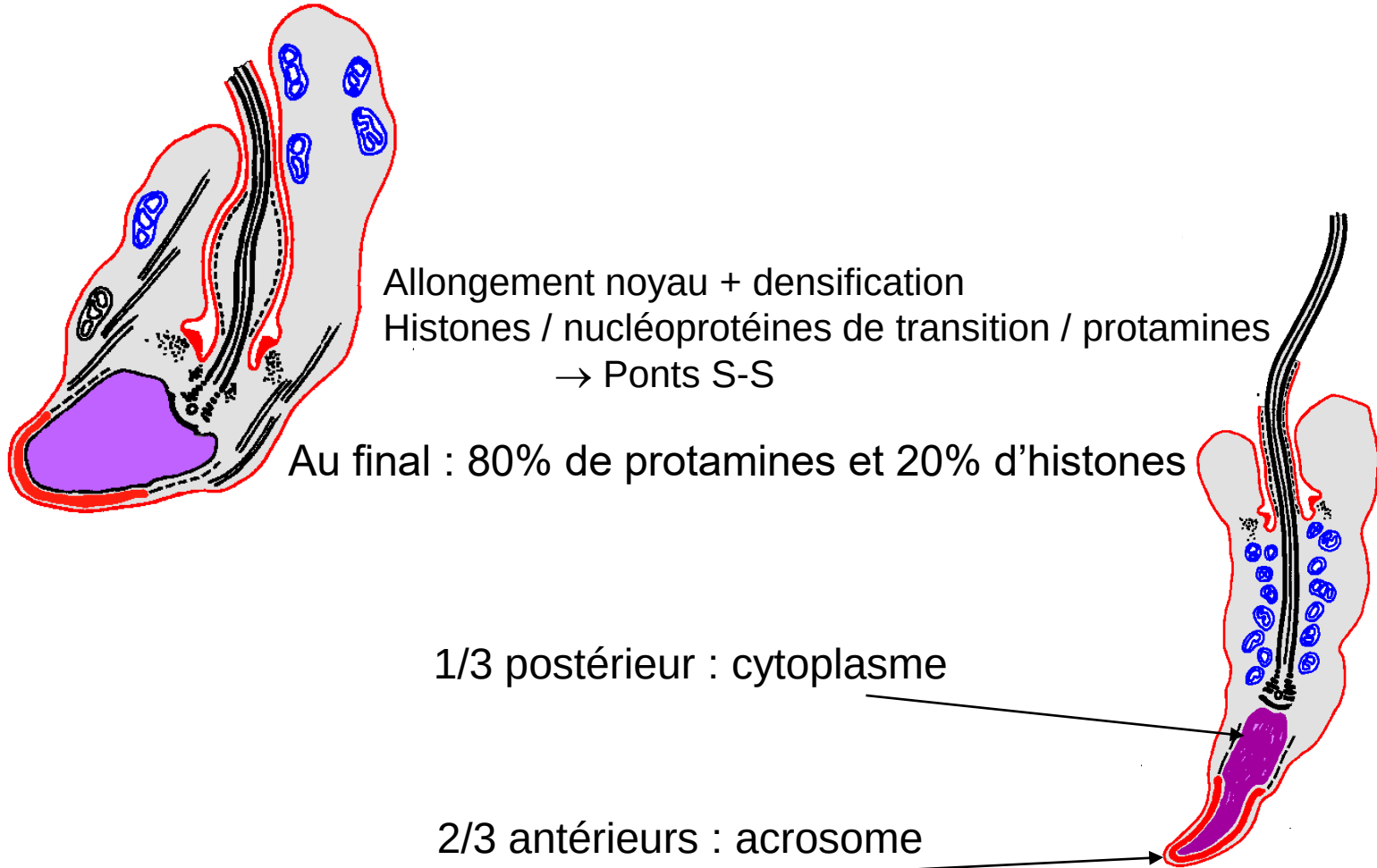


Plaque basale PB

Pièce connective

c) L'élongation nucléaire et la condensation chromatinienne

Milieu de la spermiogenèse (10ème jour)



d) La formation du manchon mitochondrial (pièce intermédiaire)

Mitochondries : spirales autour de la portion initiale de l'axonème

Réalisation de tours

Annulus : structure circulaire formée à partir du corps chromatoïde

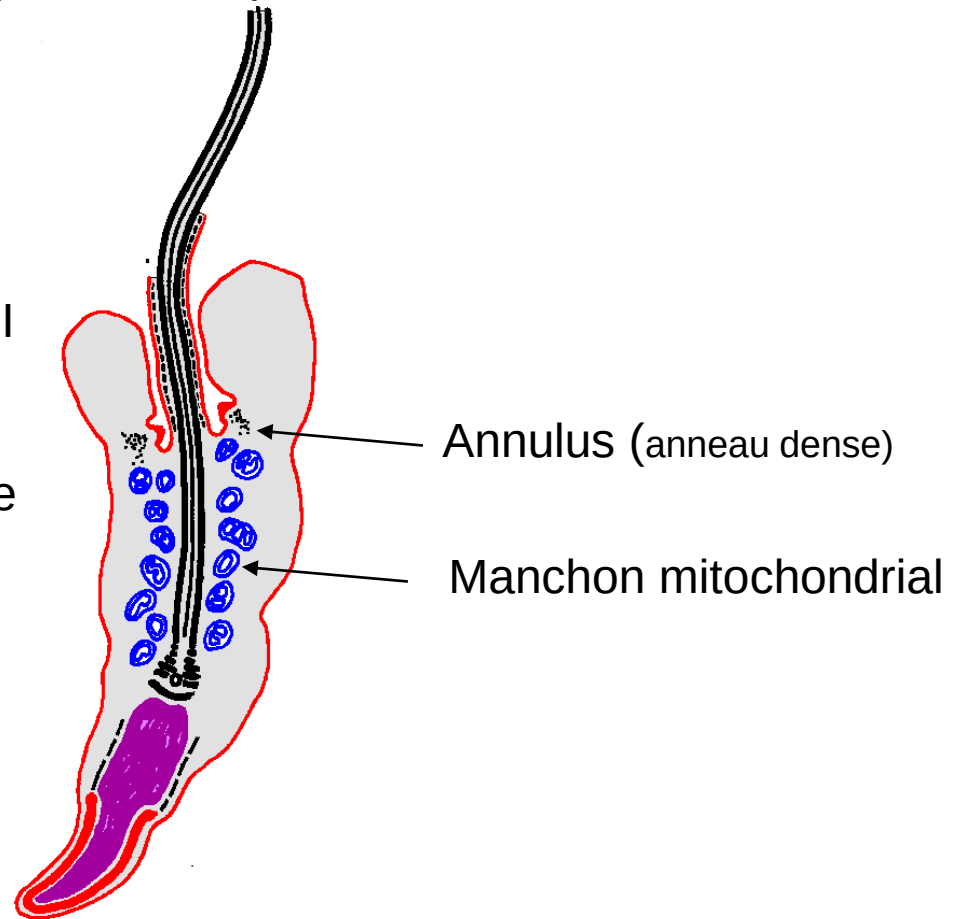
e) L'élimination du cytoplasme

Glissement le long du flagelle

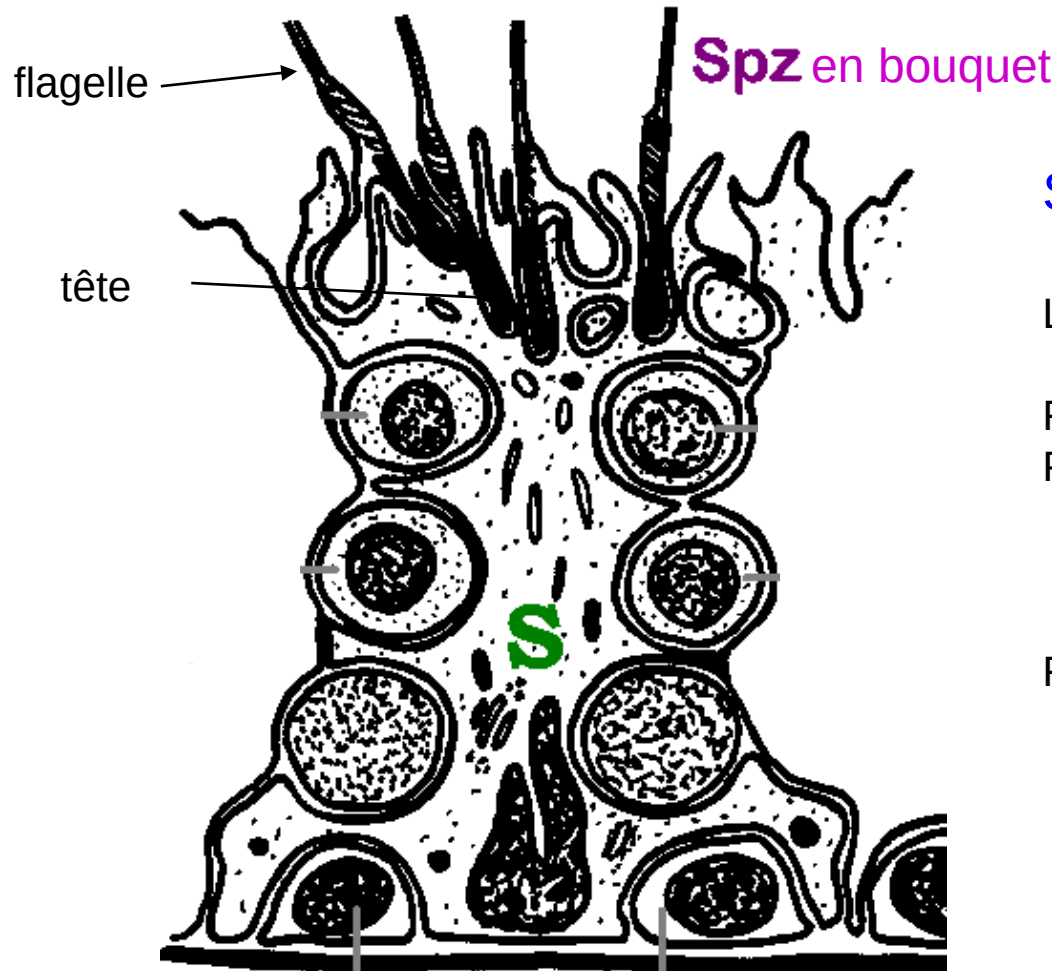
Réseau de microtubules autour de la PI

Phagocytose ou corps de Regaud

+ élimination → migration épидidyme



E/ RESULTAT DE LA SPERMATOGENESE (fin spermiogenèse)



Spermiation $t = 74j$

Libération des spermatozoïdes
(immobiles)

Fragmentation pôle apical **S**

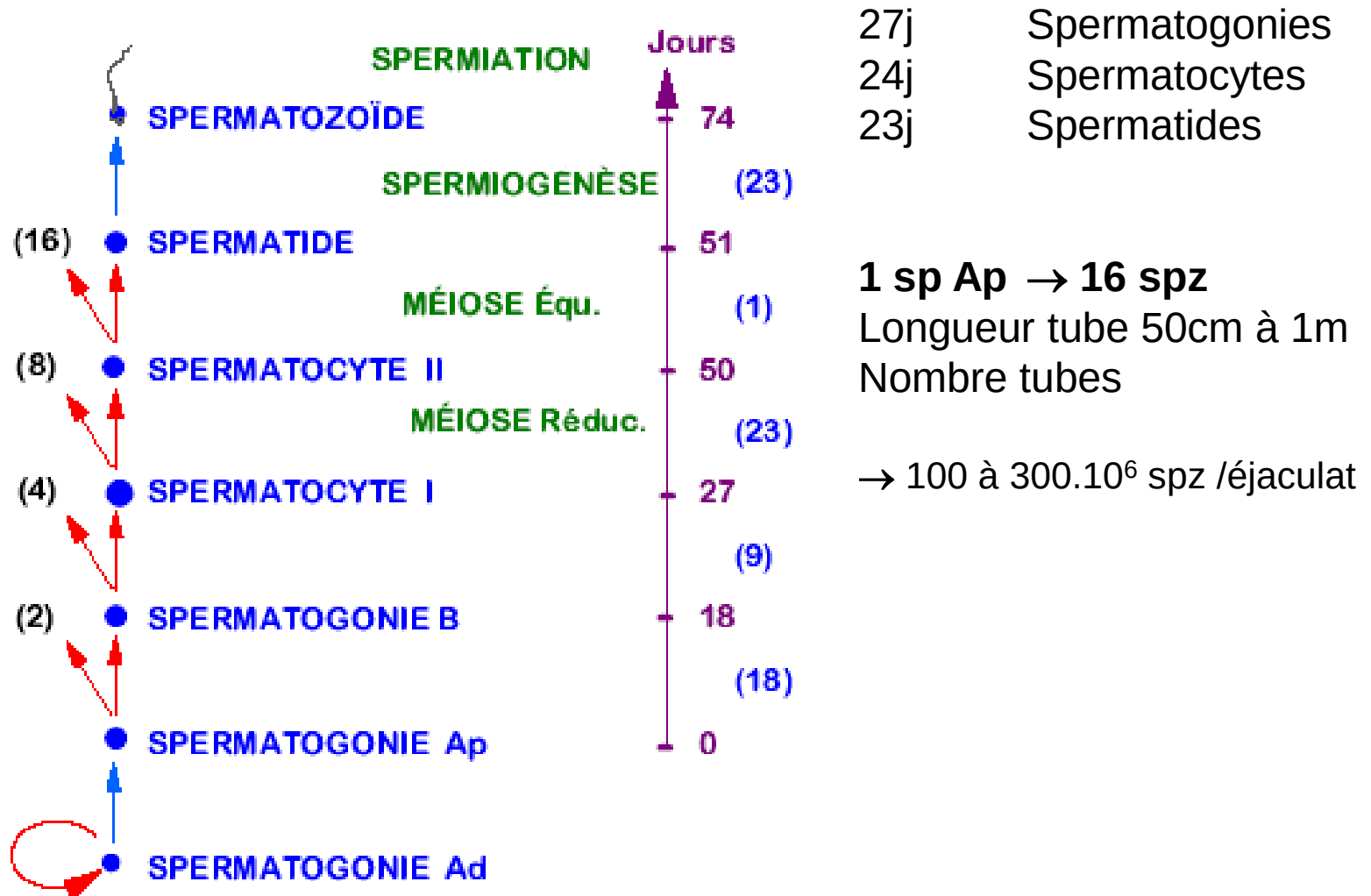
Ponts cytoplasmiques (sg B)

Fin de maturation spz → voies génitales

F/ DONNEES CINETIQUES ET QUANTITATIVES

Cycle spermatogénétique 74j

Différentes étapes de la spermatogenèse



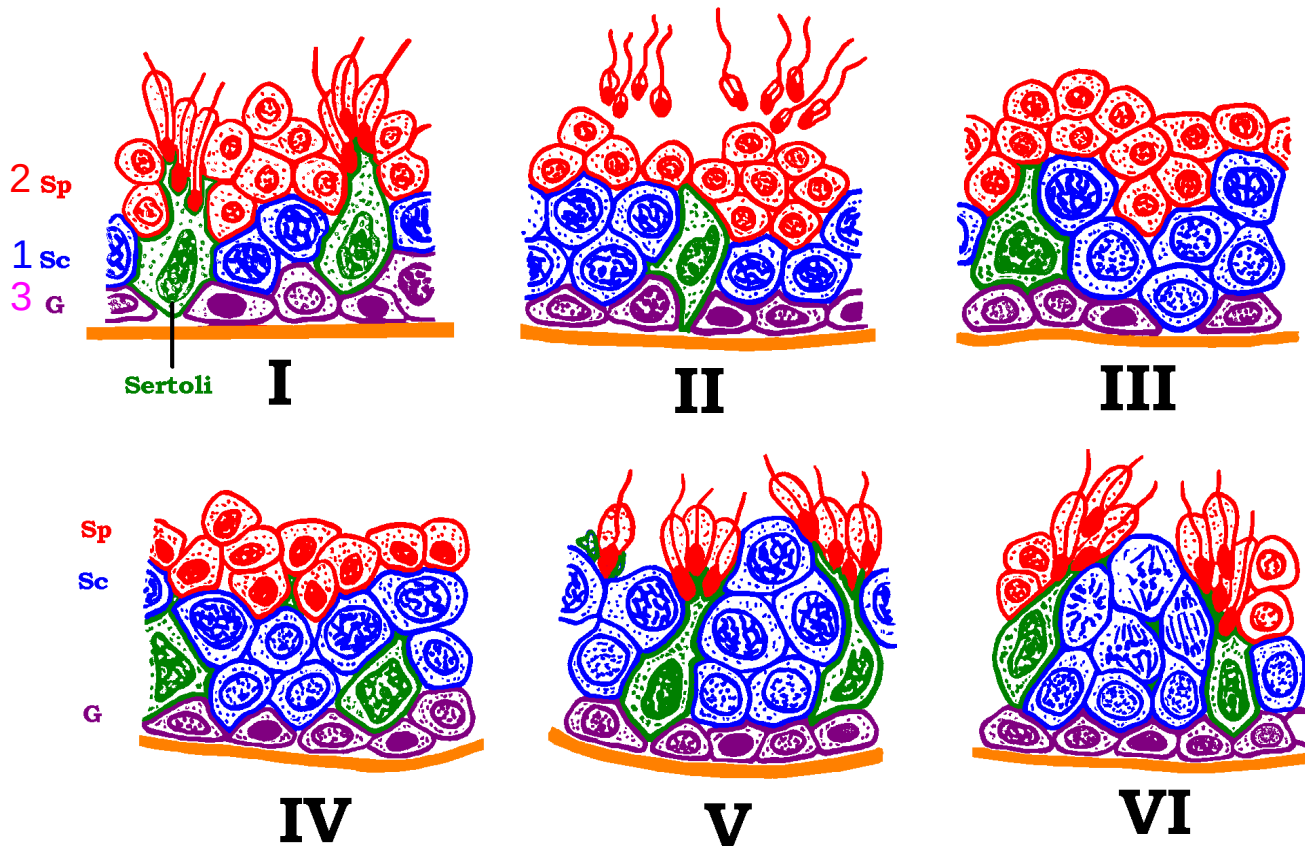
Cycle de l'épithélium séminal 16j

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)

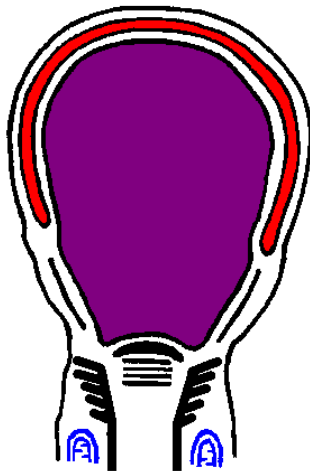
Maturation des spermatozoïdes

morphologie

mobilité (cellules épithéliales)

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

décapacitation : stabilisation de la membrane pré-acrosomiale



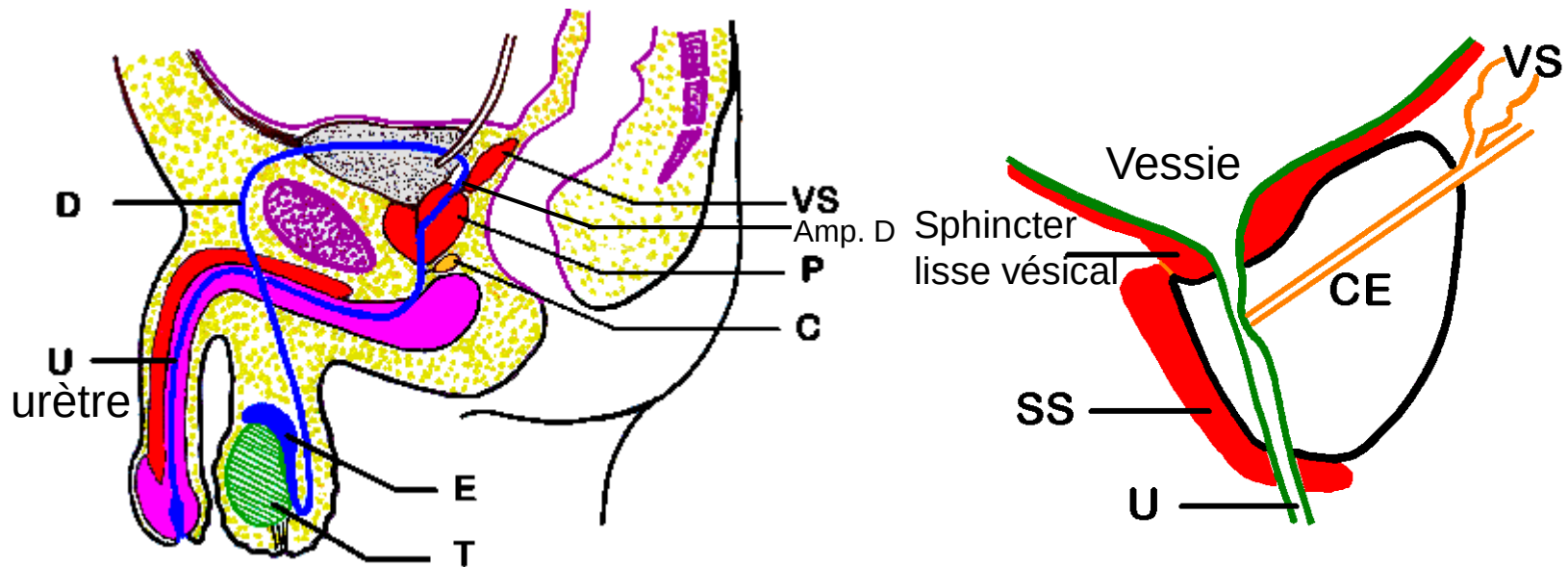
Facteur de décapacitation,
se fixe sur la membrane des spermatozoïdes
(inaptes à pénétrer dans les cellules)

Capacitation (voies génitales ♀) → fécondants

Protéines sécrétées par cellules épididymaires
(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
Éjaculation rétrograde