Méiose et Gamétogenèse

Dr Elsa Labrune, MD PhD
Hôpital Femme Mère Enfant
Service de Médecine de la Reproduction
2025-2026

Un peu d'histoire…





1 cellule =
4 chromosomes

♀
1 cellule =
2 chromosomes

♂
1 cellule =
2 chromosomes



1 cellule =
4 chromosomes

Méiose, du grec *meiosis* = réduction

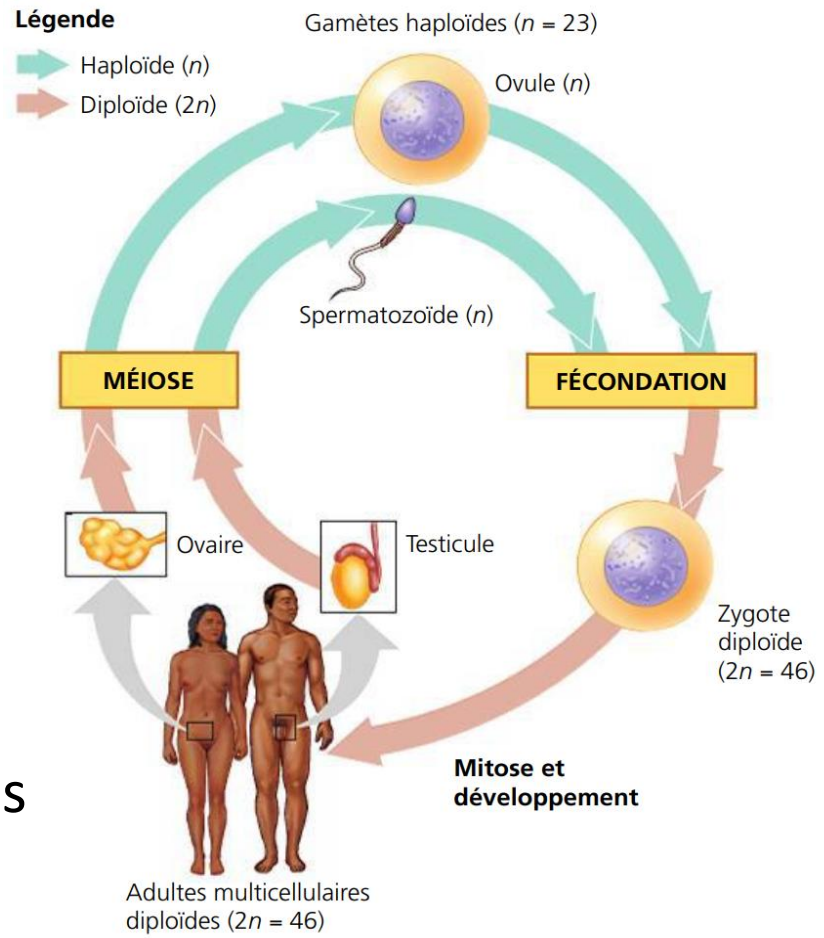
INTRODUCTION



Cycle de la reproduction sexuée :

- Méiose
- Fécondation

Chaque individu = UNIQUE



Assure le maintien du nombre de chromosomes au cours des générations successives

RAPPELS

Cellule eucaryote

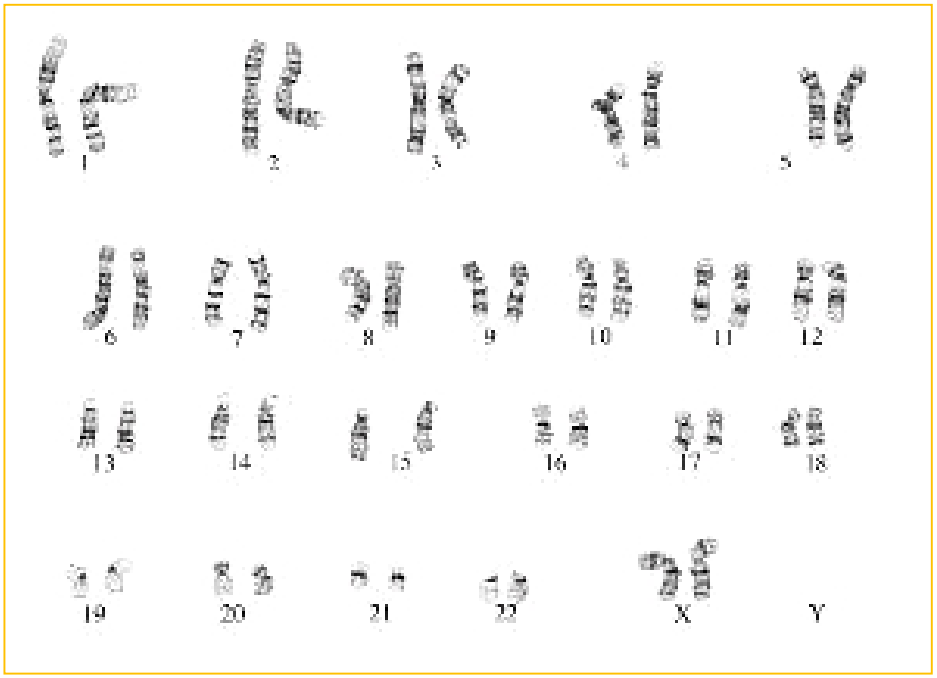
Diploïdie / Haploïdie

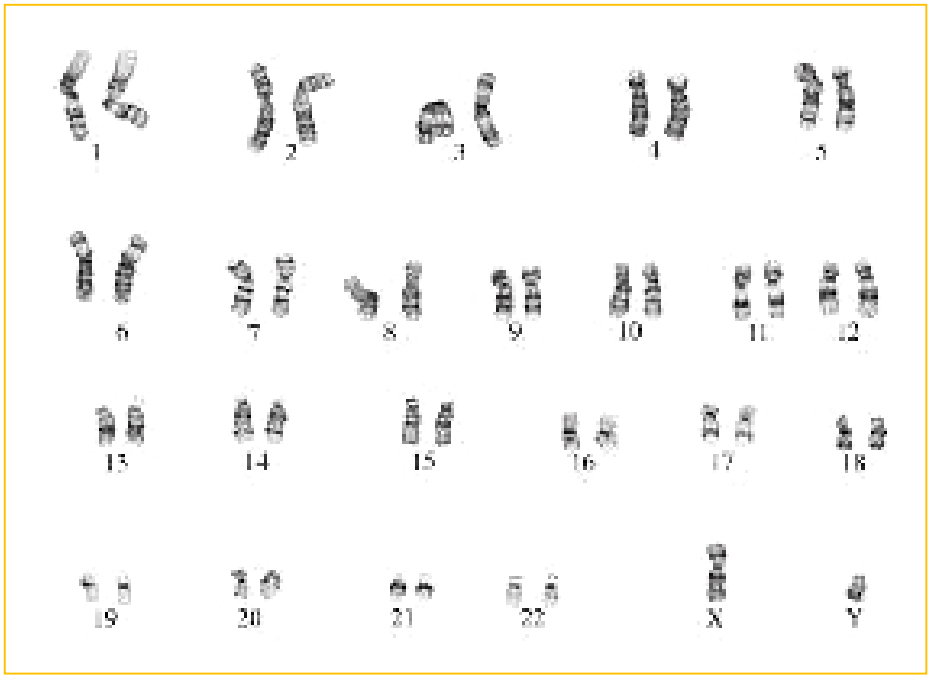
Chromatide

RAPPELS (1)

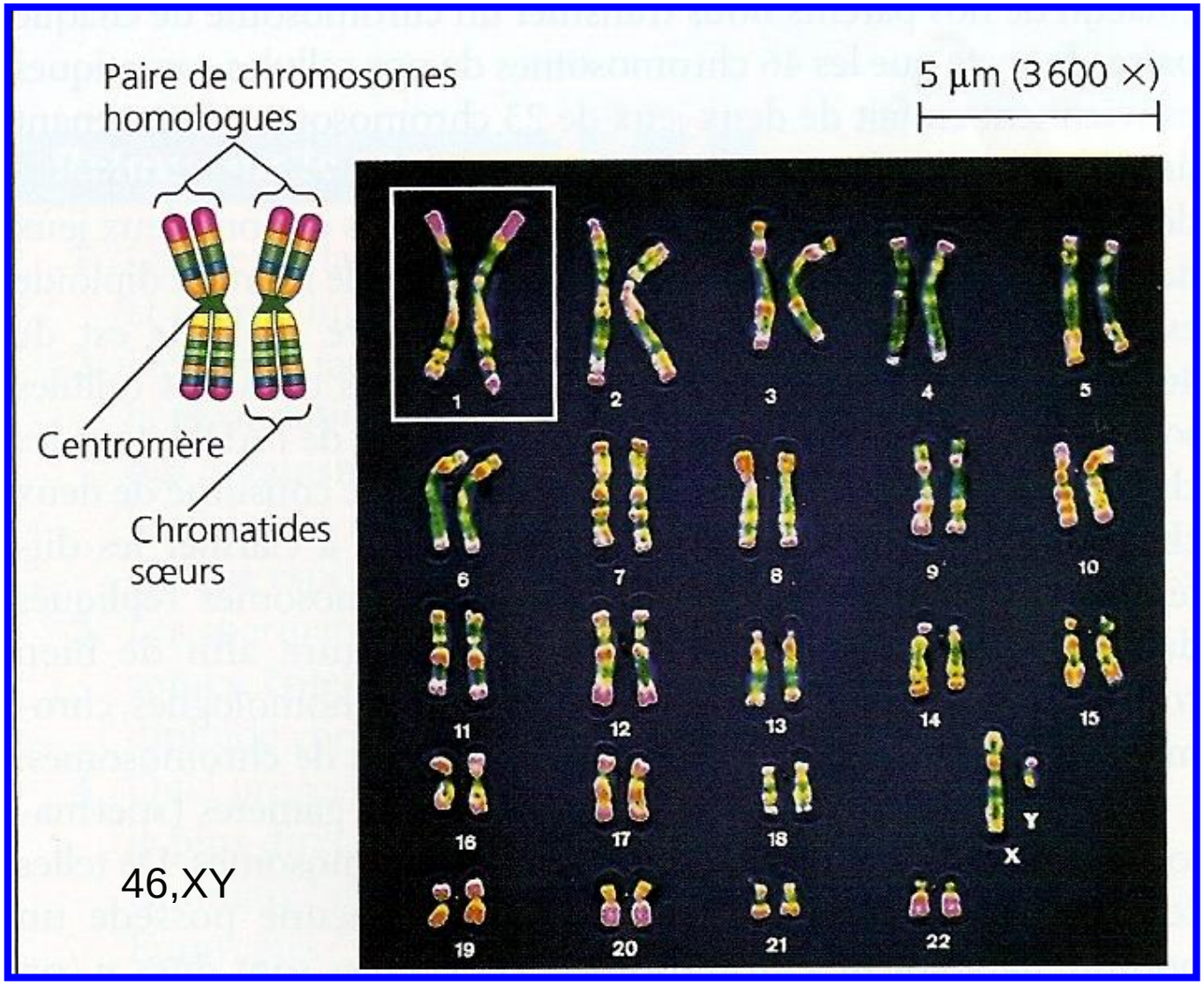
- Cellule eucaryote = somatique :
  - cellule **DIPLOIDE**, **2n** chromosomes
  - chaque paire de chromosomes est constituée
    d'un chromosome d'origine **maternelle**
    d'un chromosome d'origine **paternelle**
- **n** : spécifique d'espèce,
  - **n** : nombre **HAPLOIDE** de chromosomes
  - n = 23 dans l'espèce humaine

RAPPELS (1)





Caryotype humain de cellules somatiques
2n soit 46 chromosomes



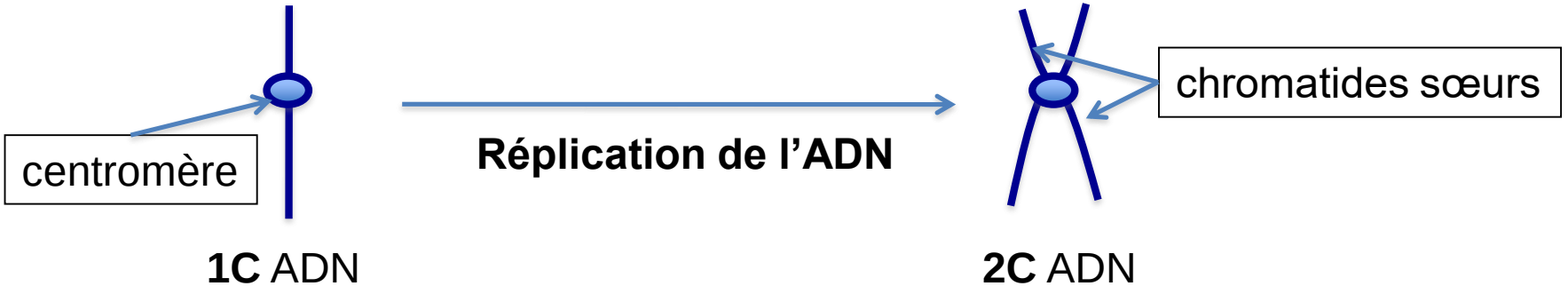
Espèce humaine : caryotype **46,XY ou 46,XX**

22 paires d'autosomes et 1 paire de gonosomes

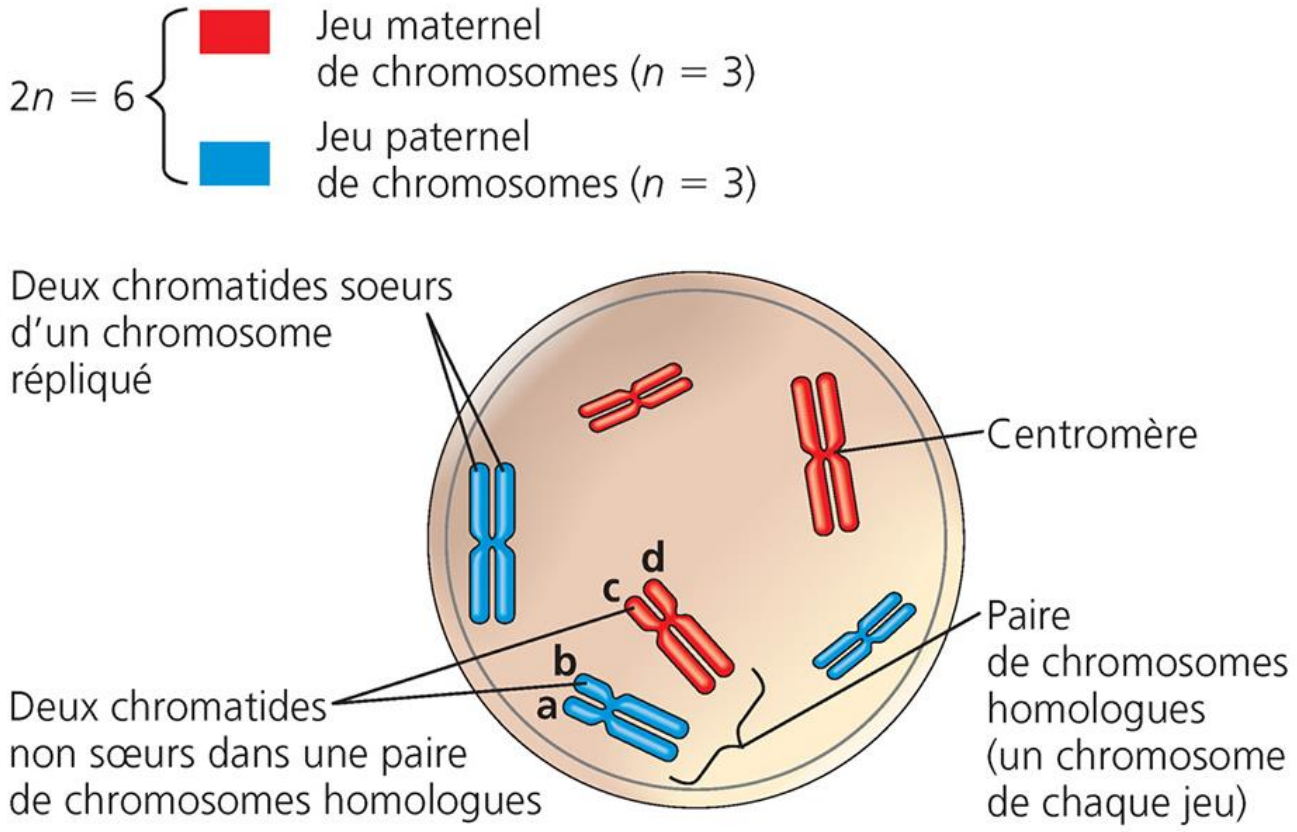
RAPPELS (2)

- Après la **réplication d'ADN**, les chromosomes sont constitués de **2 chromatides sœurs** réunies entre elles par le **centromère**.
- **C** : quantité d'ADN

  C : nombre de chromatides



RAPPELS (2)



▲ Figure 13.4 La description de chromosomes.

GAMÉTOGENÈSE



GAMETOGENESE

Ensemble des mécanismes qui aboutissent à la formation des **gamètes**

Concerne uniquement les cellules germinales

Lieu : gonades

3 étapes **Multiplication**

Méiose

Maturation des gamètes

TESTICULE	OVAIRE
SPERMATOGENESE	**OVOGENESE**
SPERMATOGONIES	OVOGONIES
SPERMATOZOIDES	OVOCYTES II

PLAN

I- LA MEIOSE

I-1- Définition

II- LA SPERMATOGENESE

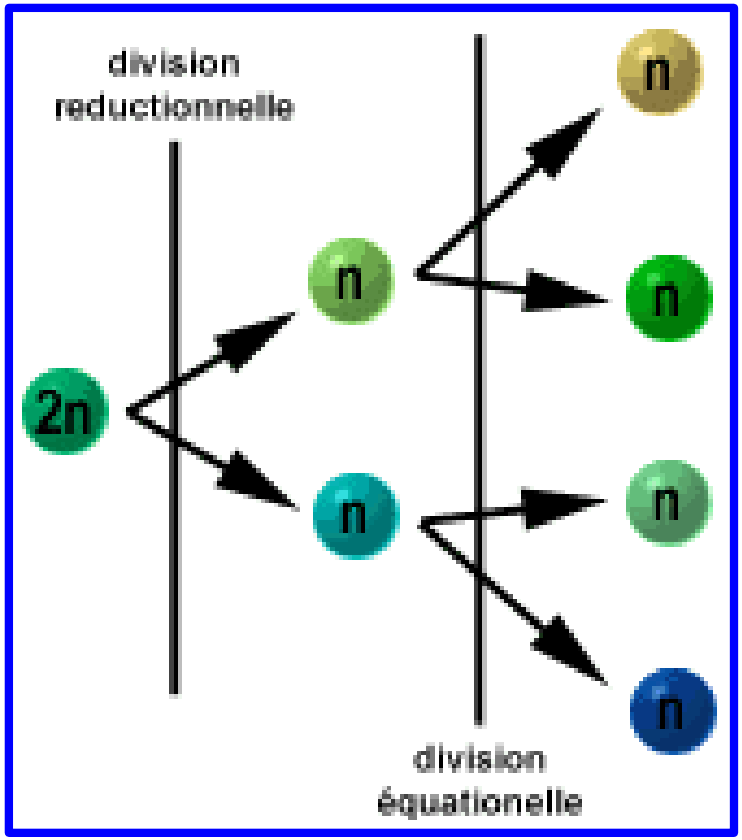
III- L'OVOGENESE

I- LA MEIOSE

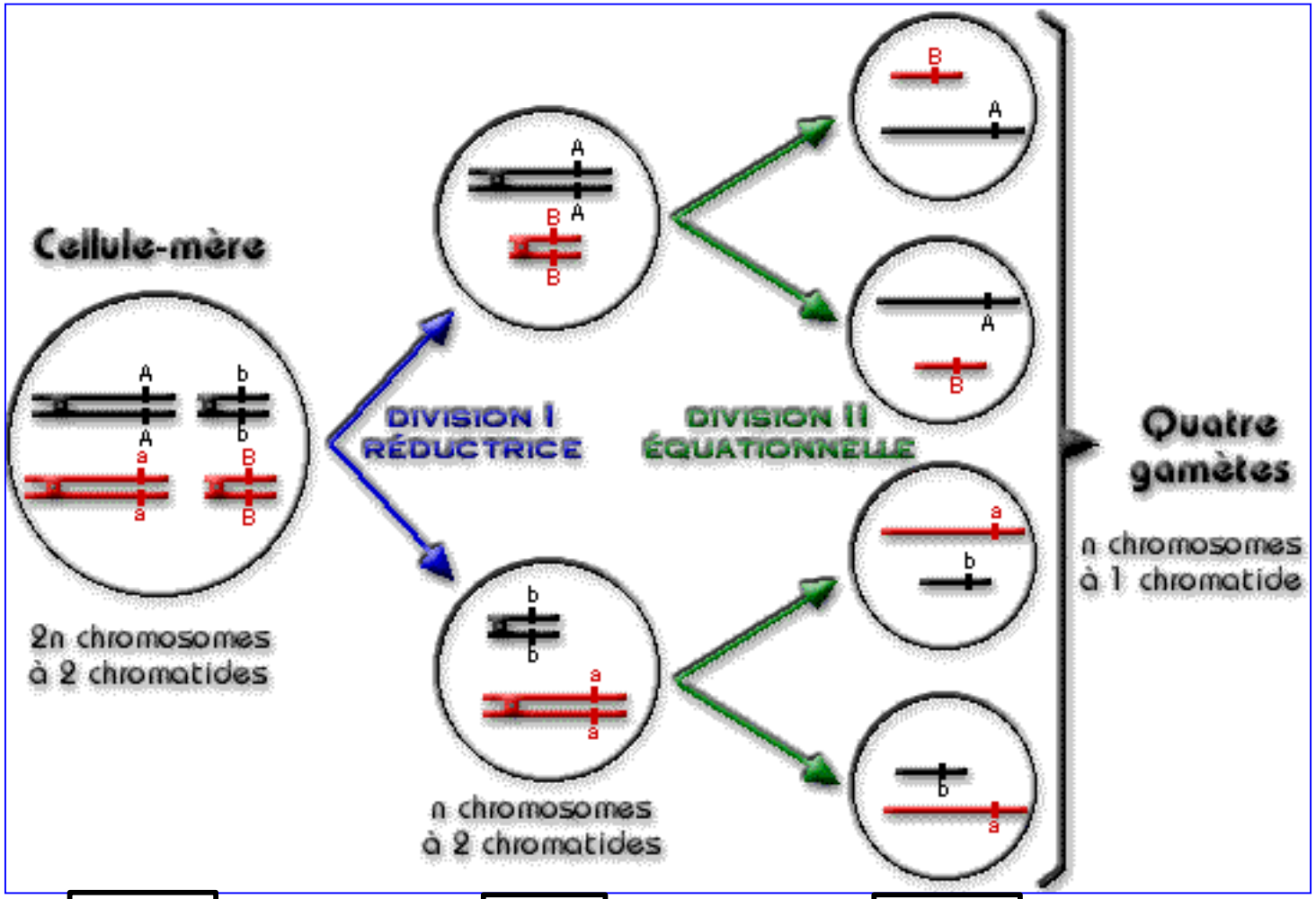
I- 1- Définition

Ensemble de 2 divisions cellulaires successives précédées d'une **seule** réplication d'ADN qui aboutissent à la formation de 4 cellules filles **HAPLOIDES** (N) à partir d'une cellule mère DIPLOIDE (2N)

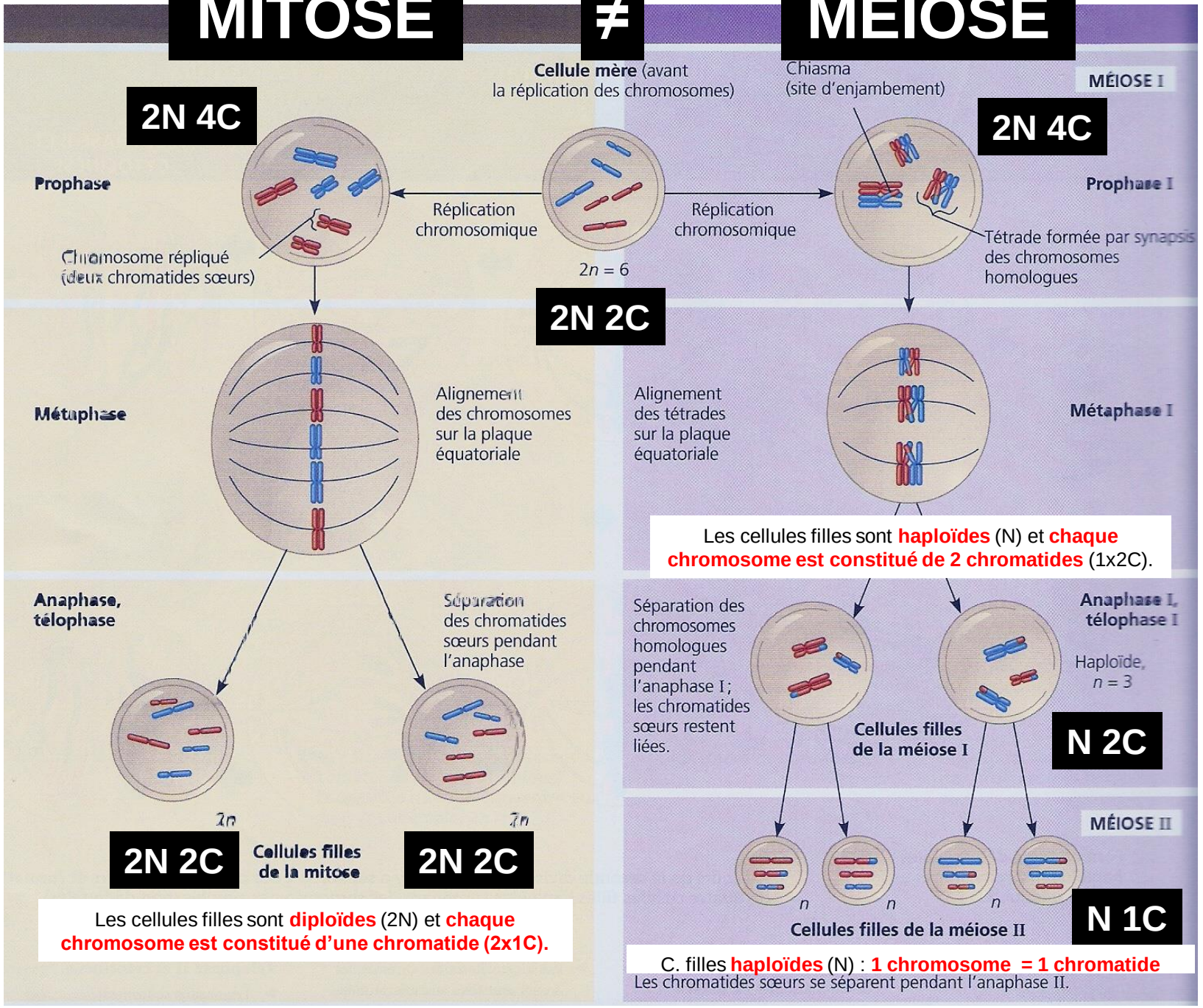
4 cellules filles haploïdes
= cellules germinales



I- 1- Définition



MITOSE ≠ MEIOSE



PLAN

I- LA MEIOSE

I-1- Définition

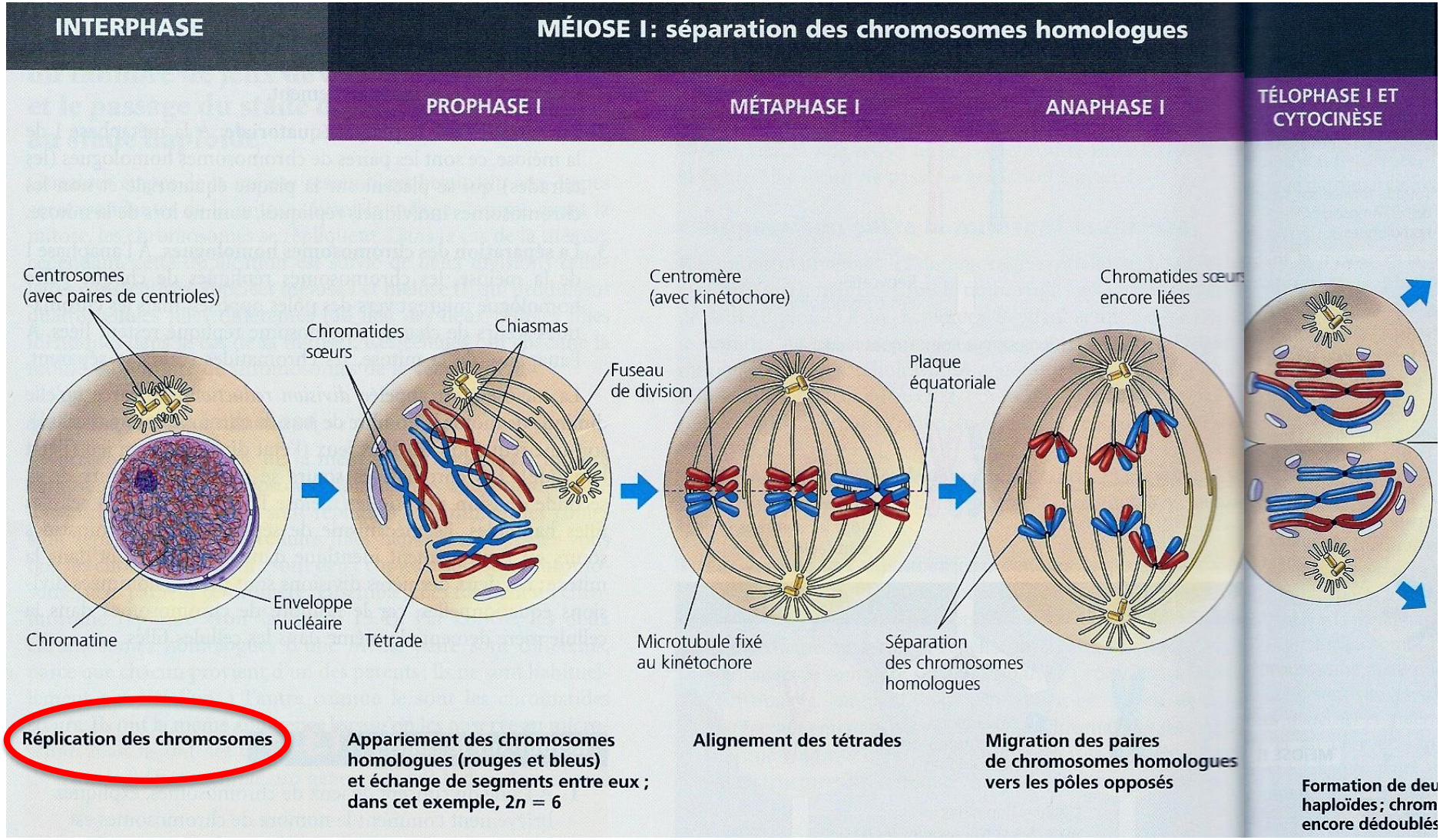
I-2- 1ère division de méiose : réductionnelle

I- 2- Première division de méiose

Réductionnelle

- 4 étapes
  - Prophase I
  - Métaphase I
  - Anaphase I
  - Télophase I
- Prophase I LONGUE +++++ : 5 étapes
  - Appariement des chromosomes homologues
  - Brassage du matériel génétique = recombinaison génétique

I- 2- Première division de méiose



5 étapes

PLAN

I- LA MEIOSE

I-1- Définition

I-2- 1ère division de méiose : réductionnelle

I-2-I- PROPHASE 1

I-2-I- PROPHASE 1

5 étapes

»LEPTOTENE

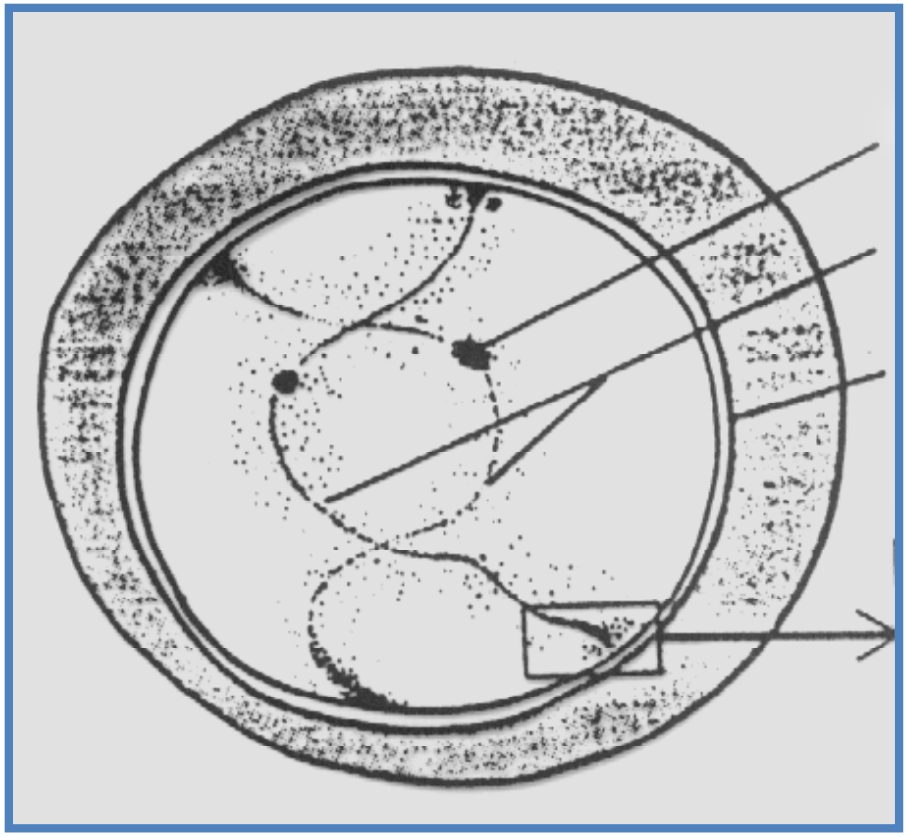
»ZYGOTENE

»PACHYTENE

»DIPLOTENE

»DIACINESE

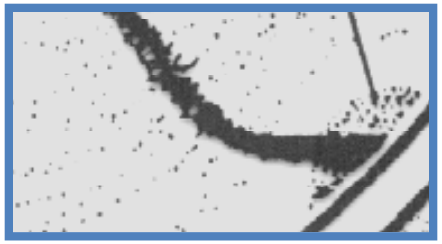
Leptotène : chromosomes sous forme de **longs filaments fins** (Leptos: mince)



Centromère

Paire de chromosomes homologues

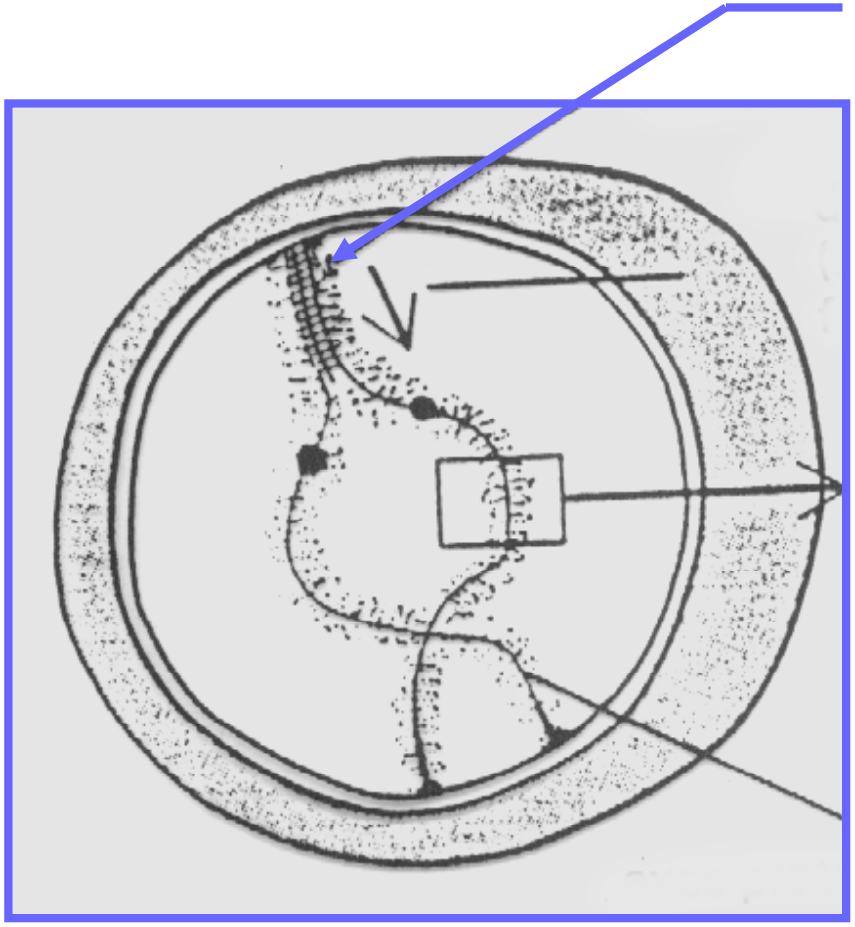
Enveloppe nucléaire



Plaque d'attachement
au niveau des **télomères**

- Chromosomes : filaments fins
- Migration des centrioles

Zygotène: **appariement** étroit entre les deux chromosomes homologues (Zygos: couple)

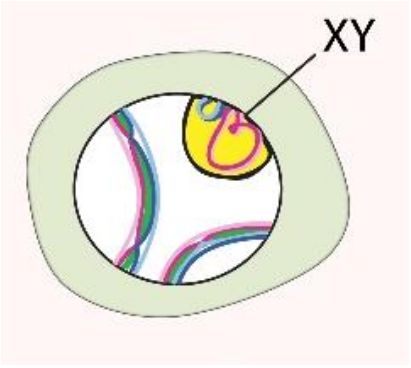


Début de la formation du **complexe synaptonémal**

Synapsis : début d'appariement des bivalents

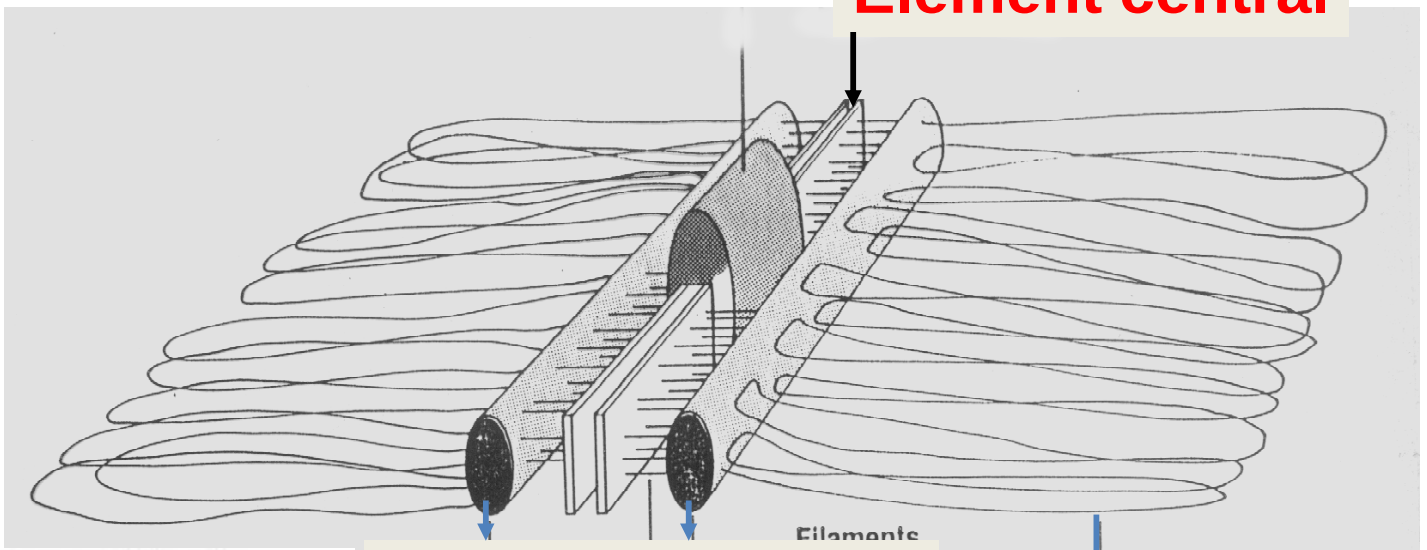
Direction de l'appariement : comme une fermeture éclair

Chromosome dupliqué, répliqué

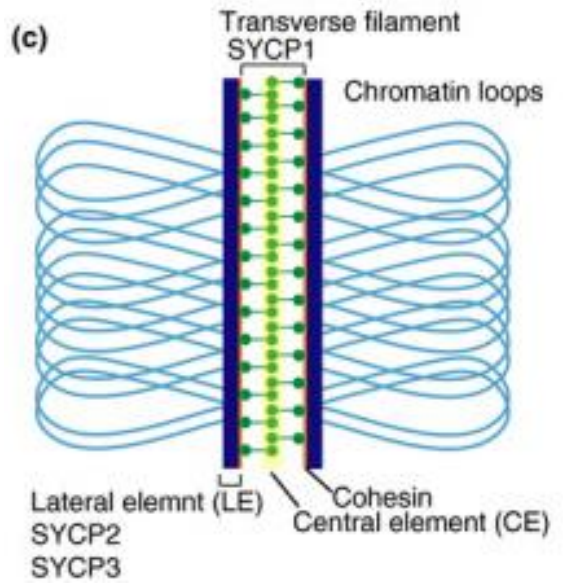


Vésicule sexuelle

Le complexe synaptonémal

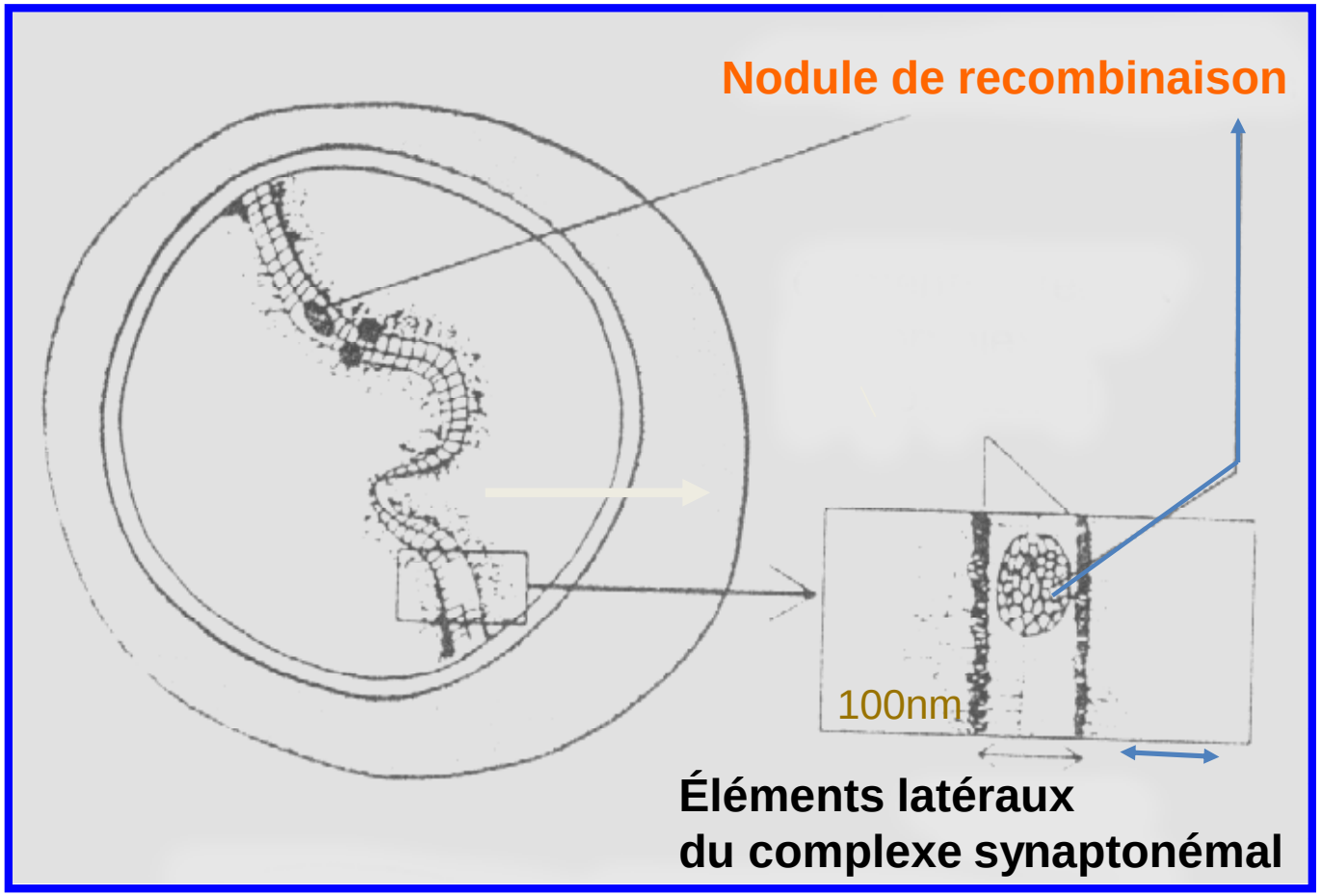


Boucles d'ADN
des chromosomes appariés



Pachytène : condensation des chromosomes homologues appariés (Pakhus: épais)

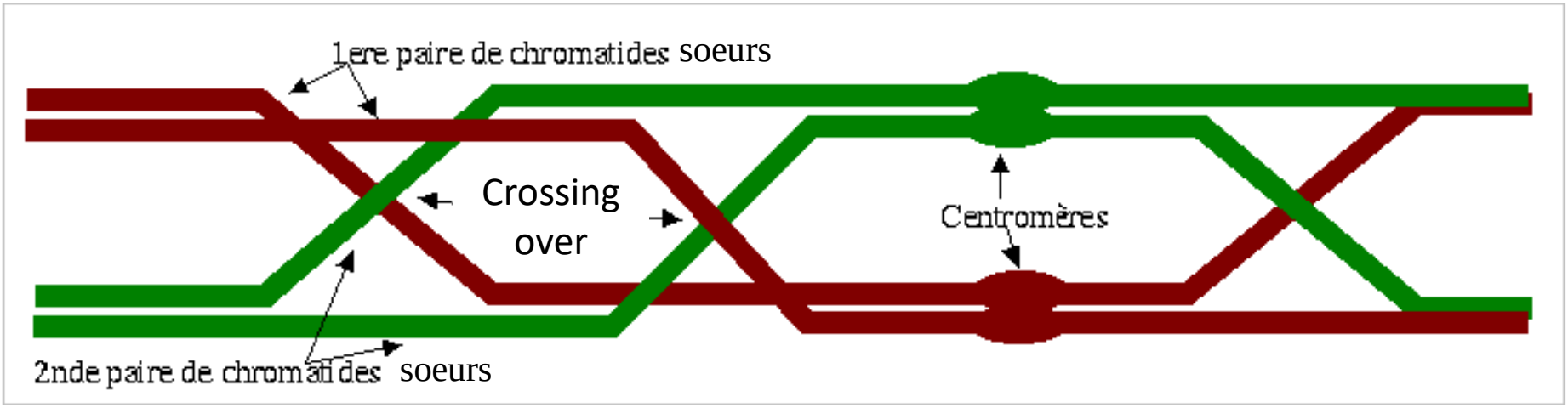
16 JOURS

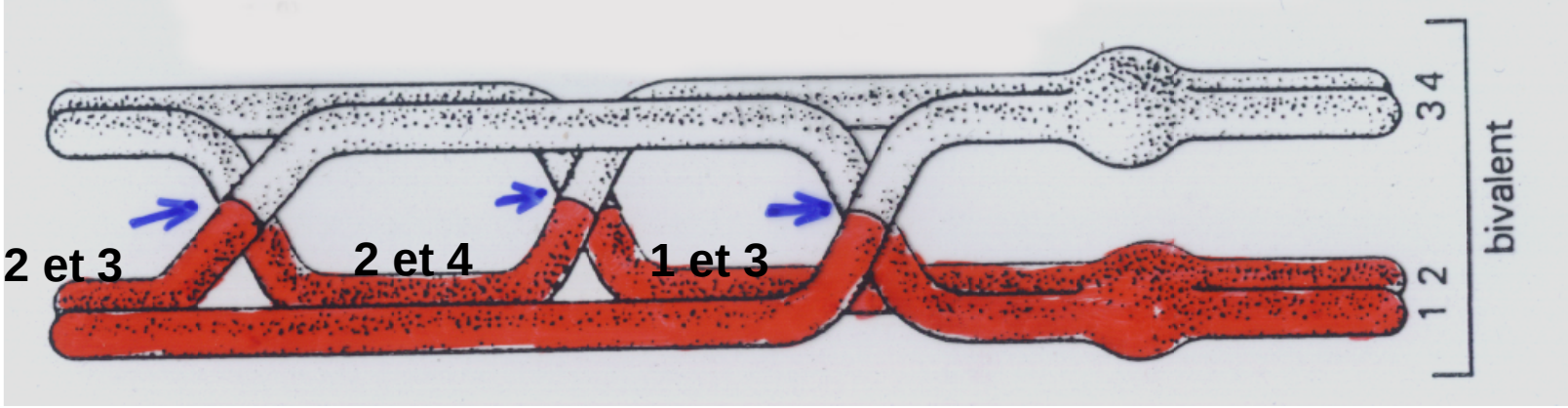


- crossing-over
- condensation chromatine
- synapsis complet

Fin de l'appariement des chromosomes homologues

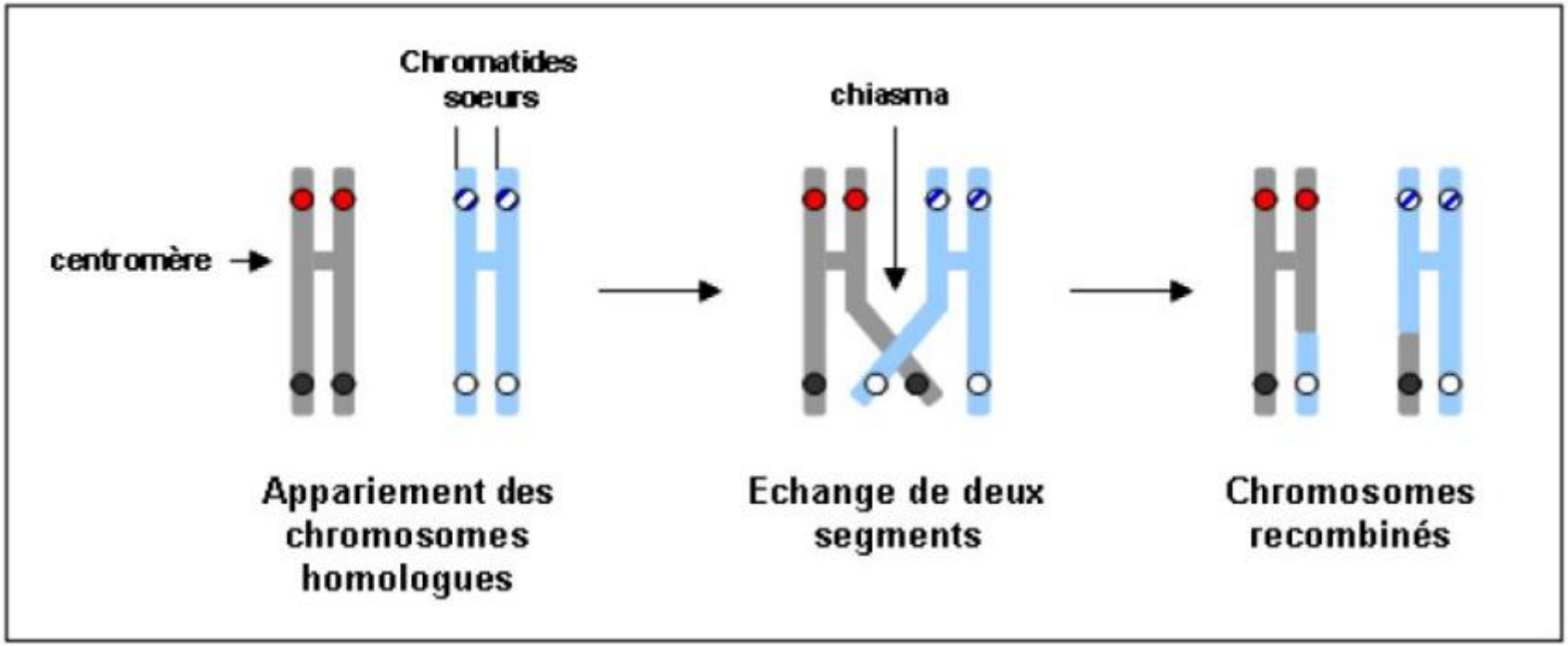
Bivalents : paire de chromosomes homologues, tétrade de chromatides





Echange de segments chromosomiques strictement homologues entre les chromatides non sœurs des chromosomes homologues

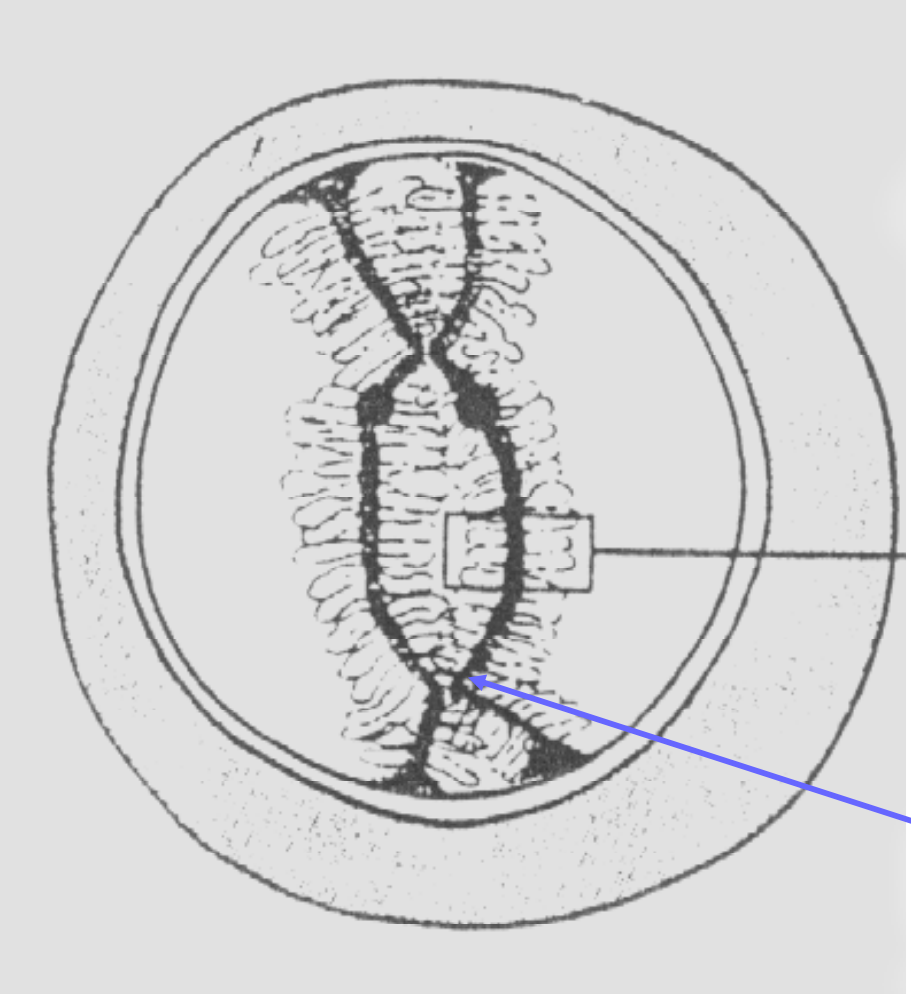
Bivalents : chromosomes homologues, tétrade de chromatides



Echange de matériel génétique entre les chromatides non sœurs des chromosomes homologues : brassage intrachromosomique

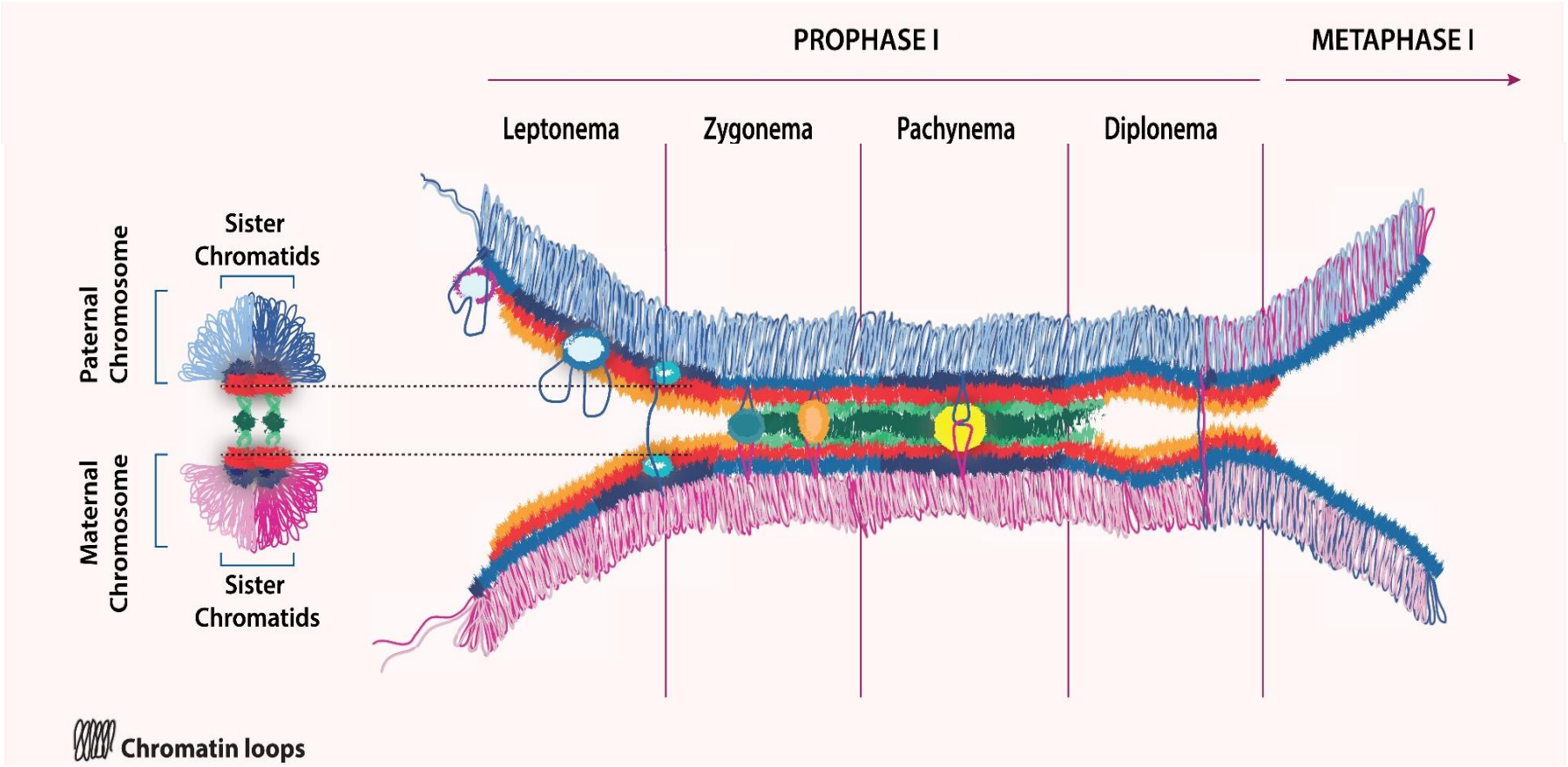
1-3 échanges par bivalent
50 échanges/cellule germinale

Diplotène : séparation des bivalents au niveau des centromères (diplos : double)



- **Séparation des chromosomes**
- **Décondensation de la chromatine**
- **Synthèse d'ARN**

L'ovocyte I reste bloqué à ce stade pendant plusieurs années.



Nodule de recombinaison

DEFINITIONS

- CHIASMA : enjambement

  croisement de 2 chromatides non sœurs de 2 chromosomes homologues, visibles en microscopie, au niveau d'un nodule de recombinaison

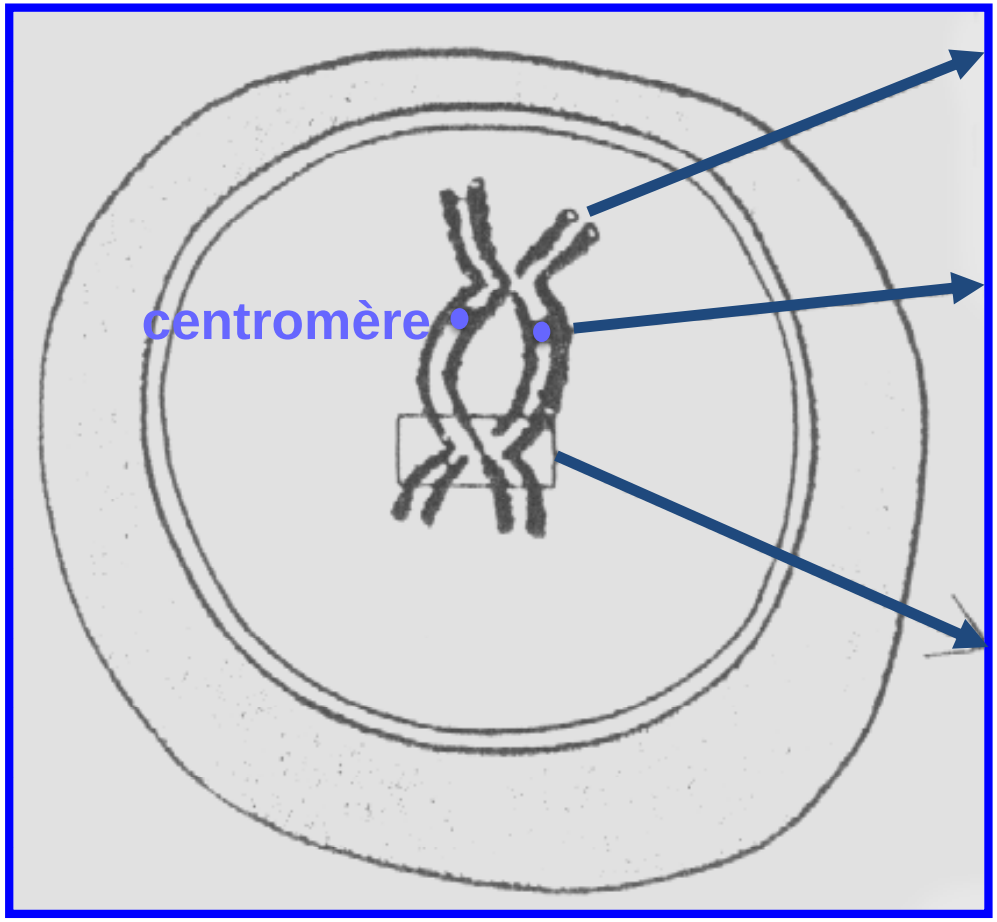
- NODULE de RECOMBINAISON

  condensation protéique du complexe synaptonémal

- CROSSING OVER (inter-échange)

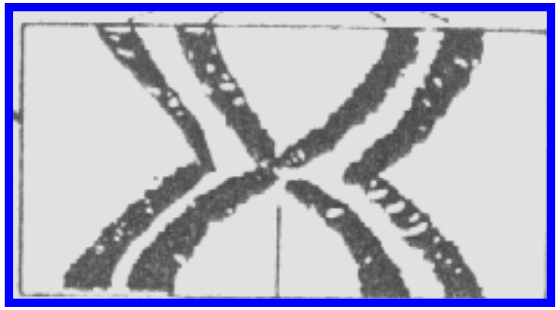
  échange réciproque d'une portion de chromatides non sœurs entre 2 chromosomes homologues

Diacinèse :



• Détachement des extrémités chromosomiques de l'enveloppe nucléaire

• Recondensation de la chromatine :
4 chromatides visibles

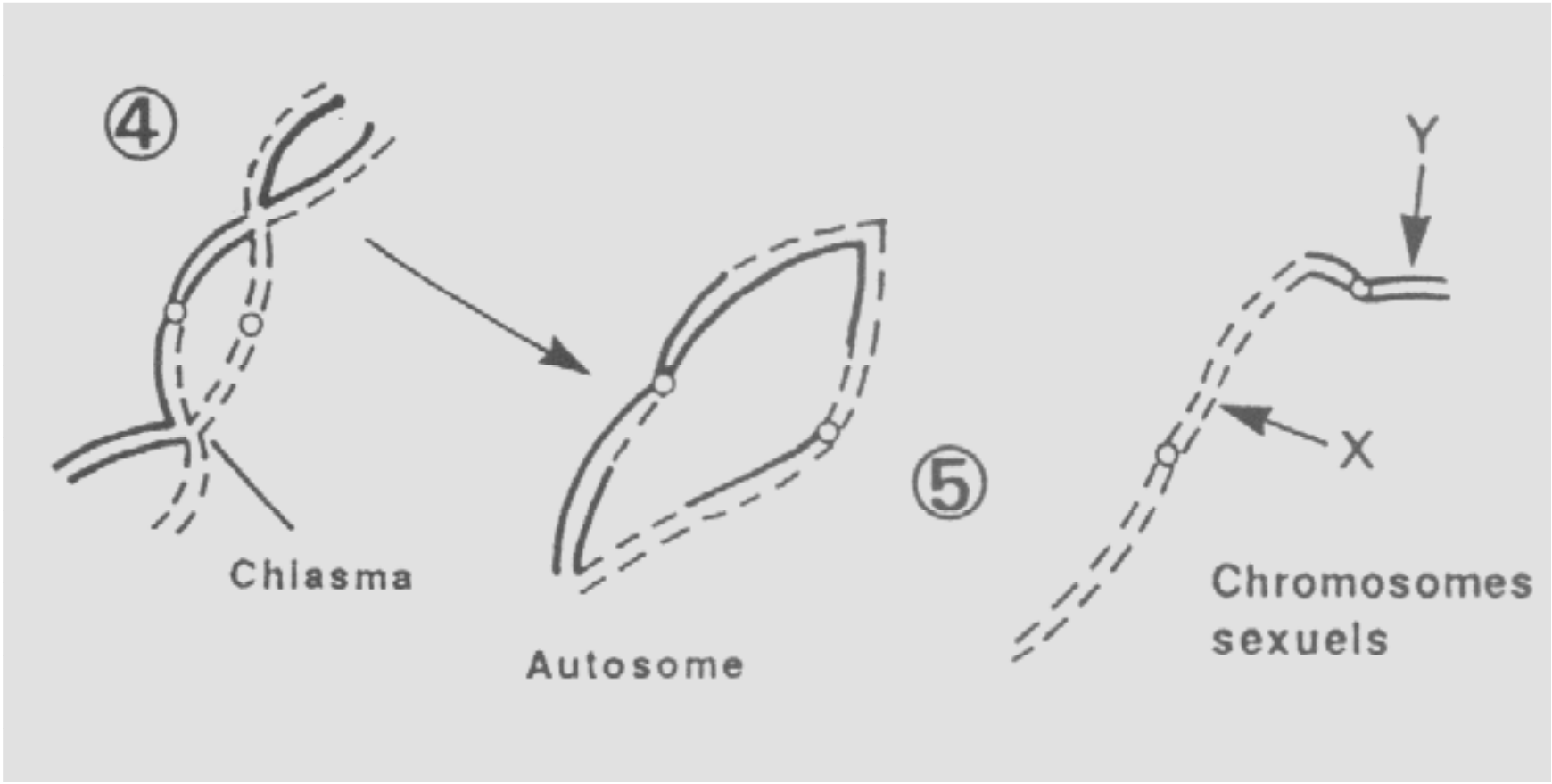


chiasma

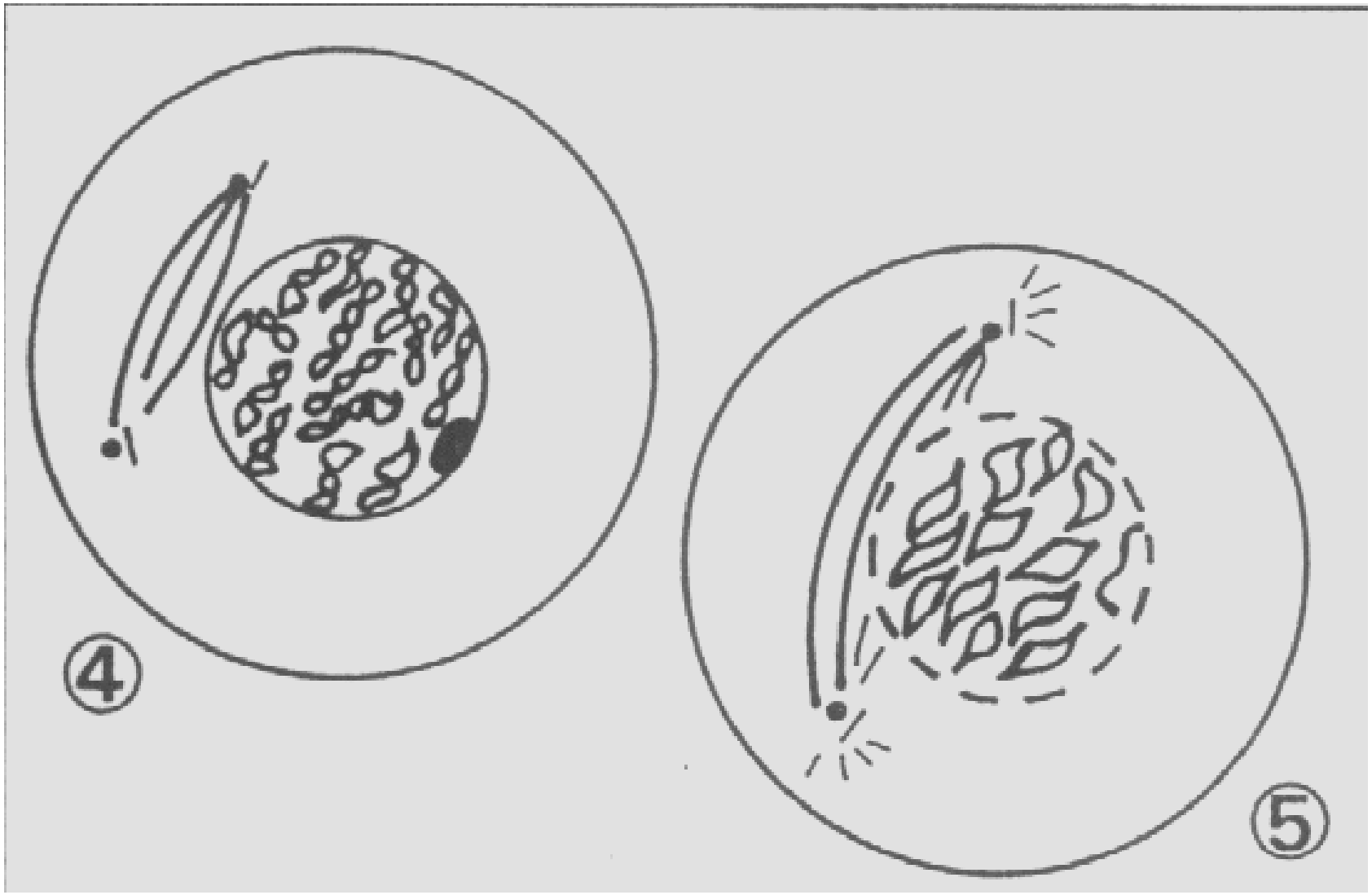
• Arrêt de la synthèse d'ARN
• Disparition de la vésicule sexuelle

Fin de diacinèse :

disparition de l'enveloppe nucléaire



Fin de diacinèse

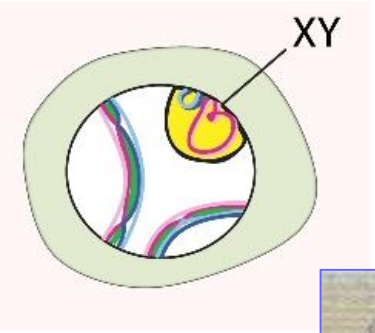


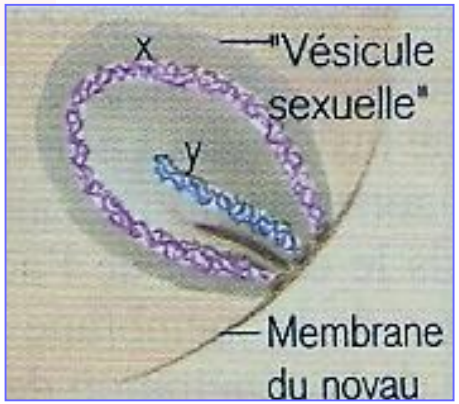
Particularités des chromosomes sexuels chez le garçon

- L'appariement de l'X et de l'Y se fait au niveau des régions PAR (régions pseudo-autosomales)

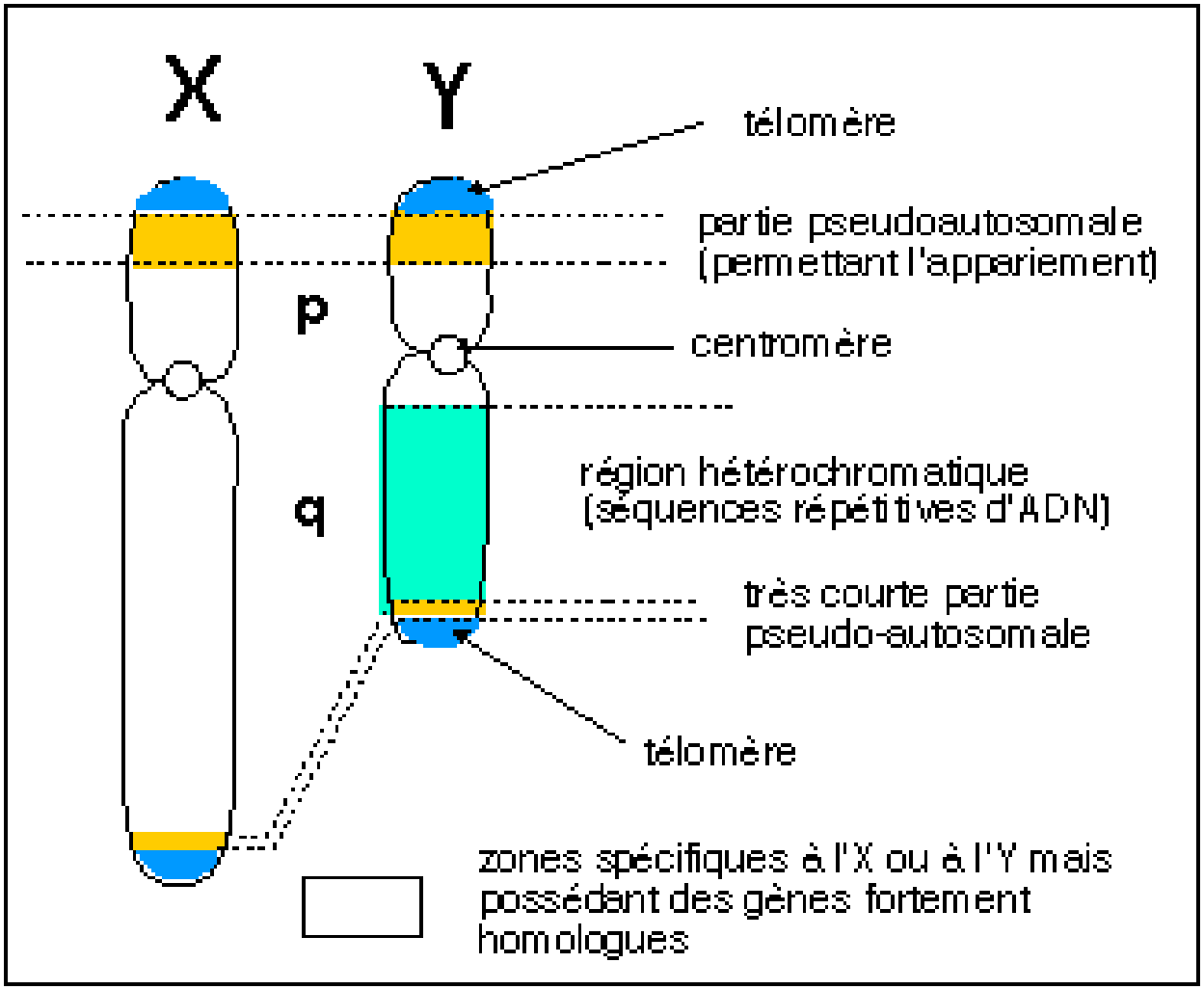
  à l'intérieur d'une structure où leur génome est inactivé : la **vésicule sexuelle** (prophase I : zygotène-diplotène)

- Chiasma dans la région pseudo-autosomale (bras court)
- En fin de prophase : les chromosomes sexuels sont liés par la région pseudo-autosomale des bras courts

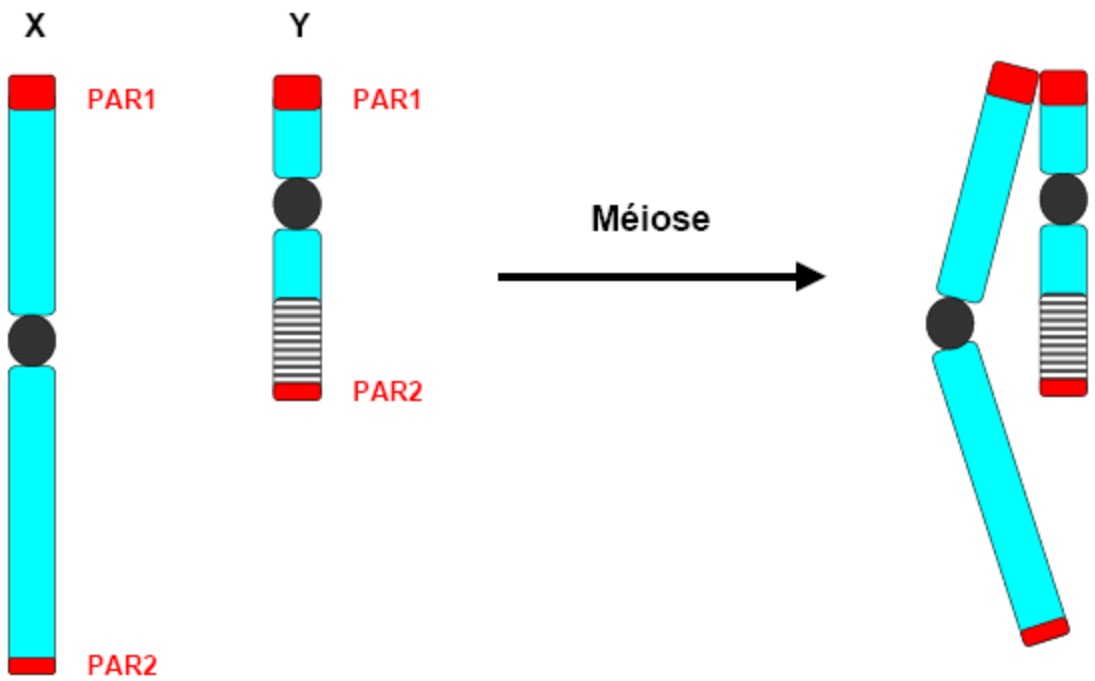




CHROMOSOMES SEXUELS



Le bivalent XY



PAR: région pseudo-autosomale

LEPTOTENE	ZYGOTENE	PACHYTENE	DIPLOTENE	DIACINESE
- Chromosomes filaments fins : chromatine décondensée - Chromosomes attachés à la membrane nucléaire par les télomères (plaques d'attachement)	- Début de l'appariement des chromosomes - Complexe synaptonémal - Vésicule sexuelle	- Chromatine condensée - Appariement complet des chromosomes (bivalents, tétrades) - Complexe synaptonémal : complet - Nodules de recombinaison - Echanges intrachromoso-miques	- Décondensation de la chromatine - Séparation des chromosomes homologues - Chiasmas - Synthèse ARN	-Recondensation de la chromatine - Détachement des chromosomes de la membrane nucléaire - Chiasmas - Disparition enveloppe nucléaire - Disparition de la vésicule sexuelle

PLAN

I- LA MEIOSE

I-1- Définition

I-2- 1ère division de méiose : réductionnelle

I-2-I- PROPHASE 1

I-2-I- METAPHASE 1

I-2-I- ANAPHASE 1

I-2-I- TELOPHASE 1

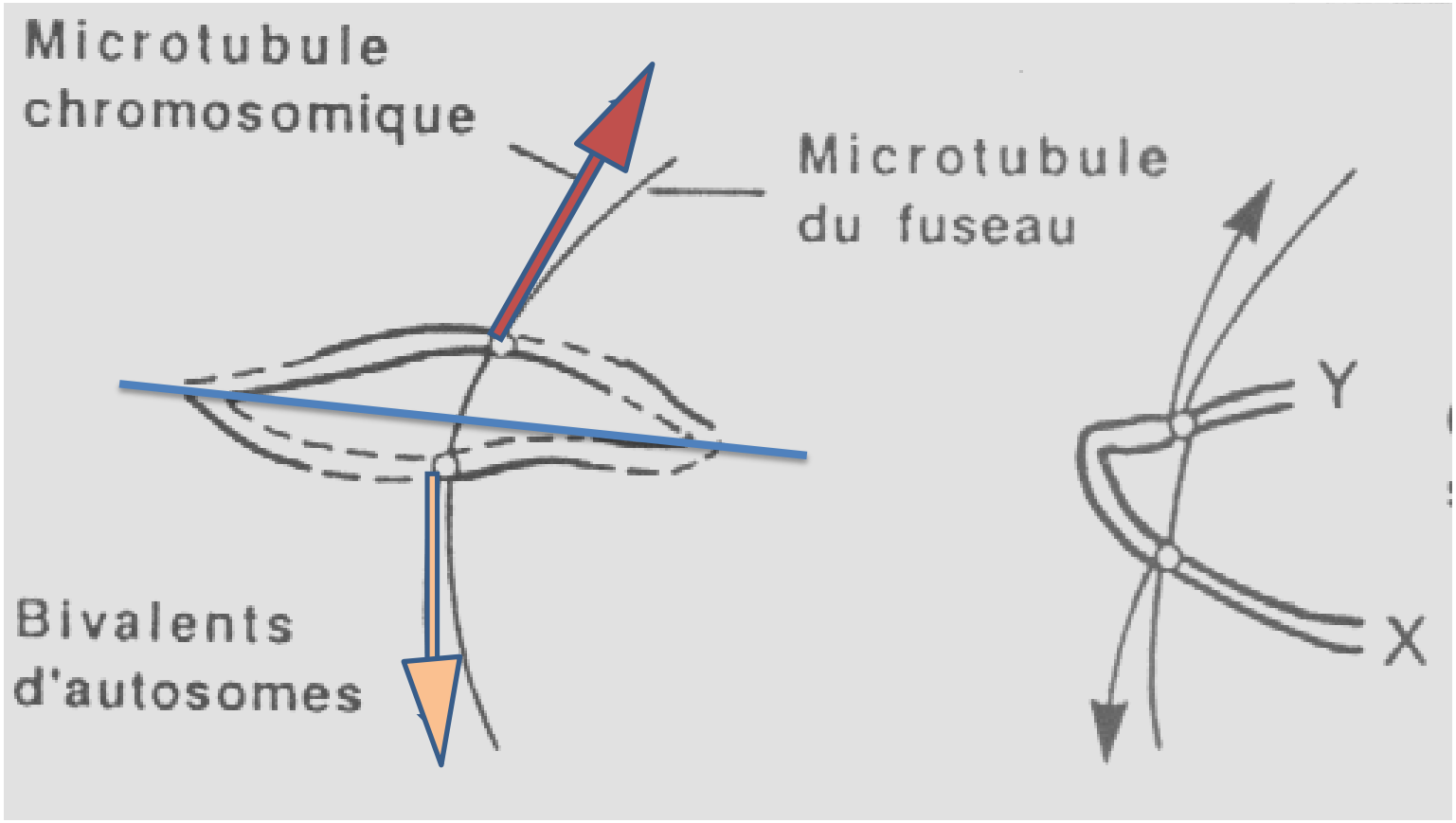
Métaphase I

• Plaque équatoriale ou métaphasique mais pas classique (différence avec la mitose)

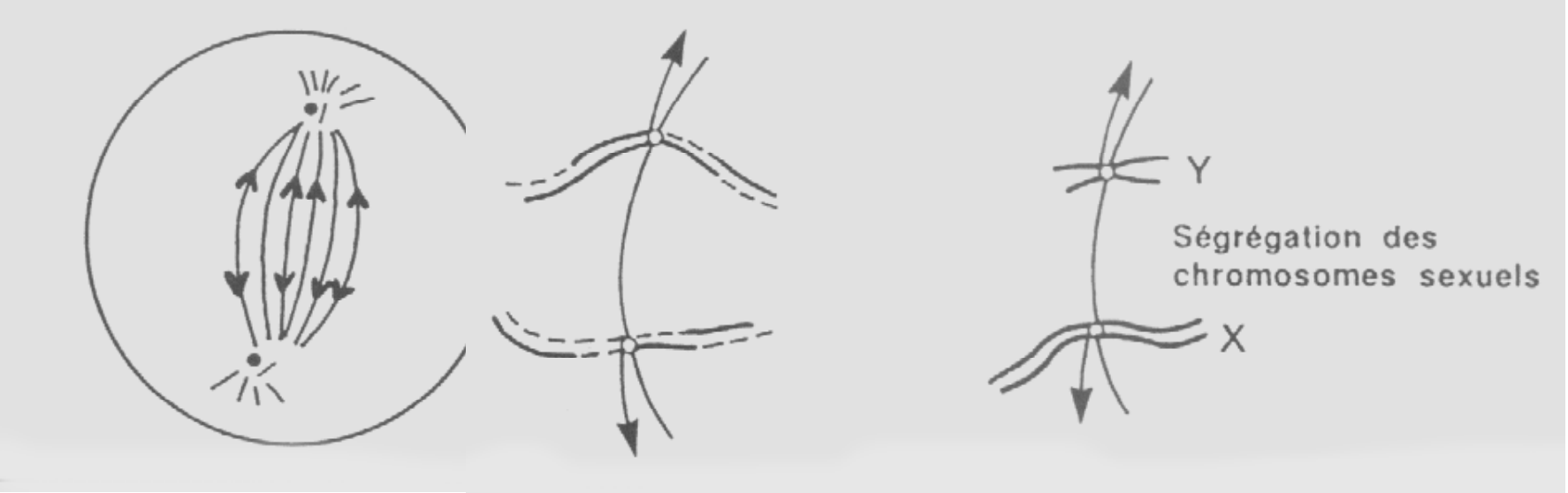
• Centromères : de part et d'autre de la plaque métaphasique

• Alignement des tétrades unis par les chiasmas

• **Ségrégation aléatoire : Brassage interchromosomique**



Anaphase I :
séparation des chromosomes

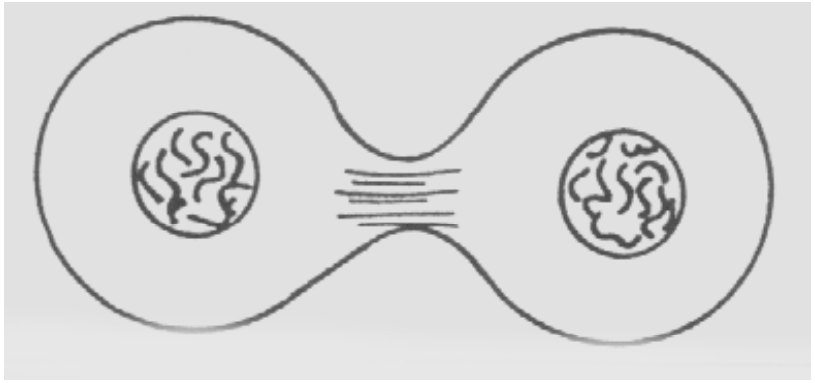


• Le remaniement des chromatides, conséquence des crossing overs (CO), est visible à ce stade.

• Ségrégation des chromosomes
dont les chromosomes sexuels X et Y (cellules germinales mâles)

Télophase I : cytodiérèse

2 cellules à N chromosomes, chaque chromosome constitué de 2 chromatides (= 2C molécules d'ADN).

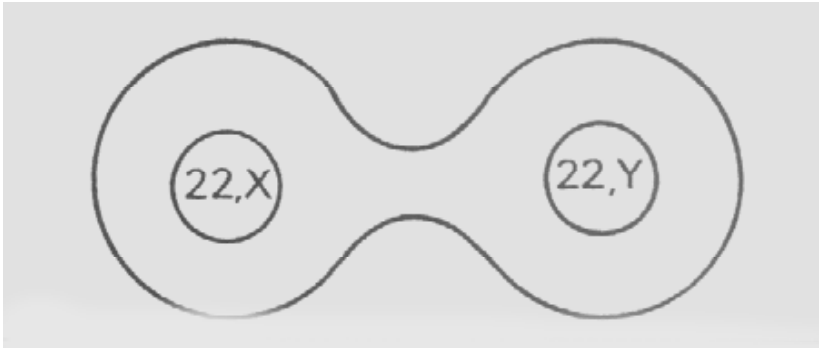


Réduction du nb de chromosomes

2N 4C → N 2C

2 cellules haploïdes

- reconstitution des enveloppes nucléaires
- disparition du fuseau de division



Ségrégation des chromosomes sexuels X et Y dans la cellule germinale mâle

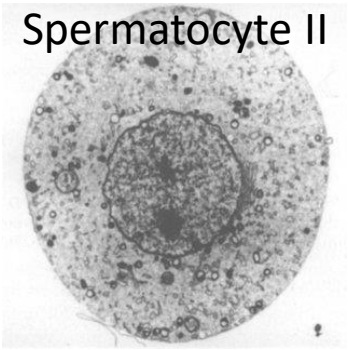
Les gamètes sont haploïdes

→ Ils contiennent 23 chromosomes - n

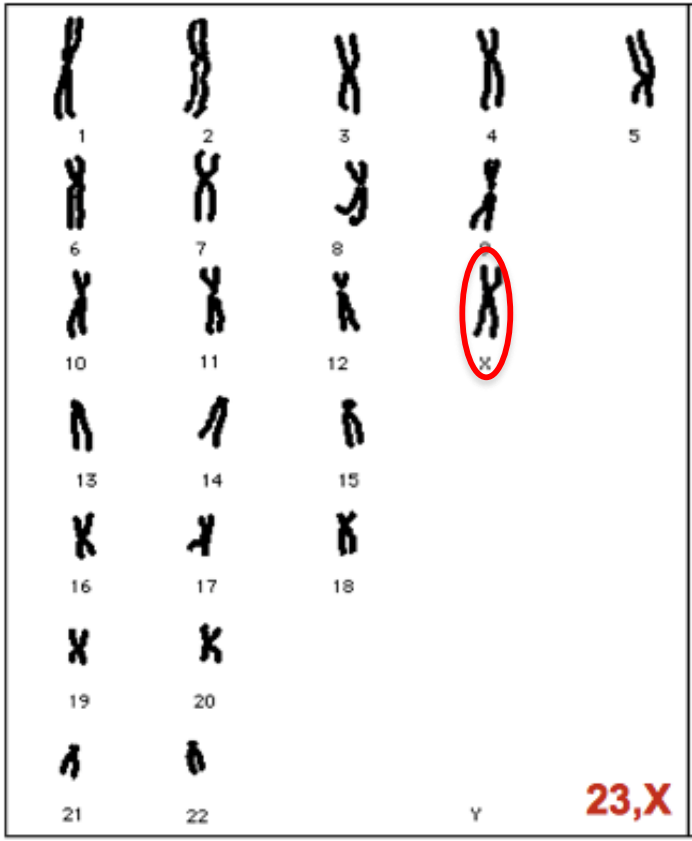
23,X



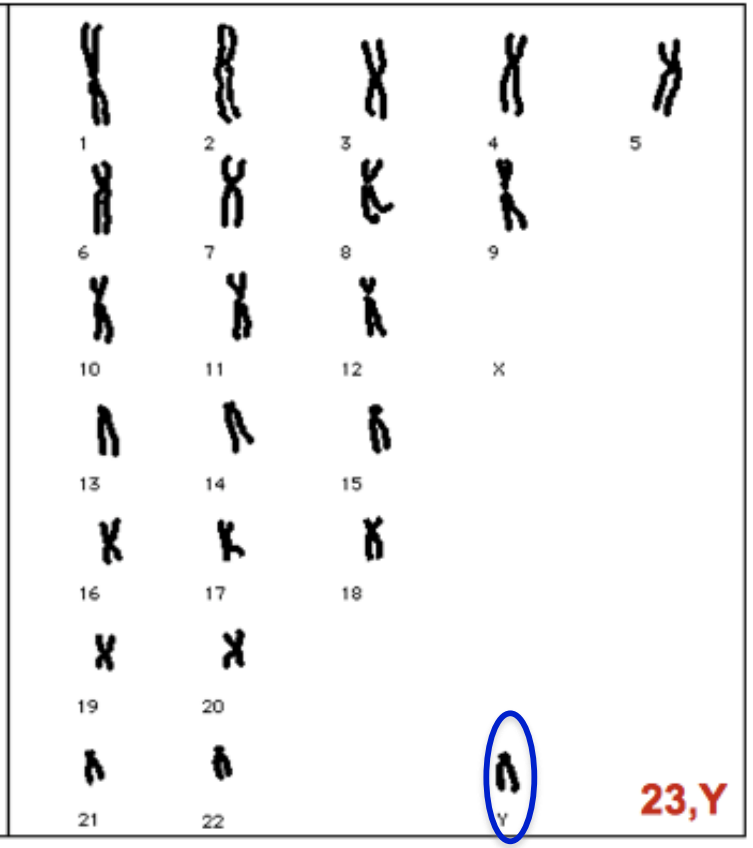
Spermatocyte II



23,X ou 23,Y



23,X



23,Y

PLAN

I- LA MEIOSE

I-1- Définition

I-2- 1ère division de méiose : réductionnelle

I-3- 2ème division de méiose : équationnelle

Prophase II non précédée d'une réplication de l'ADN

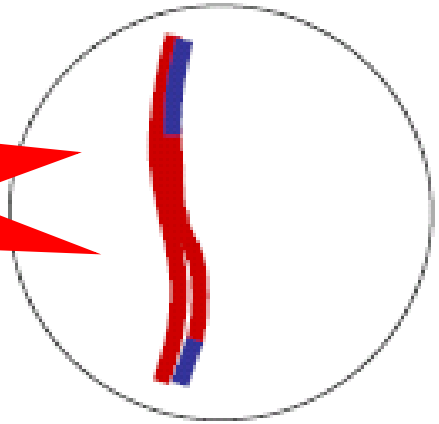
Métaphase II

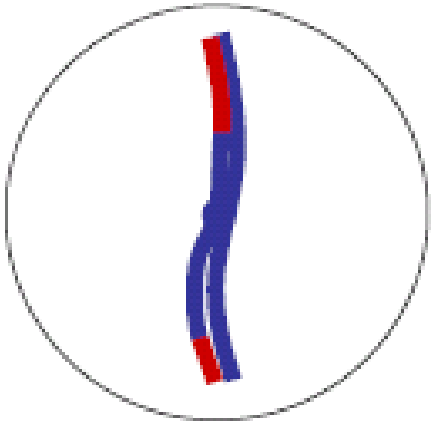
Anaphase II

Télophase II

I-3- 2ème division de méiose : équationnelle

PAS DE REPLICATION D'ADN





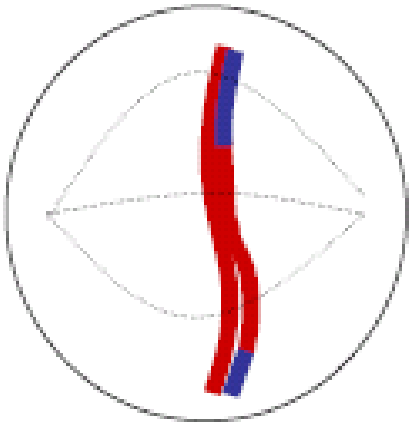
Prophase II

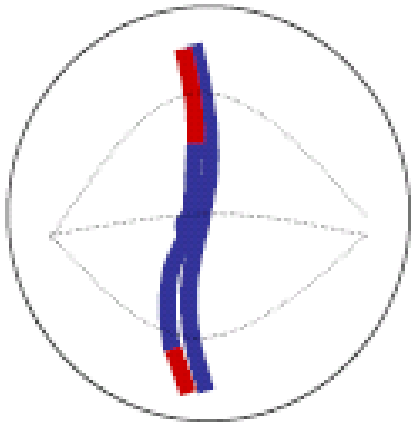
Brève

La chromatine reste compactée

Chromatides remaniées pendant la prophase I

Métaphase II



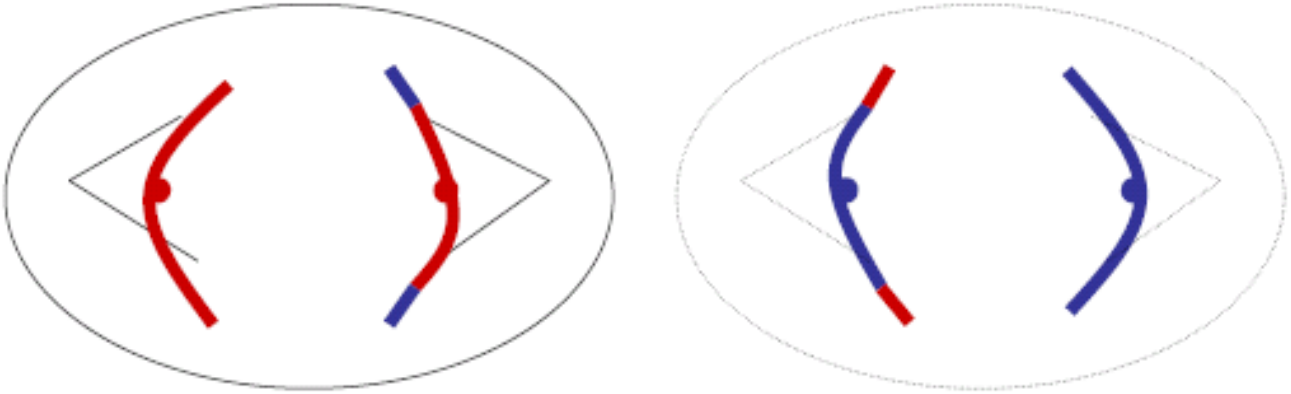


Centromères sur la plaque équatoriale

Dédoublement des centromères sur le fuseau de division

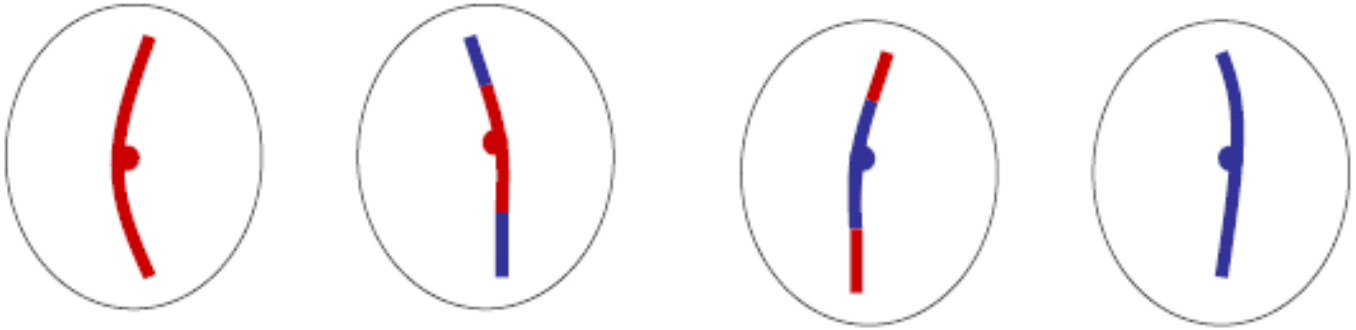
I-3- 2ème division de méiose : équationnelle

Anaphase II

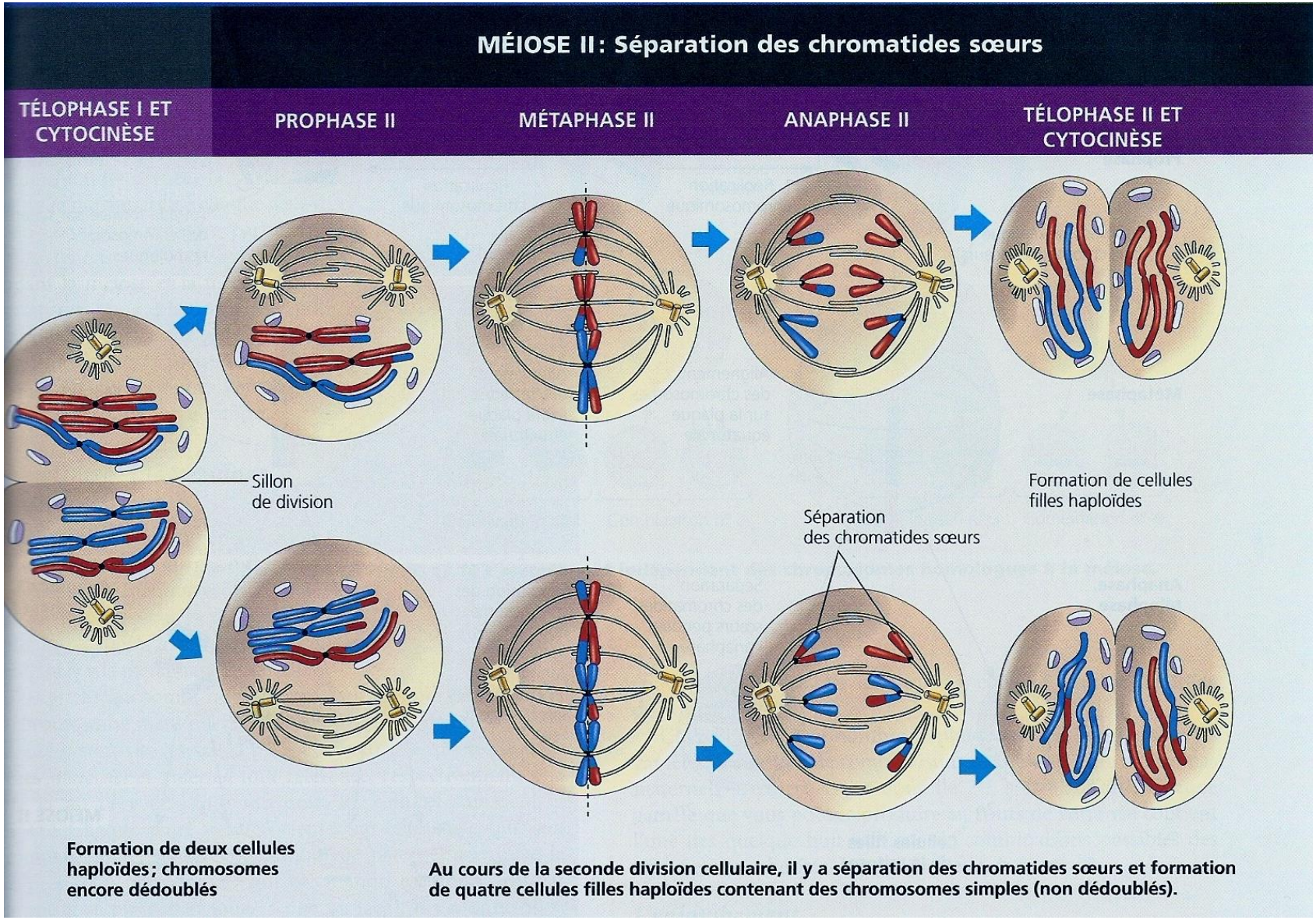


Ascension polaire d'1 chromatide remaniée en prophase I à chaque pôle

Télophase II

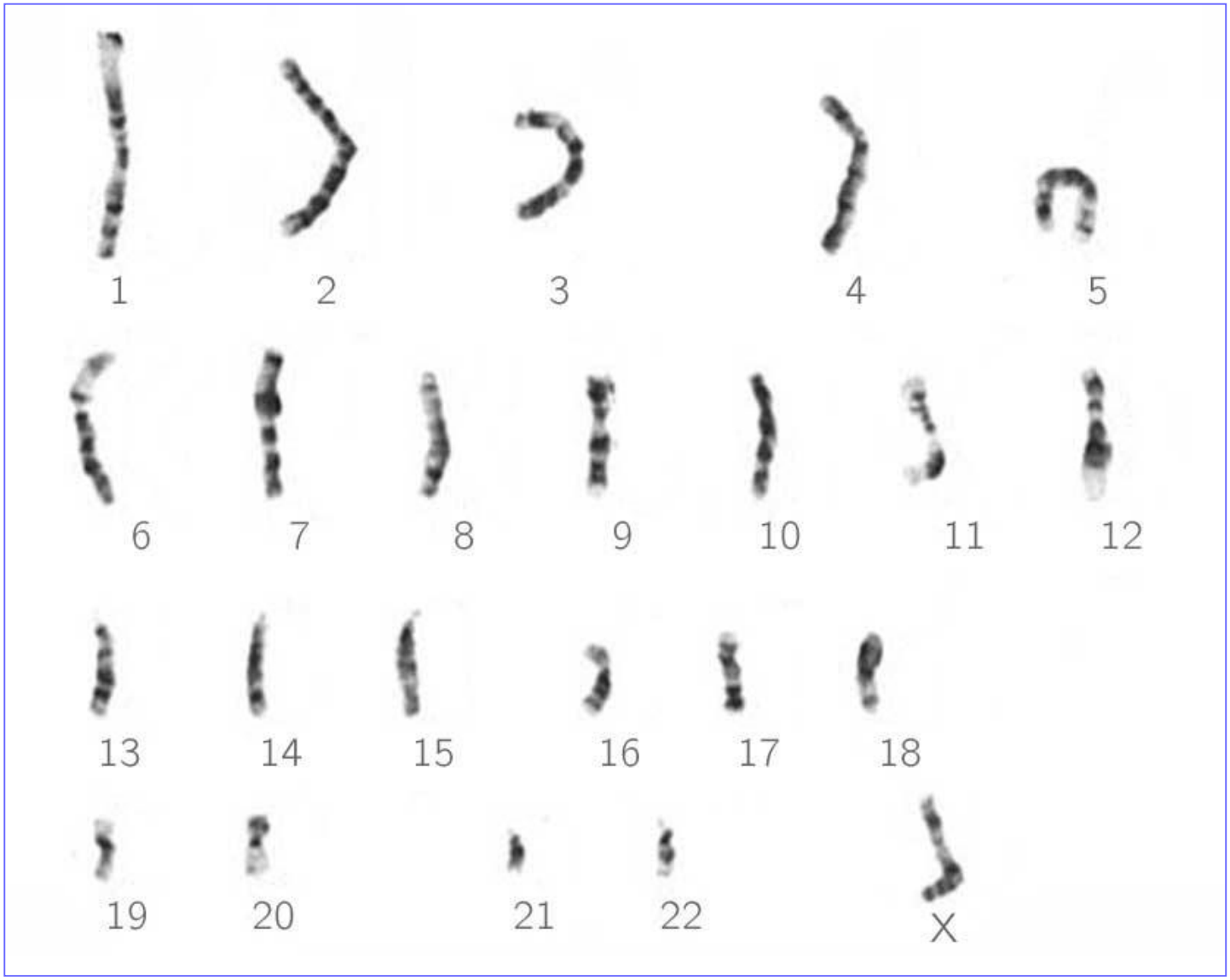


4 cellules haploïdes : N chromosomes constitués d'1C chromatide



Méiose II « équationnelle »

Gamètes haploïdes
23 n, 1 c



PLAN

I- LA MEIOSE

I-1- Définition

I-2- 1ère division de méiose : réductionnelle

I-3- 2ème division de méiose : équationnelle

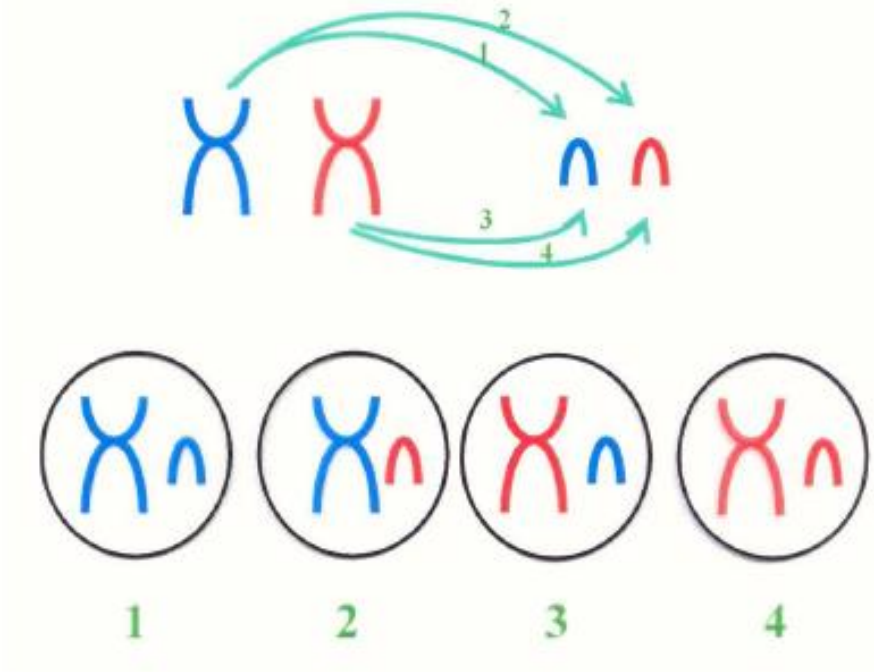
I-4- Conséquences de la méiose :

la diversité génétique

I-4- Méiose = diversité génétique

- Brassage génétique : diversité des individus
  - Brassage **intra**__chromosomique__ : recombinaisons génétiques (prophase I pachytène et diplotène)
    - Échanges de matériel génétique entre les chromatides non sœurs des bivalents : chromatides remaniées (crossing over)
  - Brassage **inter**__chromosomique__ (métaphase I) : ségrégation au hasard
    - dû à la position au hasard des chromosomes homologues d'origine paternelle et maternelle au sein des bivalents
  - Brassage **inter**__chromosomique__ (métaphase II)
    - des chromatides sœurs recombinées en prophase I

Ségrégation au hasard des chromosomes



4 possibilités= 2^2 donc 2^n (nombre de paires)

Homme: $2^{23}=8,4.10^6$

PLAN

I- LA MEIOSE

I-1- Définition

I-2- 1ère division de méiose : réductionnelle

I-3- 2ème division de méiose : équationnelle

I-4- Conséquences de la méiose

I-5- Anomalies de la méiose

I-5-I- Erreurs de réplication de l'ADN

I-5-2- Anomalies de nombre ou de ségrégation

I-5- Anomalies de la méiose

I-5-I- Erreurs de réplication de l'ADN

⇒ Mutations

I-5-2- Anomalies de nombre ou de ségrégation :

non disjonction des chromosomes au cours de la 1ère division de méiose ou des chromatides sœurs au cours de la 2ème division de méiose

⇒ Aneuploïdie

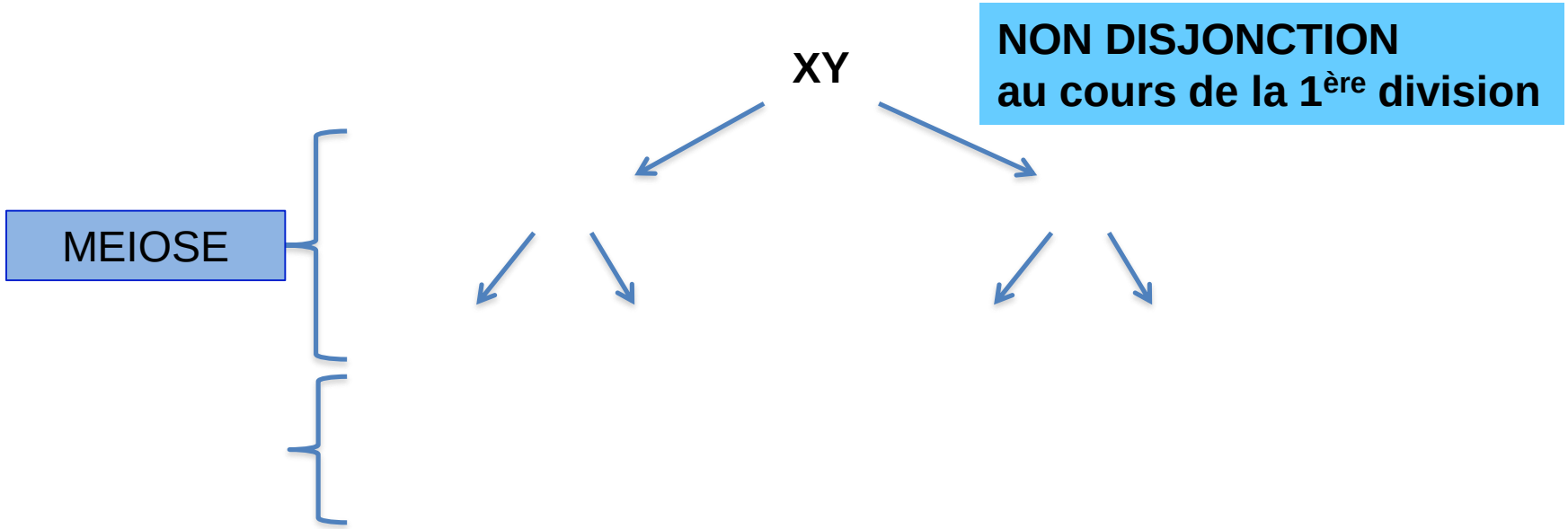
chromosome **disomique** => embryon trisomique

chromosome **nullosomique** => embryon monosomique

I-5-2- Anomalies de ségrégation chromosomique

non disjonction des **chromosomes sexuels**

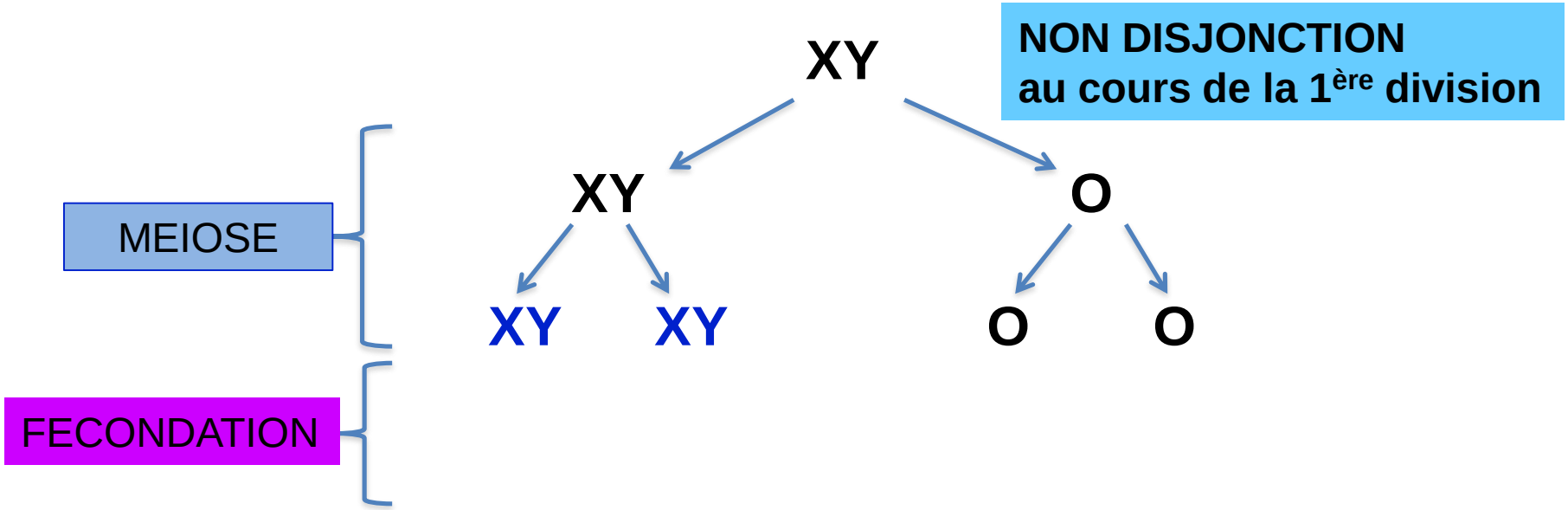
→ chez l'HOMME



I-5-2- Anomalies de ségrégation chromosomique

non disjonction des **chromosomes sexuels**

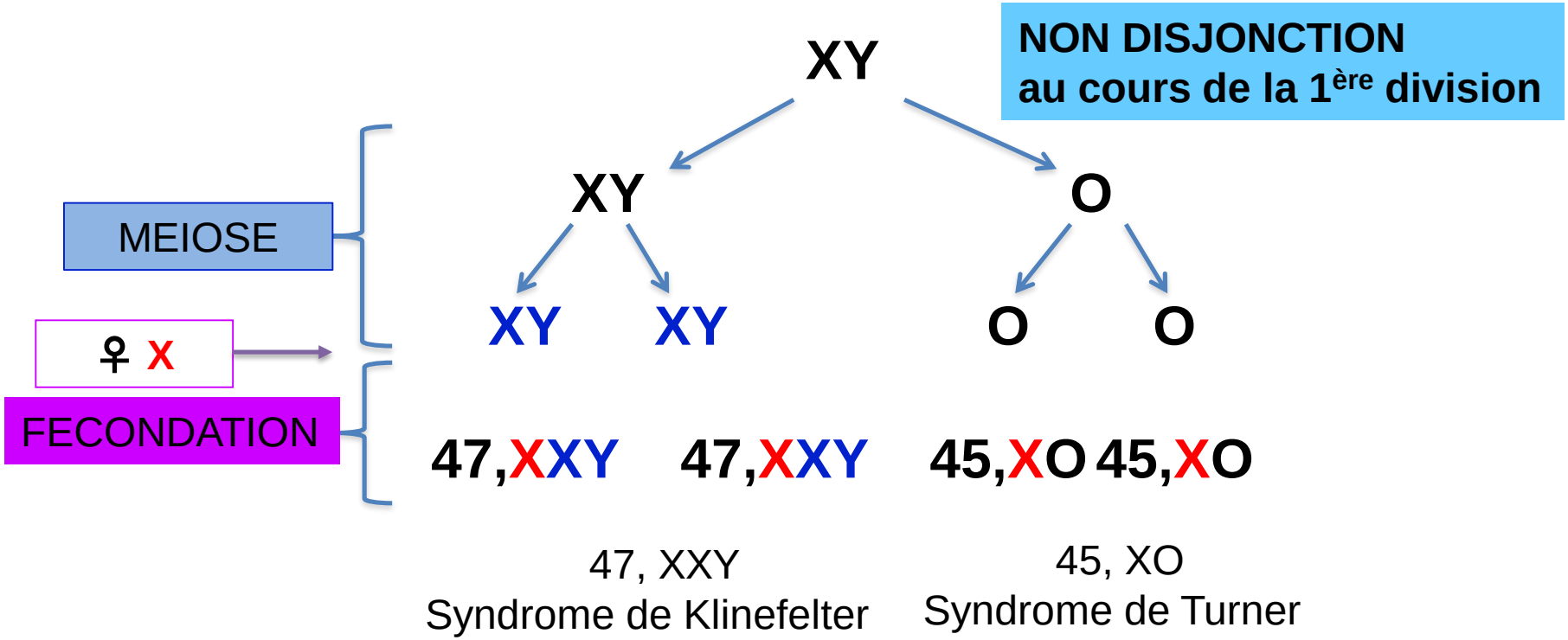
→ **chez l'HOMME**



I-5-2- Anomalies de ségrégation chromosomique

non disjonction des **chromosomes sexuels**

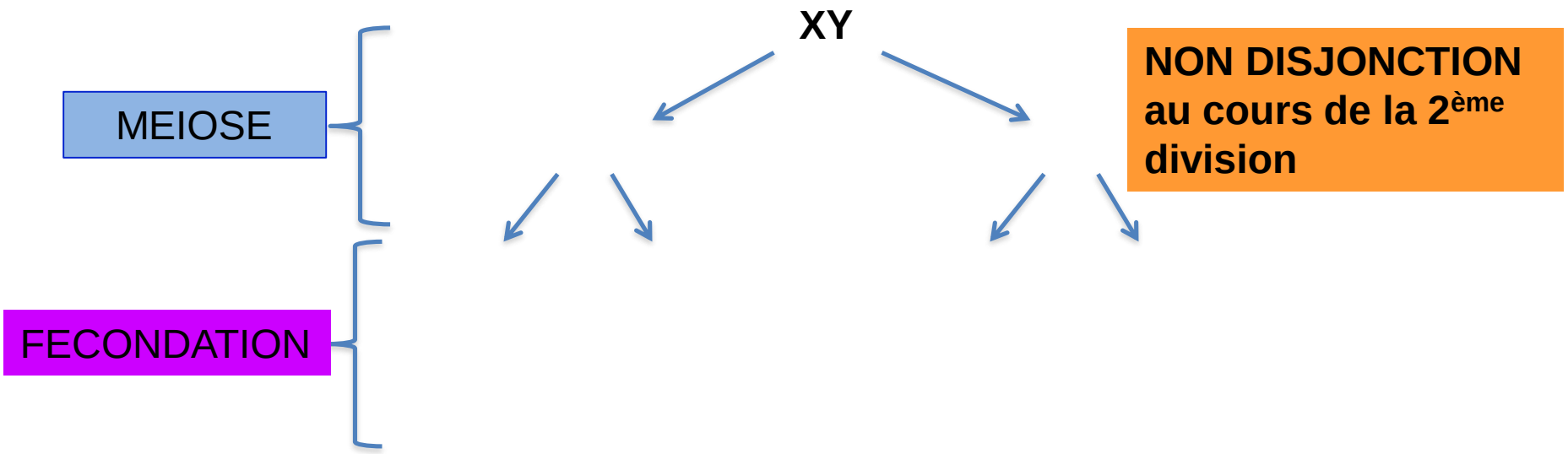
→ chez l'HOMME



I-5-2- Anomalies de ségrégation chromosomique

non disjonction des **chromosomes sexuels**

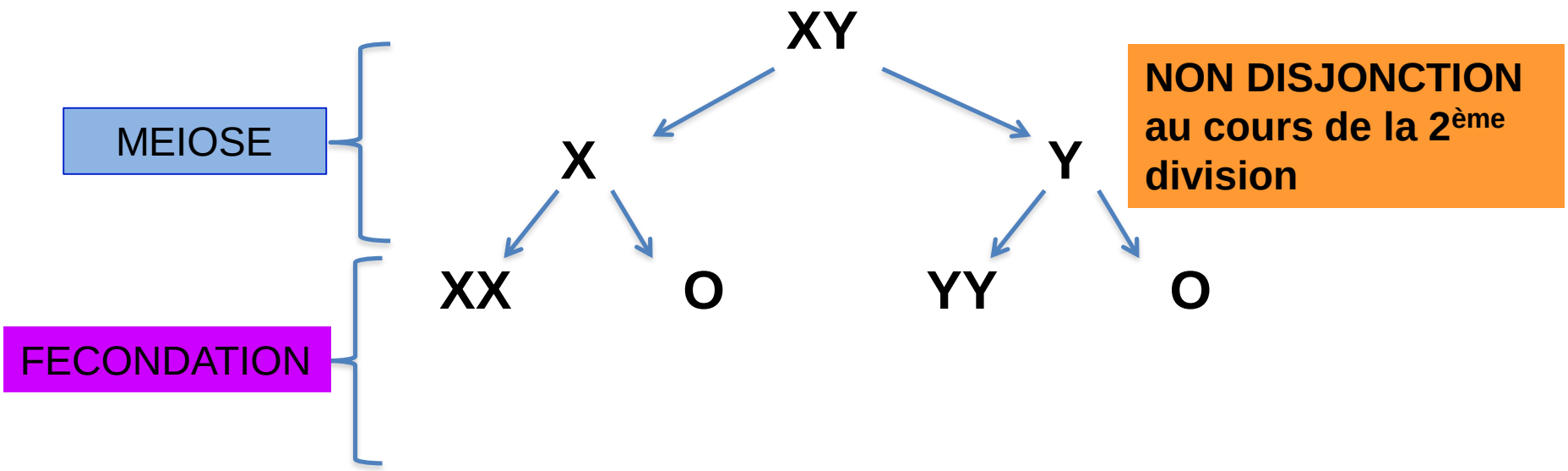
→ chez l'HOMME



I-5-2- Anomalies de ségrégation chromosomique

non disjonction des **chromosomes sexuels**

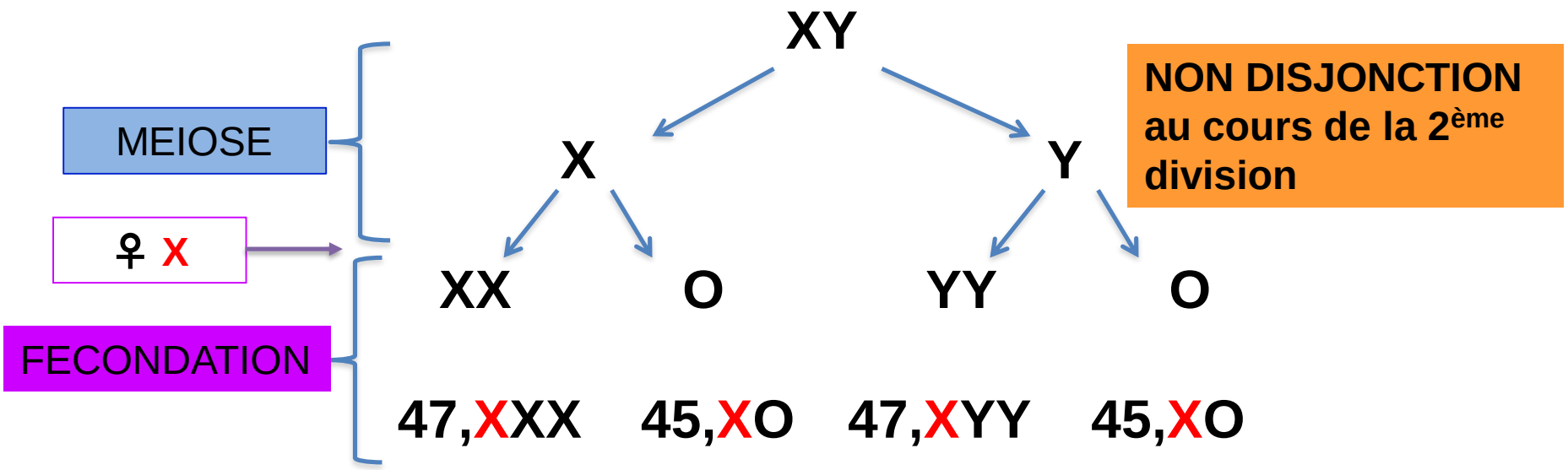
→ chez l'HOMME



I-5-2- Anomalies de ségrégation chromosomique

non disjonction des **chromosomes sexuels**

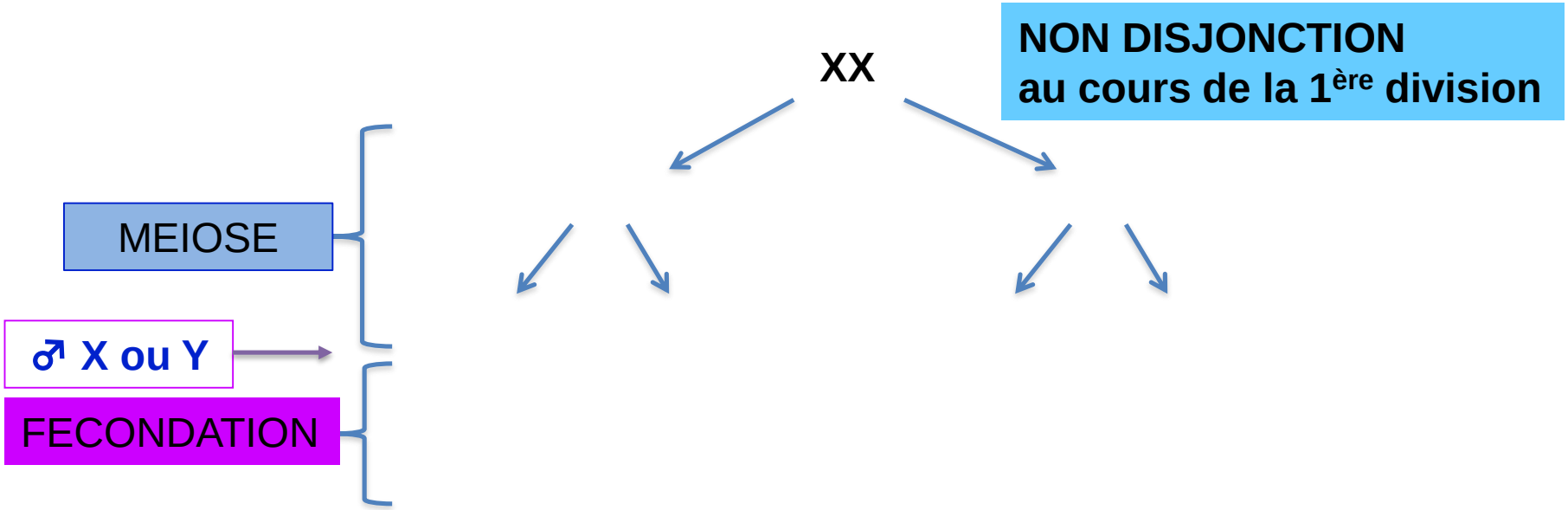
→ chez l'HOMME



I-5-2- Anomalies de ségrégation chromosomique

non disjonction des **chromosomes sexuels**

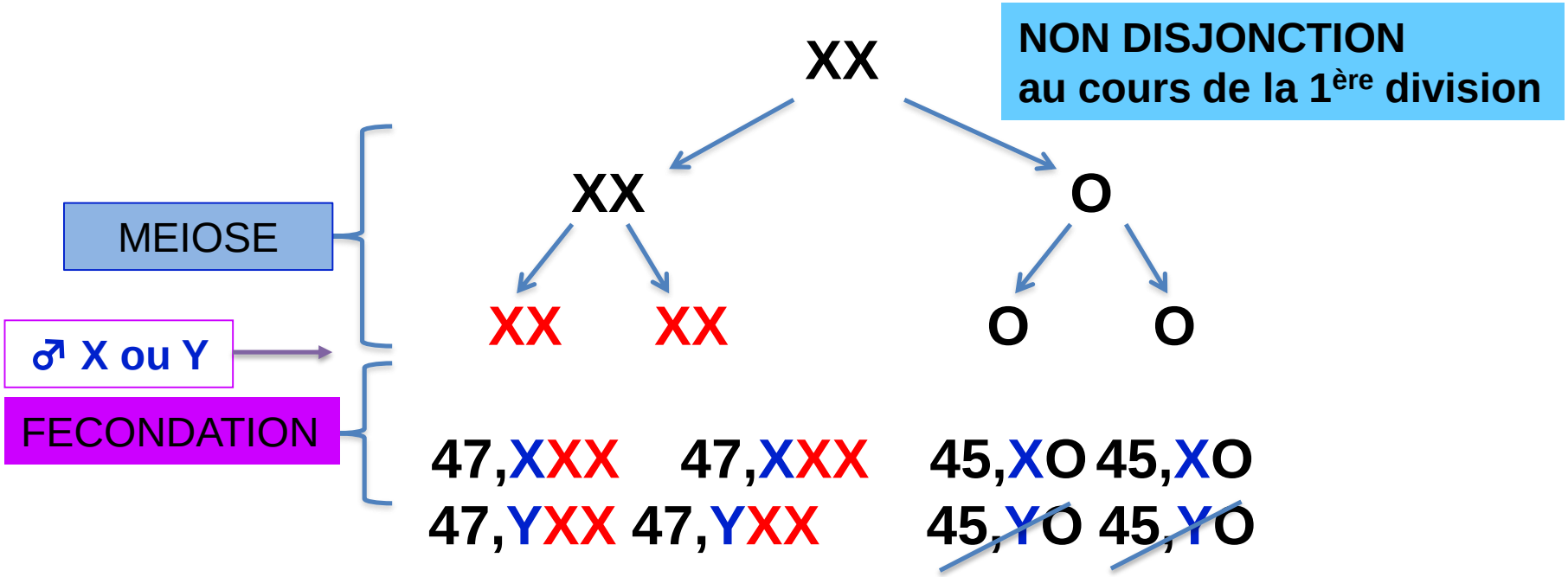
→ chez la FEMME



I-5-2- Anomalies de ségrégation chromosomique

non disjonction des **chromosomes sexuels**

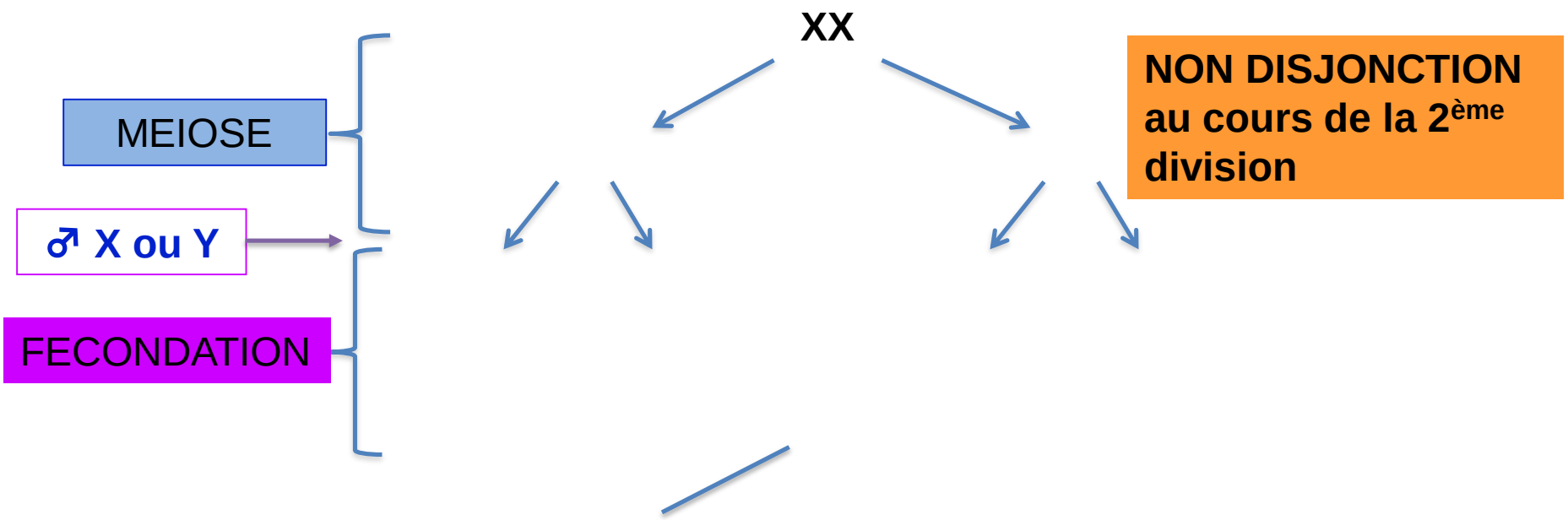
→ **chez la FEMME**



I-5-2- Anomalies de ségrégation chromosomique

non disjonction des **chromosomes sexuels**

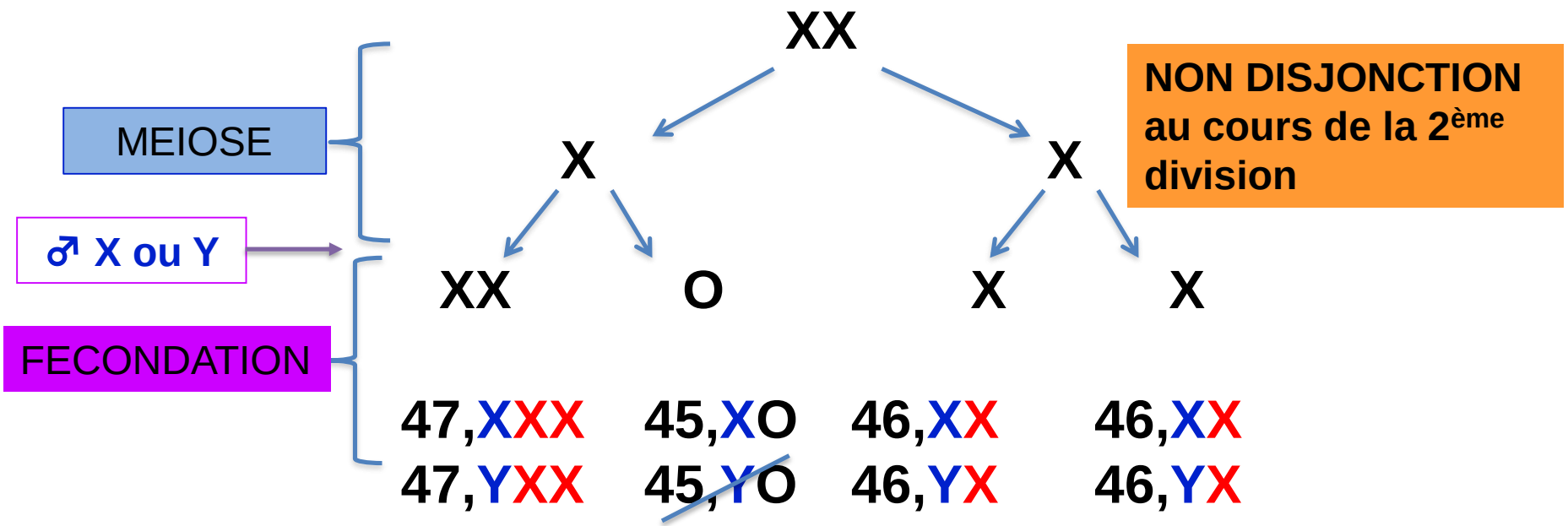
→ chez la FEMME



I-5-2- Anomalies de ségrégation chromosomique

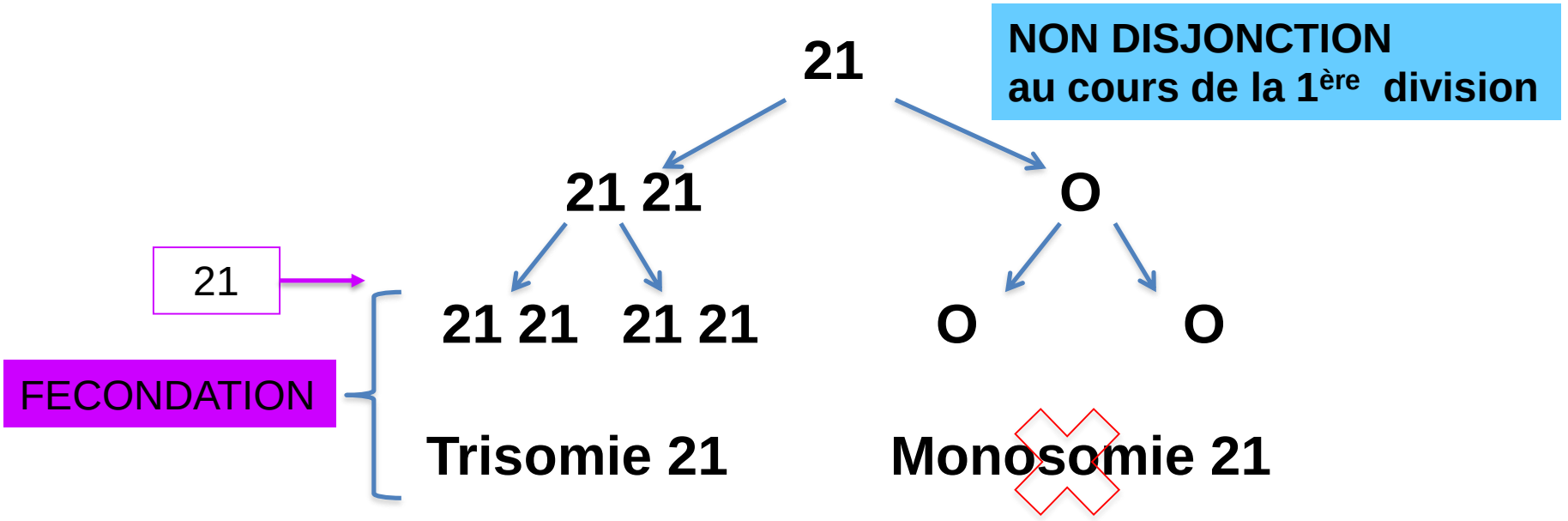
non disjonction des **chromosomes sexuels**

→ chez la FEMME



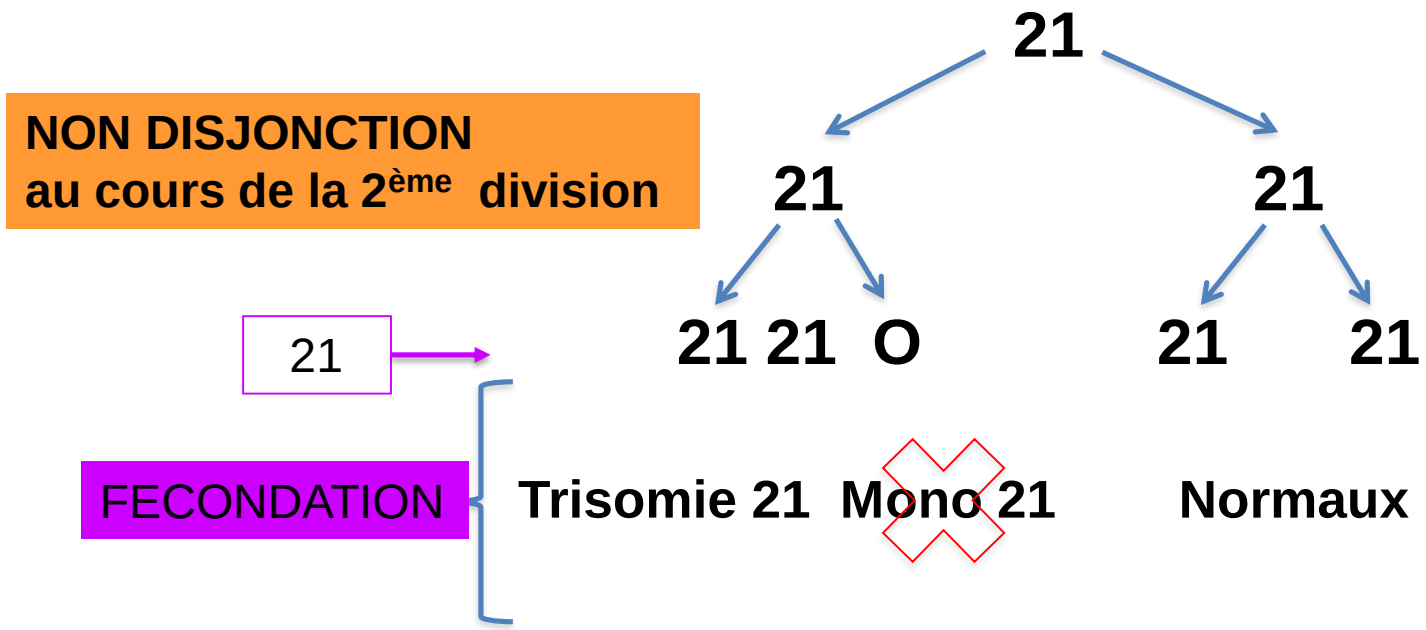
I-5-2- Anomalies de ségrégation chromosomique

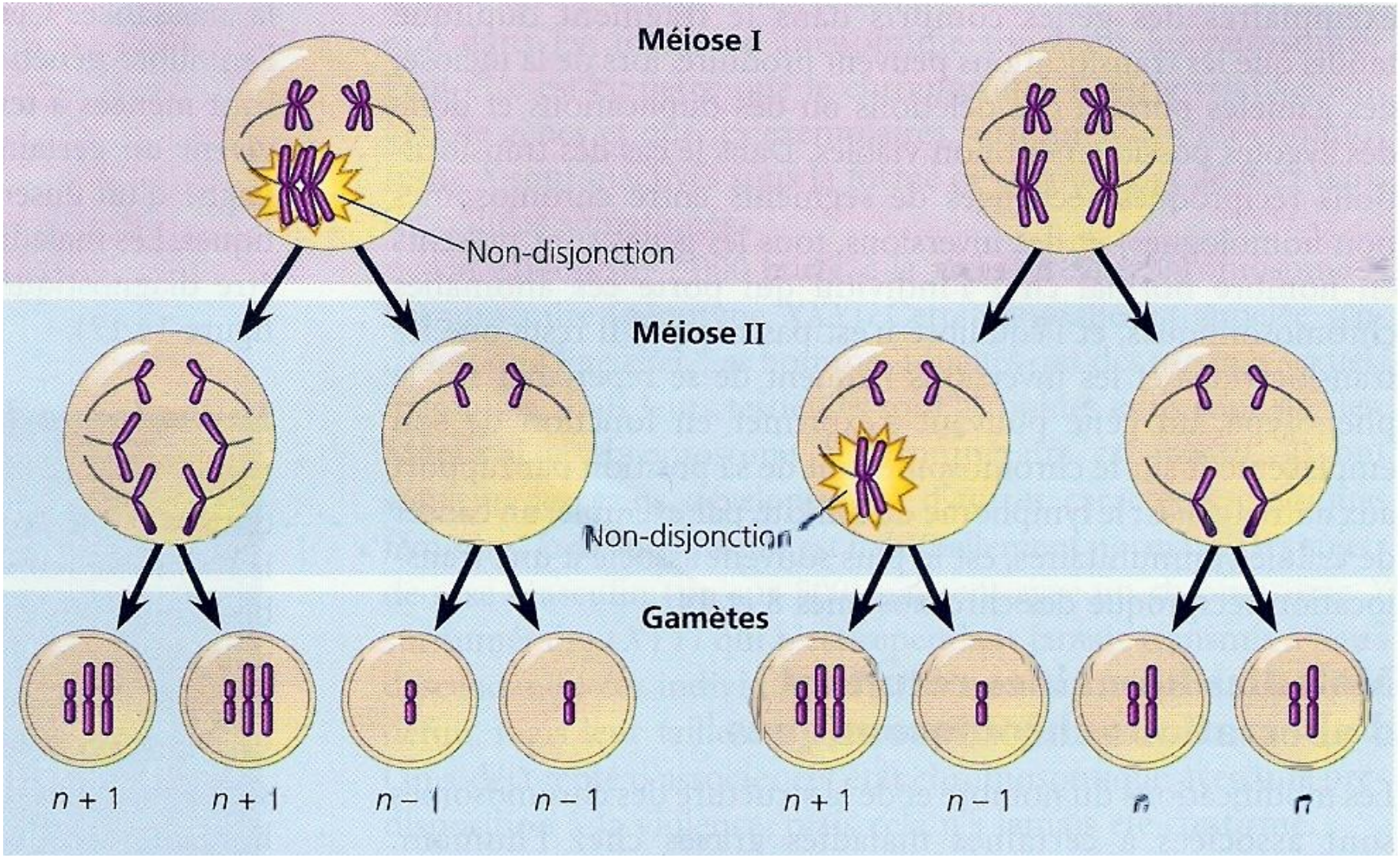
non disjonction des **autosomes**



I-5-2- Anomalies de ségrégation chromosomique

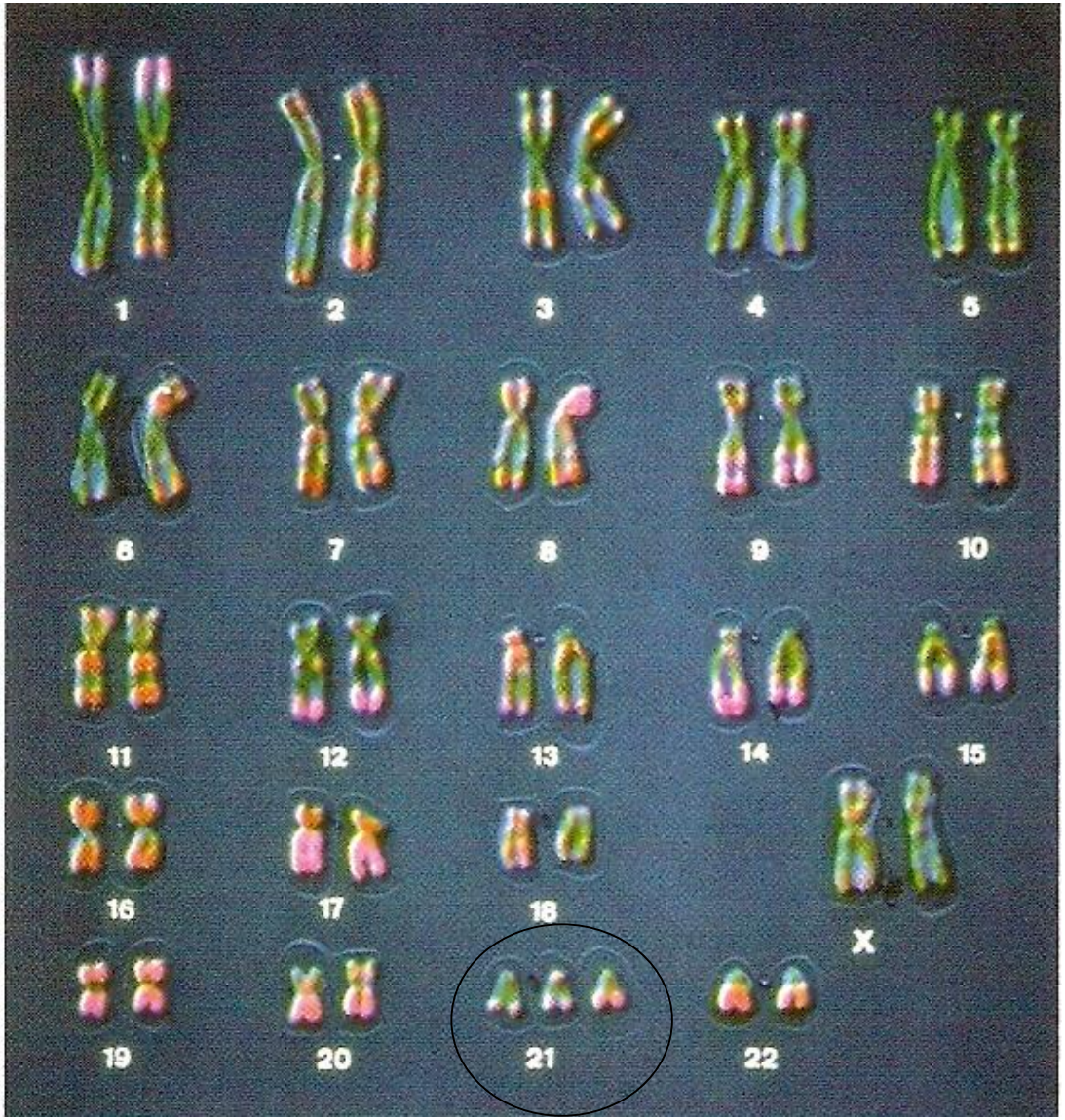
non disjonction des **autosomes**





Non disjonction des chromosomes homologues pendant la méiose I

Non disjonction des chromatides homologues pendant la méiose II



Exemple après fécondation

Syndrome de DOWN
Trisomie 21

PLAN

I- LA MEIOSE

I-1- Définition

I-2- 1ère division de méiose : réductionnelle

I-3- 2ème division de méiose : équationnelle

I-4- Conséquences de la méiose

I-5- Anomalies de la méiose

I-5-I- Erreurs de réplication de l'ADN

I-5-2- Anomalies de nombre ou de ségrégation

I-5-3- Anomalies de recombinaison génétique

I-5-3 Anomalies de recombinaison génétique

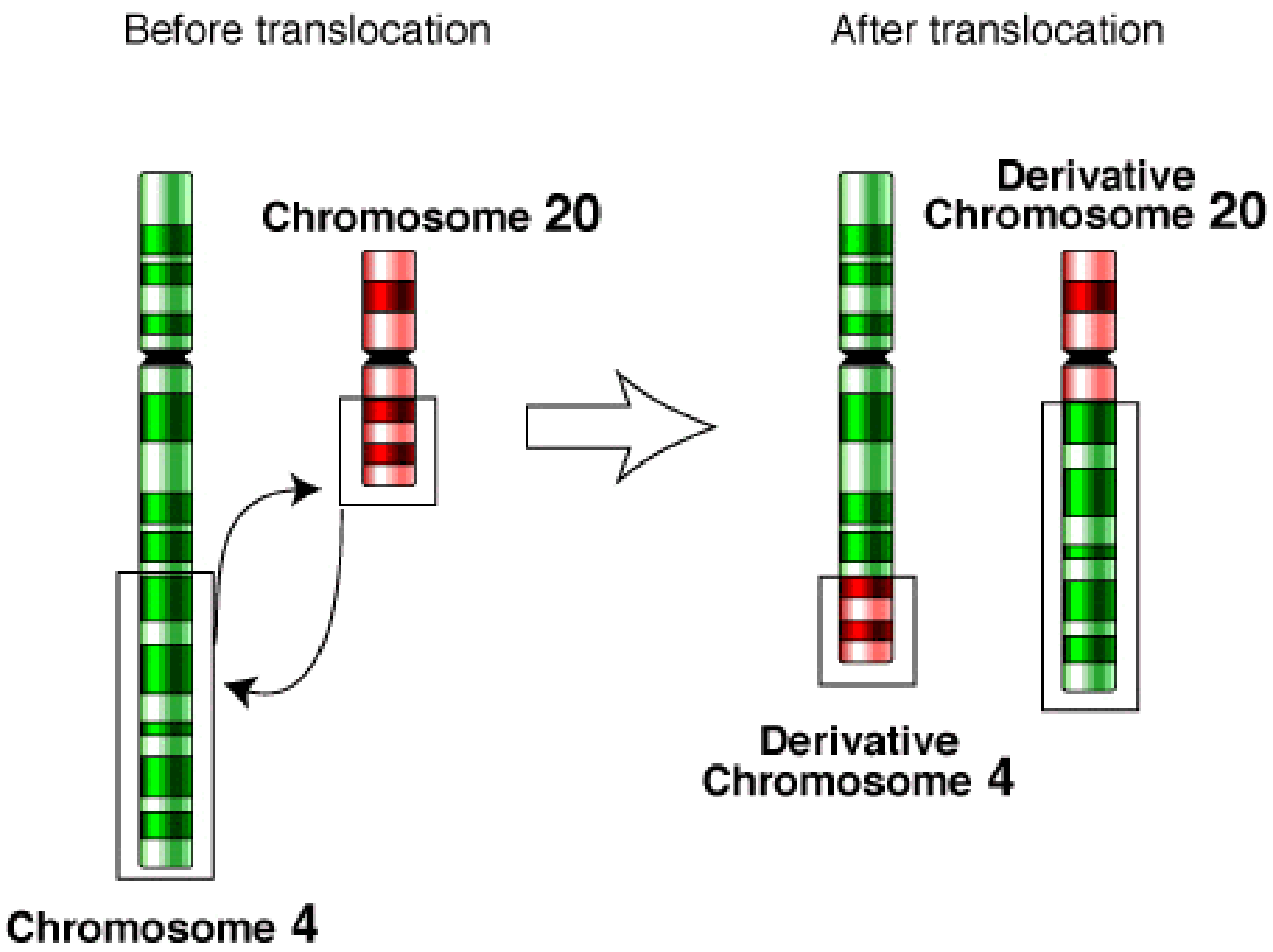
conséquence de « crossing over » inégaux entre chromosomes homologues ou non homologues

ex : les **translocations équilibrées**

sans perte ou gain de matériel génétique

pas de conséquence en général pour l'individu, MAIS conséquence pour la descendance car risque de transmission sur le mode déséquilibré

Translocation équilibrée : exemple



PLAN

I- LA MEIOSE

II- LA SPERMATOGENESE

II-1- Définition et siège

II-1- Définition

- Ensemble des phénomènes qui, à partir des cellules souches, les **spermatogonies,** aboutit à la formation des **spermatozoïdes**

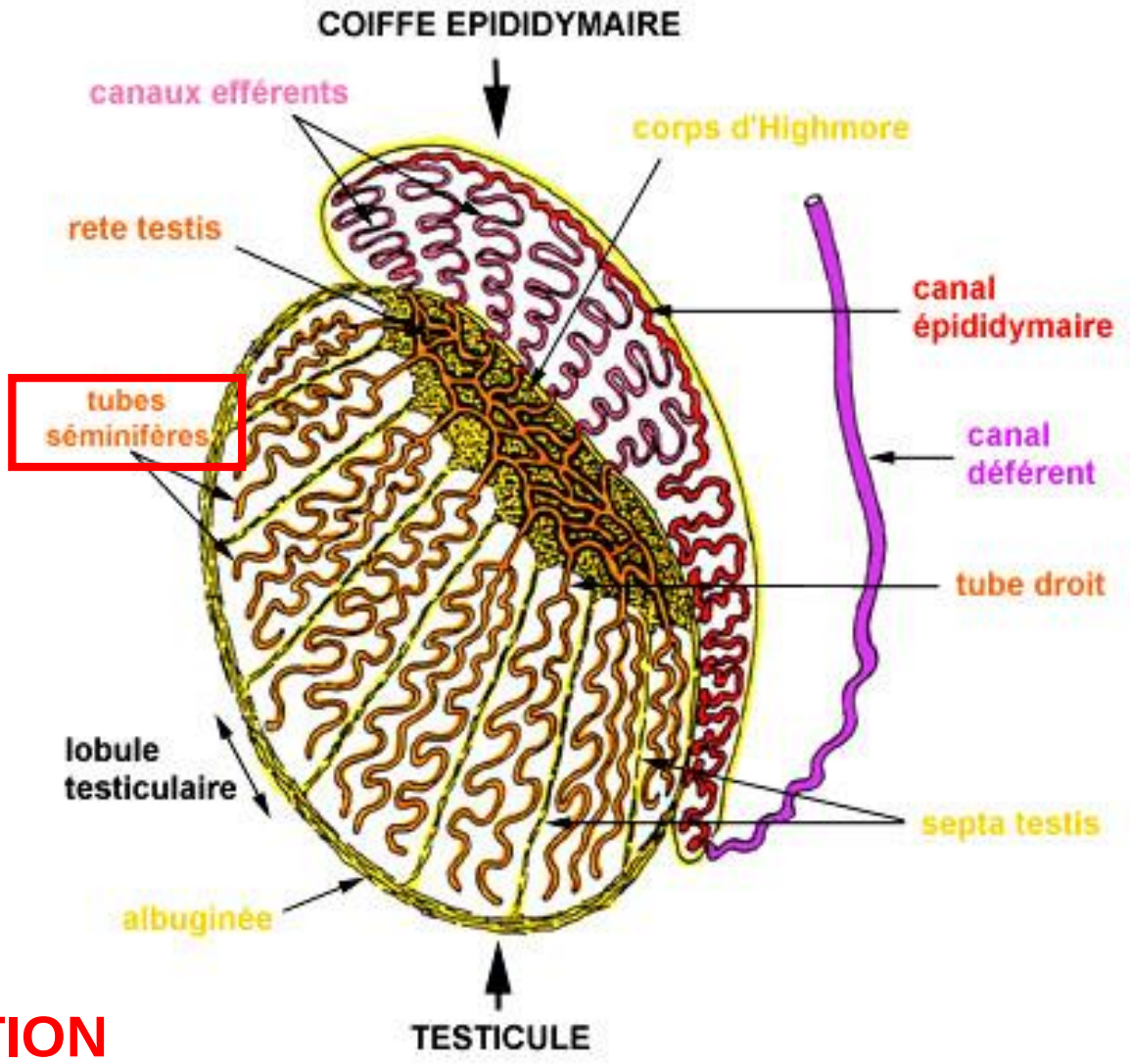
MITOSES +
MEIOSE +
CYTODIFFERENCIATION

- Production continue depuis la puberté jusqu'à ? la sénescence

  - Diminution avec l'âge

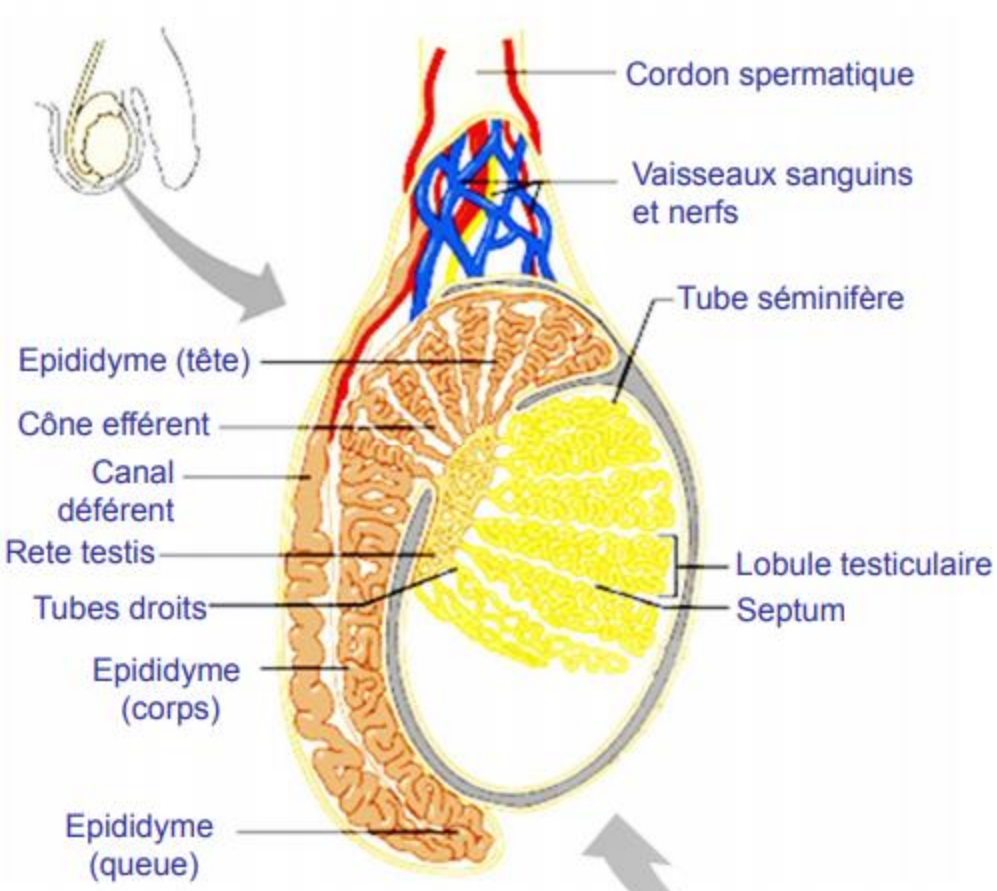
II-1- Siège : Testicule

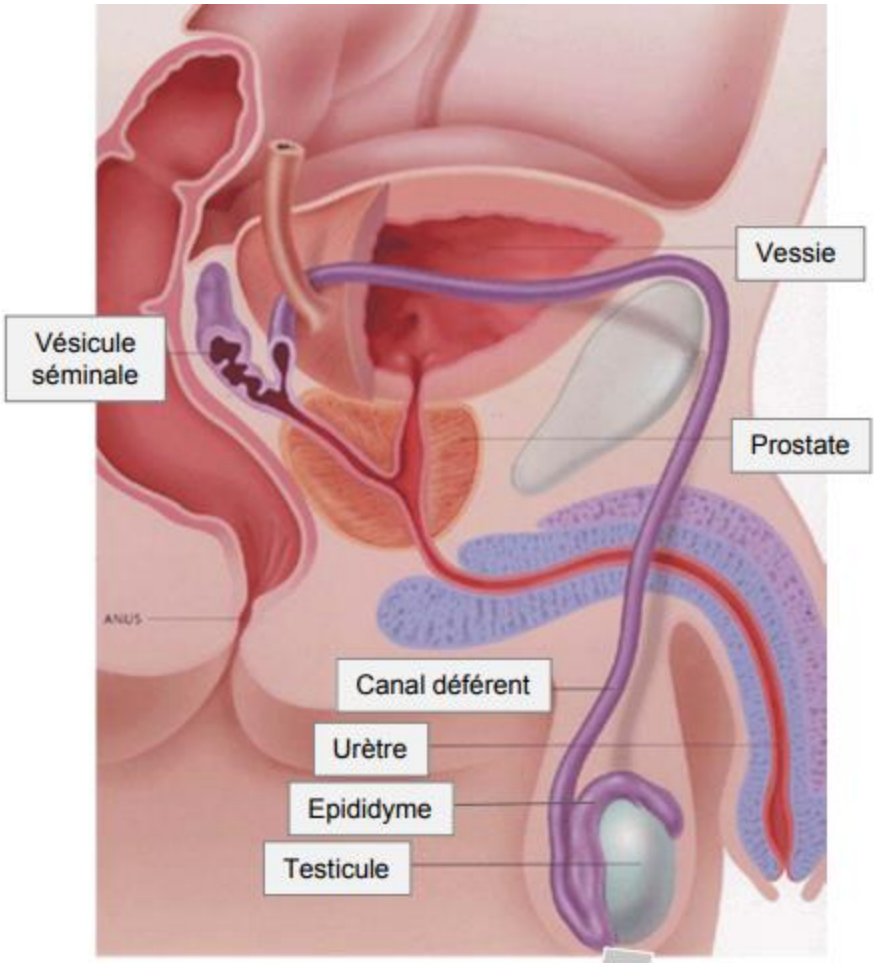
Les tubes séminifères : siège de la spermatogenèse



MITOSES +
MEIOSE +
CYTODIFFERENCIATION

II-1- Siège : Testicule

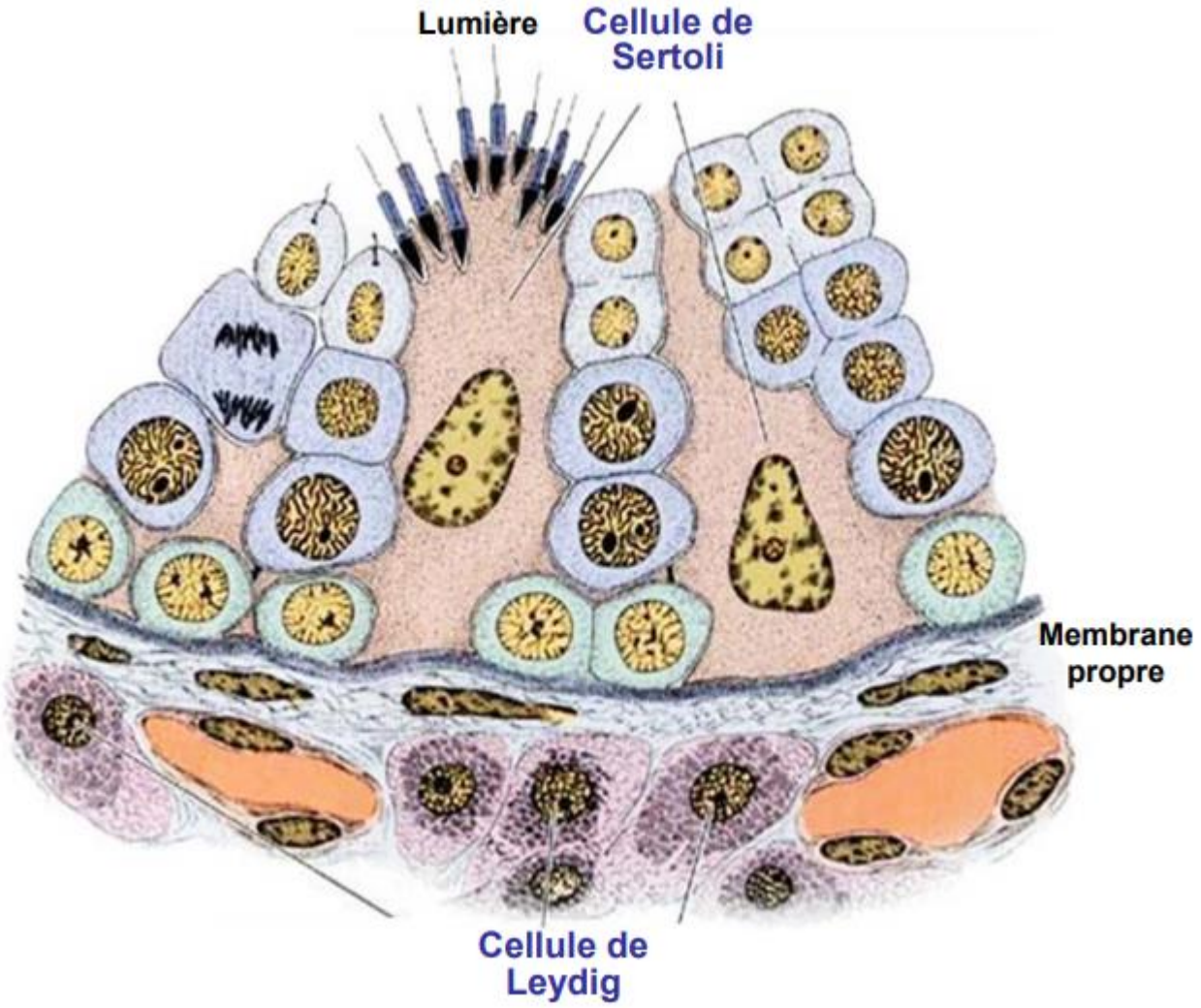




II-1- Siège : Testicule

Fonction exocrine
Spermatogenèse

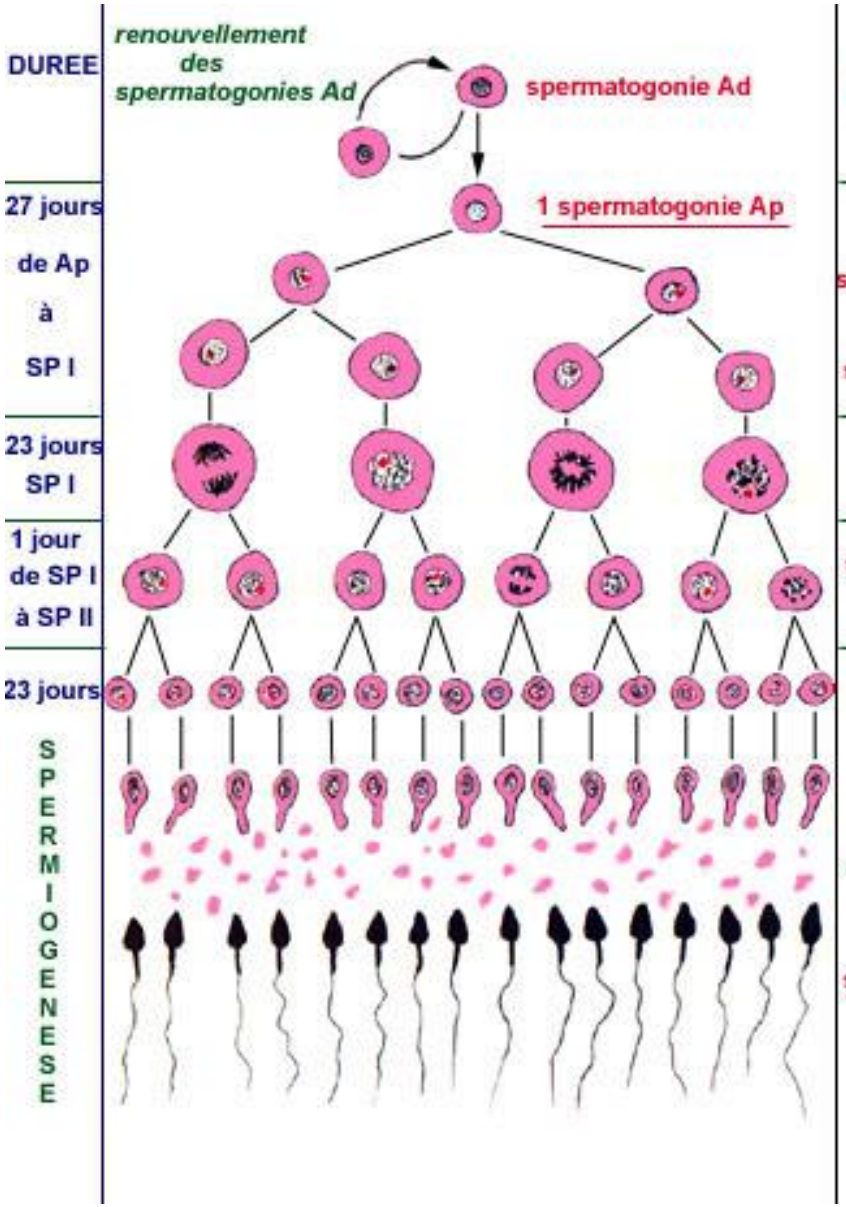
Fonction endocrine
Androgènes
(testostérone)



A-Multiplication

B-Méiose

C-Spermiogenèse



A- MITOSES 27 JOURS

Multiplications des cellules :

Spermatogonies → Spermatocytes I (2N, 2C)

Réplication de l'ADN

B- MEIOSE 24 JOURS

Spcytes I -> Spcytes II -> Spermatides

(2N, 4C) (1N, 2C) (1N, 1C)

Méiose I Méiose II

C- SPERMIOGENESE 23 JOURS

Spermatides -> Spermatozoïdes

(1N, 1C) (1N,1C)

Rendement théorique : **1 Ap → 16 spermatides**

PLAN

I- LA MEIOSE

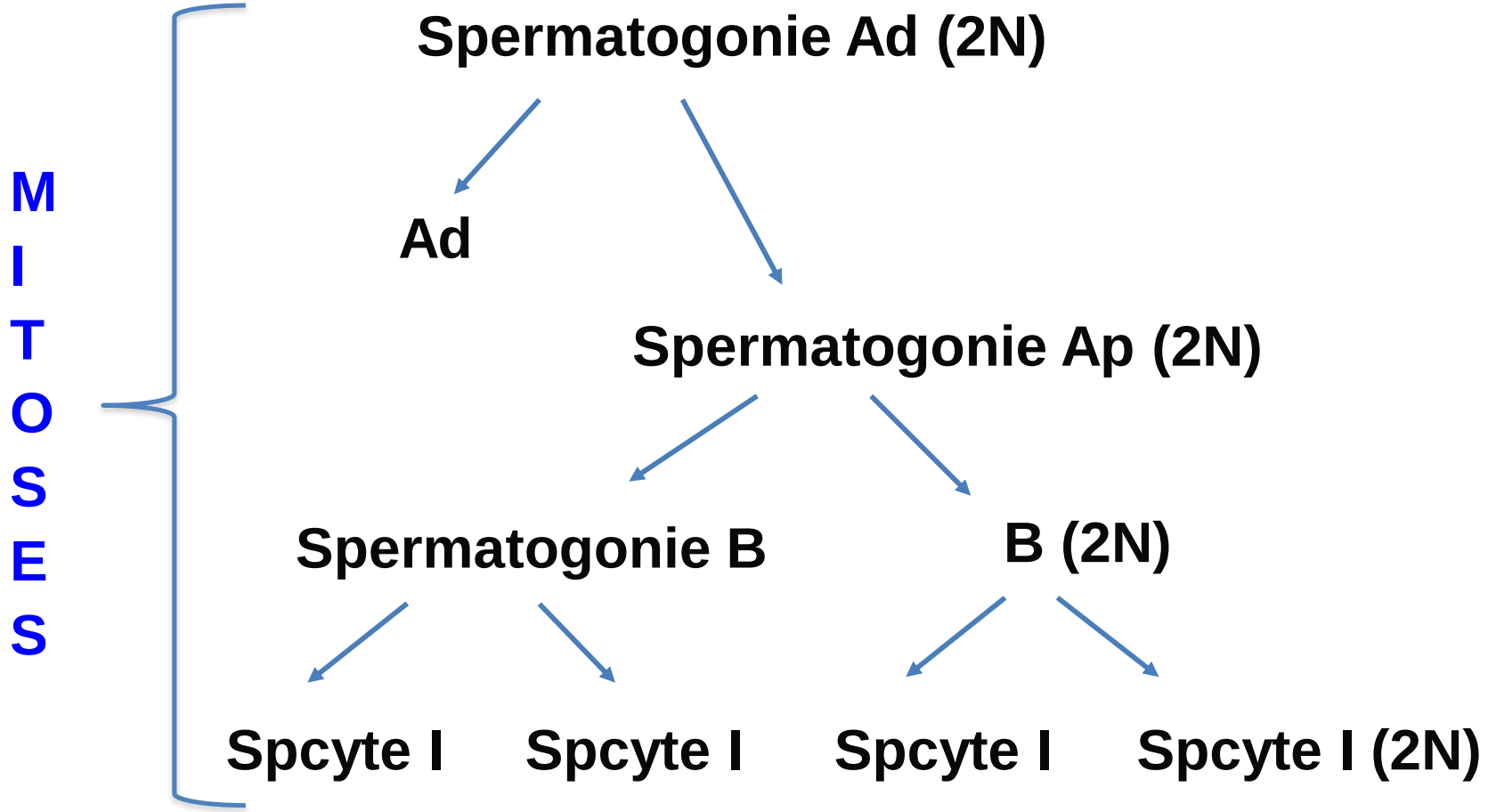
II- LA SPERMATOGENESE

II-1- Définition et siège

II-2- Déroulement de la spermatogenèse

A- Multiplication des cellules souches : les spermatogonies

A- Multiplications des cellules souches : les spermatogonies



REPLICATION DE L'ADN en pré-méiose (interphase)

Durée de 27 jours

Spcyte : spermatocyte

PLAN

I- LA MEIOSE

II- LA SPERMATOGENESE

II-1- Définition et siège

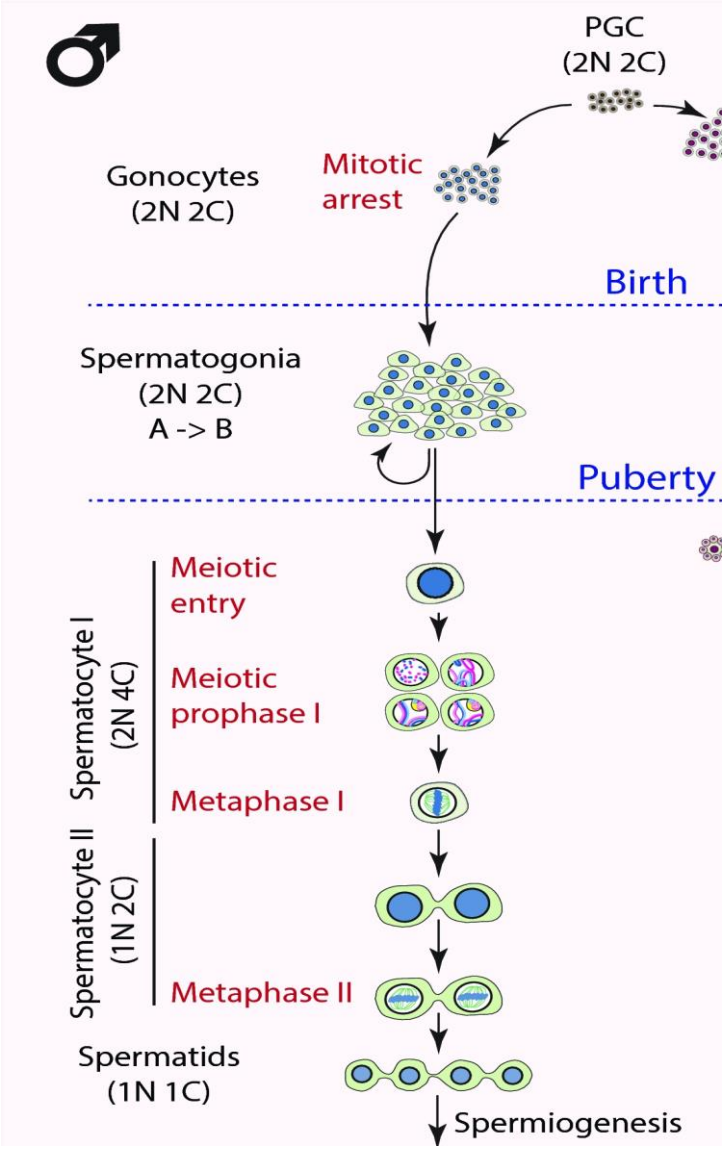
II-2- Déroulement de la spermatogenèse

A- Multiplication des cellules souches : les spermatogonies

B- Croissance des spermatocytes I et méiose

B- Croissance des spermatocytes I et méiose

MITOSE



Durée de 24 jours

Spermatocyte I : Méiose I
2N, 4C

Spermatocyte II : Méiose II
N, 2C

Spermatide
N, 1C

PLAN

I- LA MEIOSE

II- LA SPERMATOGENESE

II-1- Définition et siège

II-2- Déroulement de la spermatogenèse

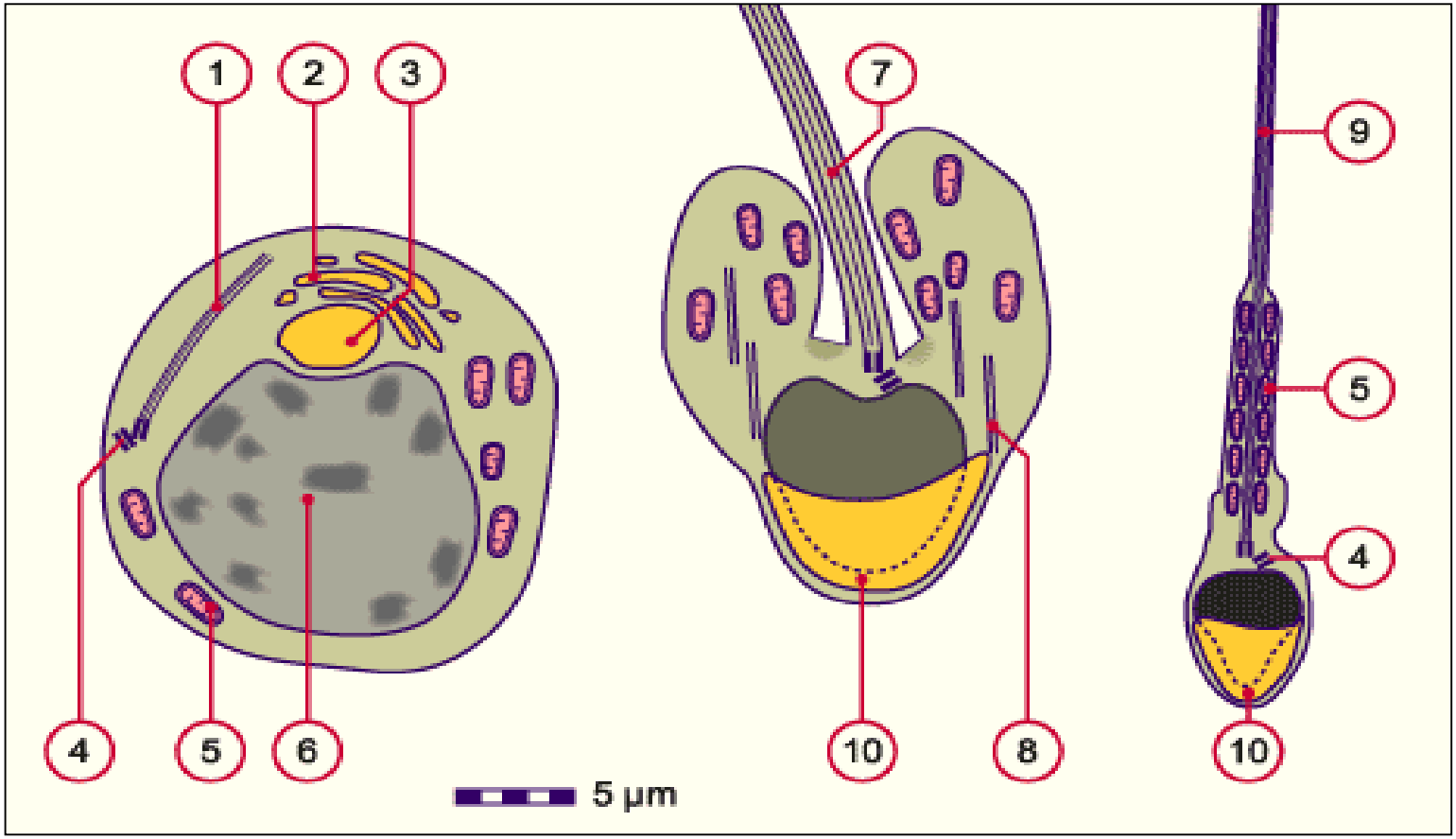
A- Multiplication des cellules souches : les spermatogonies

B- Croissance des spermatocytes I et méiose

C- Spermiogenèse

C- Spermiogenèse

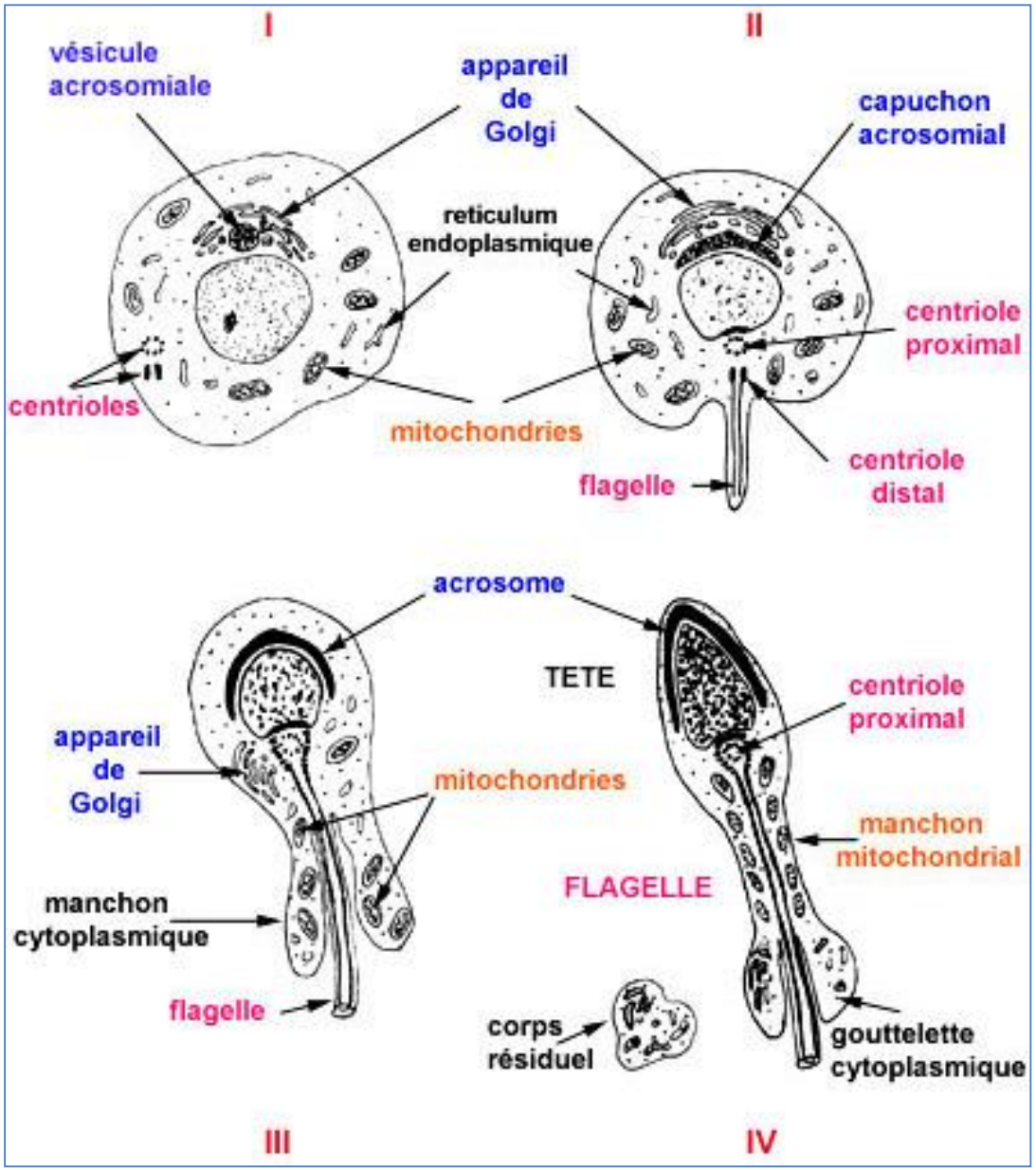
Durée de 23 jours



Spermatide ronde | Spermatide allongée | Spermatozoïde

1: centriole distal
2: appareil de Golgi
3: vésicule acrosomiale
4: centriole proximal
5: mitochondries
6: noyau
7: axonème
8: réticulum endoplasmique
9: flagelle
10: acrosome

C- Spermiogenèse



1/ Formation de l'**acrosome**

2/ Réorganisation **nucléaire** : condensation ADN

3/ Migration des **centrioles** et formation de l'axonème

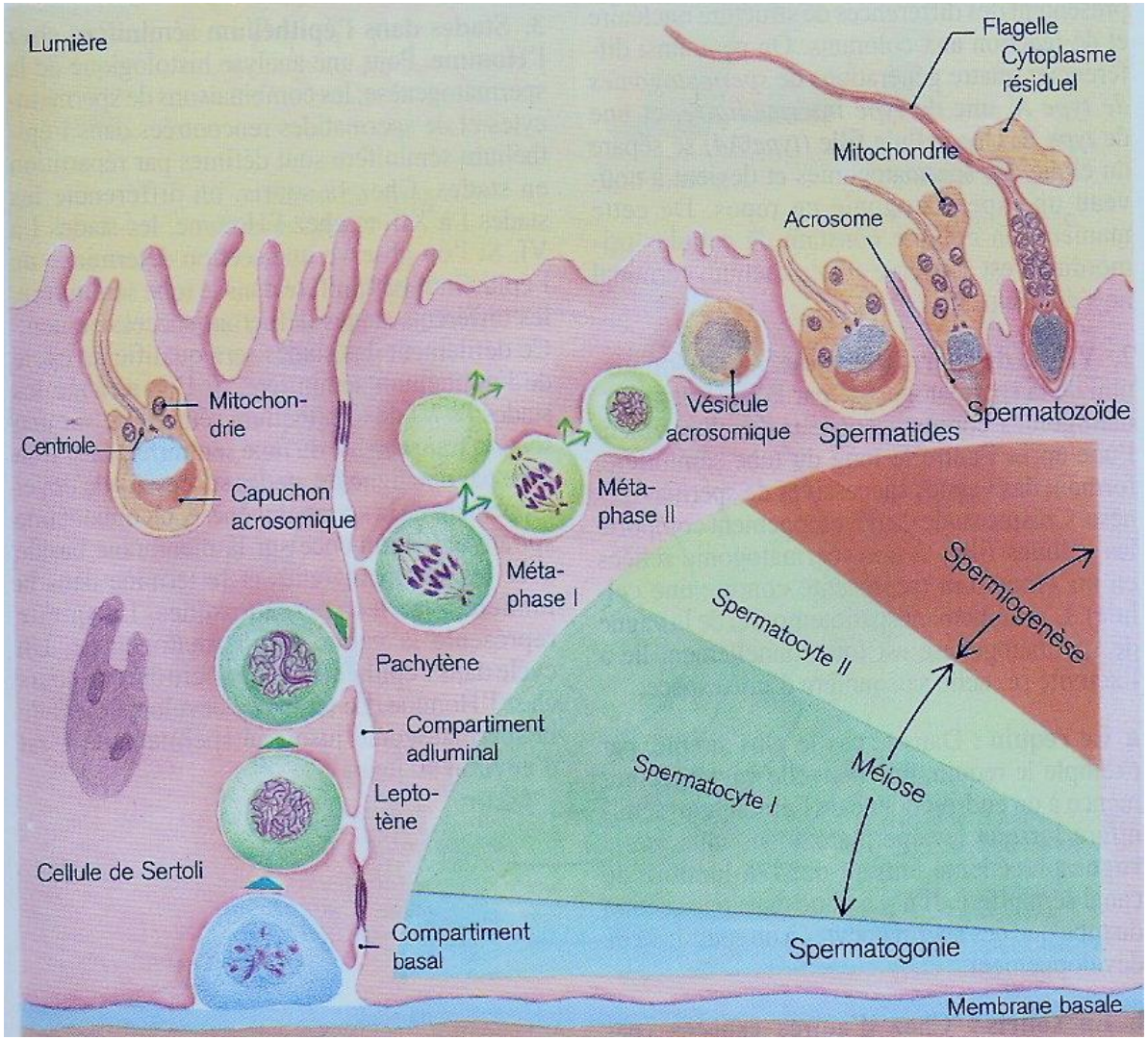
4/ Migration des mitochondries

5/ Réorganisation du **cytoplasme**

Corps résiduel

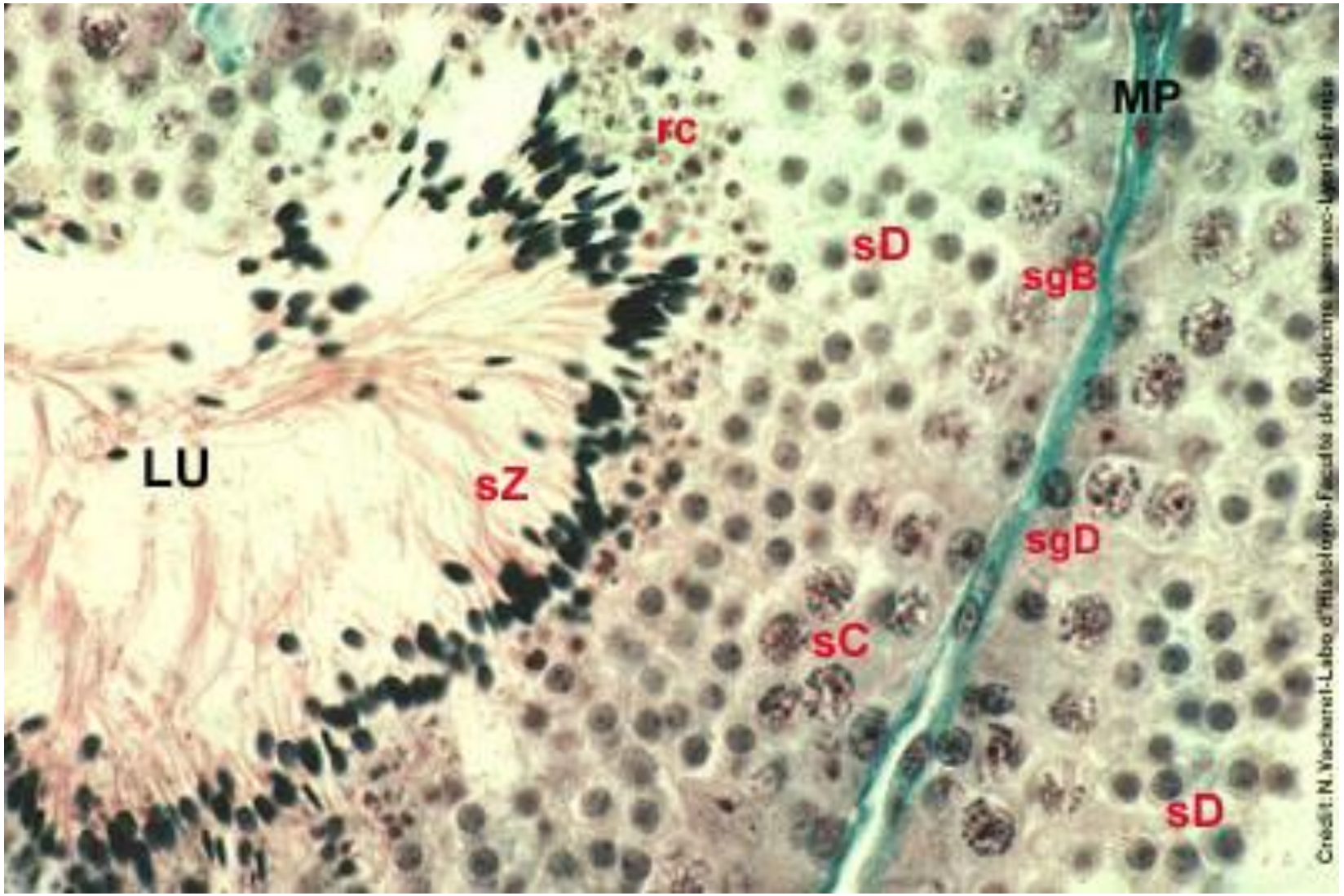
Gouttelette cytoplasmique

Section de tubes séminifères

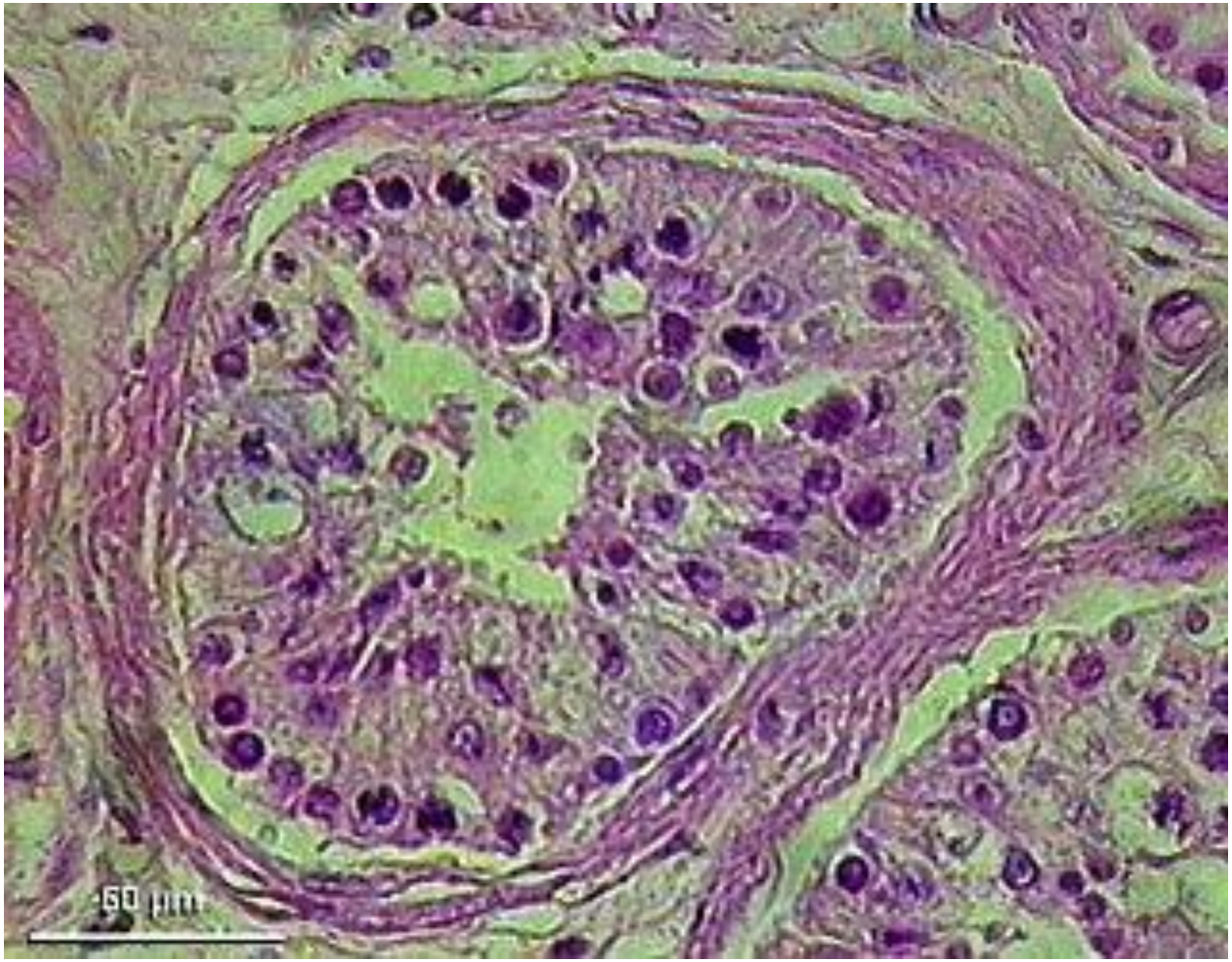


SPERMIATION : libération des spz dans la lumière des tubes séminifères
Dernière étape de la spermatogenèse

Section de tubes séminifères



sgD : spermatogonie Ad
sgB : spermatogonie B
sC : spermatocyte I
sD : spermatide
rc : reste cytoplasmique
sZ : spermatozoïde



Tube séminifère à paroi épaisse et sans spermatozoïde dans la lumière : il y a donc stérilité par azoospermie.

source : Académie de Rennes

PLAN

I- LA MEIOSE

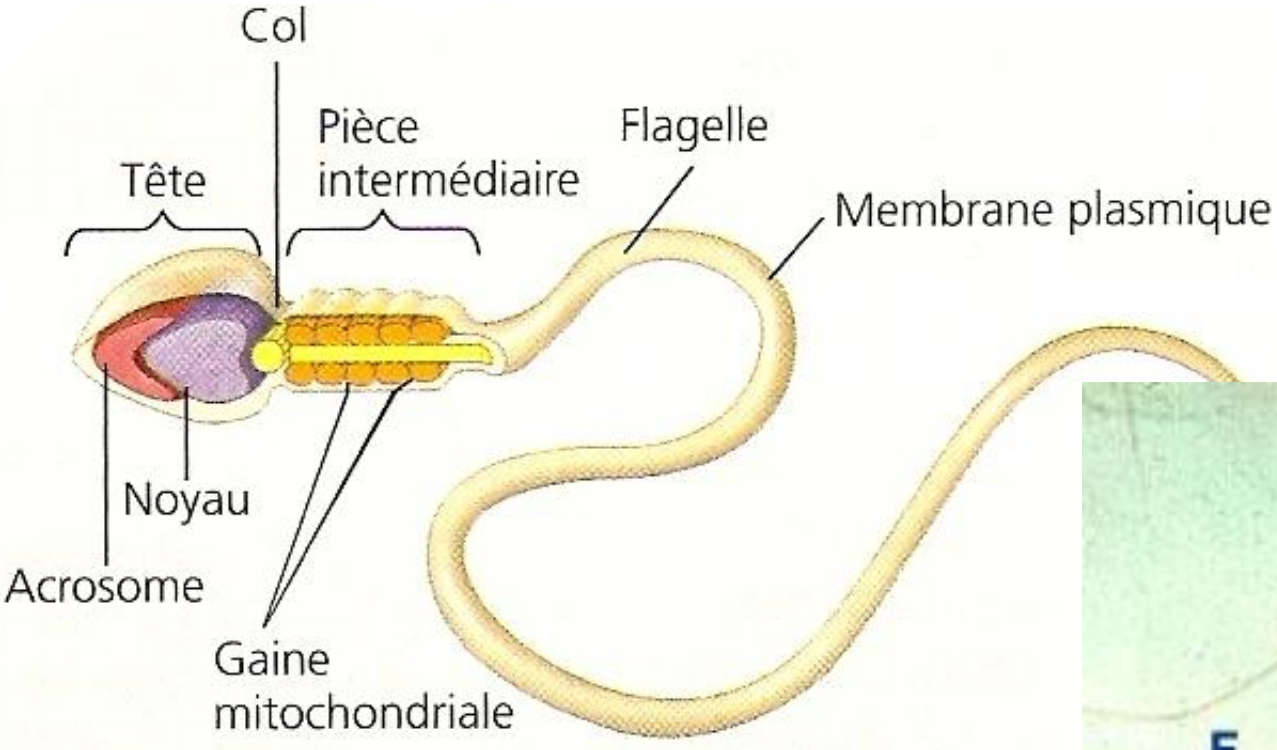
II- LA SPERMATOGENESE

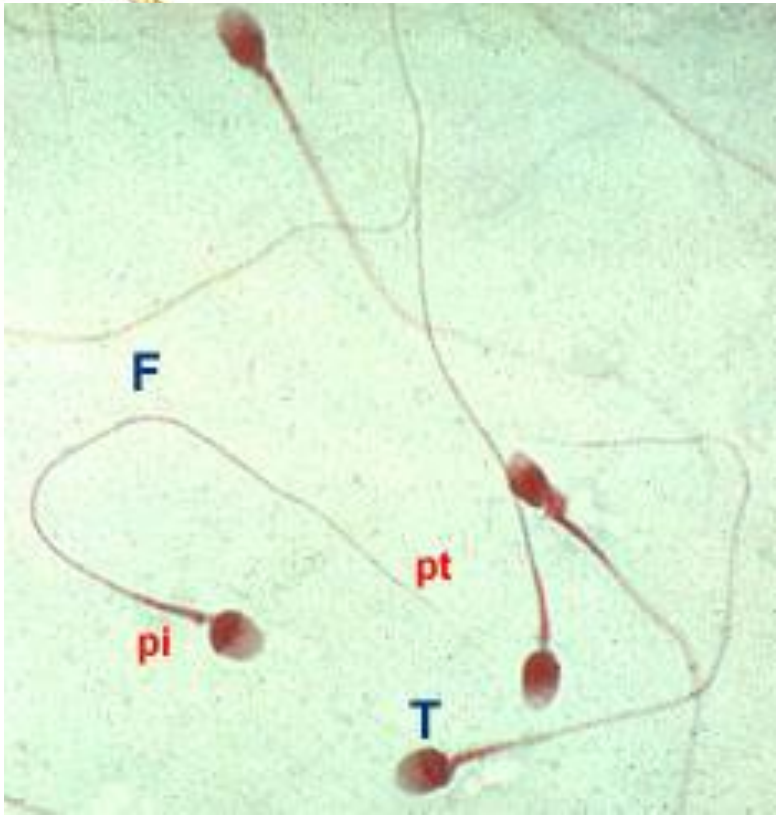
II-1- Définition et siège

II-2- Déroulement de la spermatogenèse

II-3- Le spermatozoïde

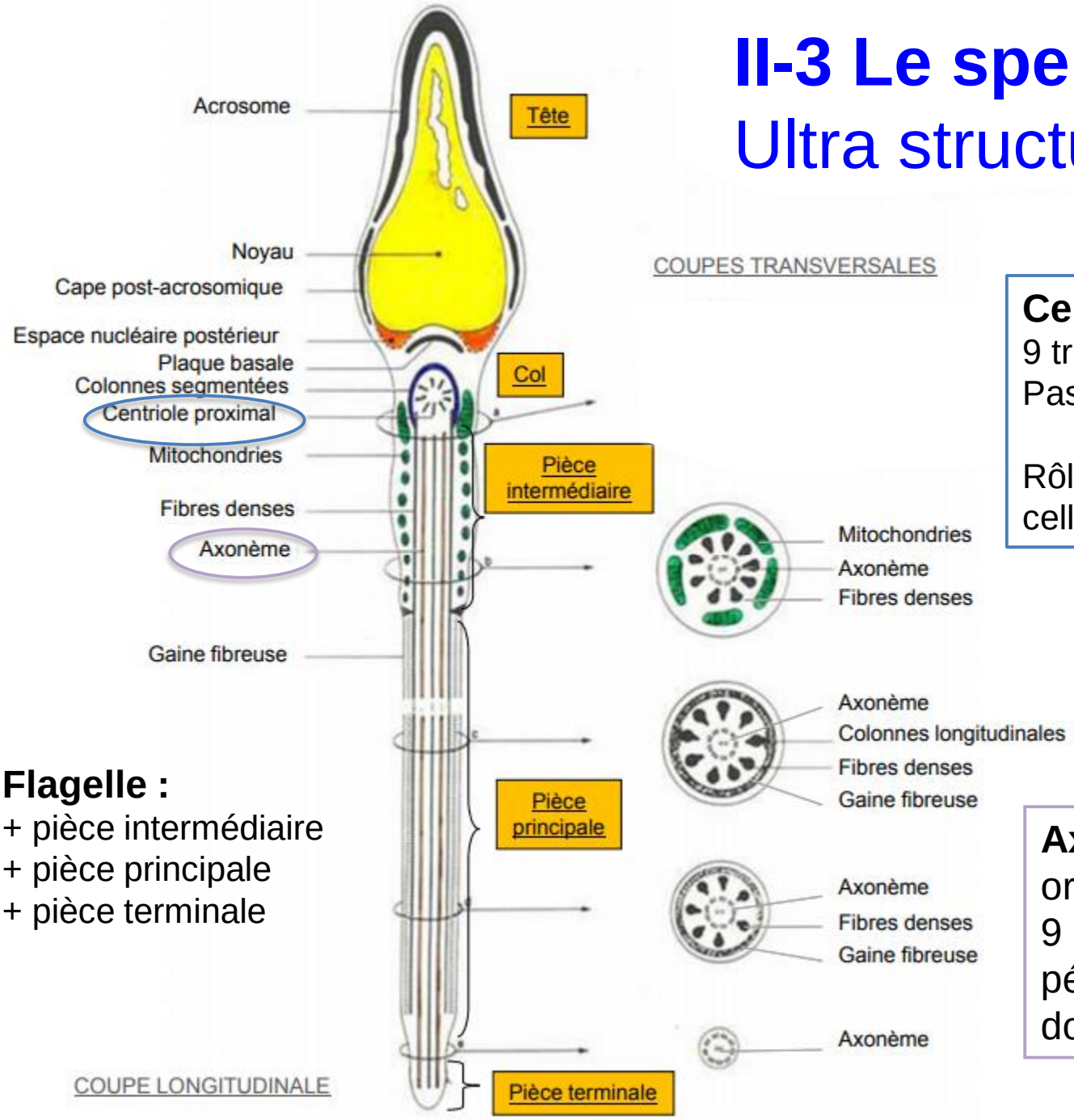
II-3 Le spermatozoïde





II-3 Le spermatozoïde

Ultra structure



Centriole proximal :
9 triplés de microtubules
Pas de tubules centraux

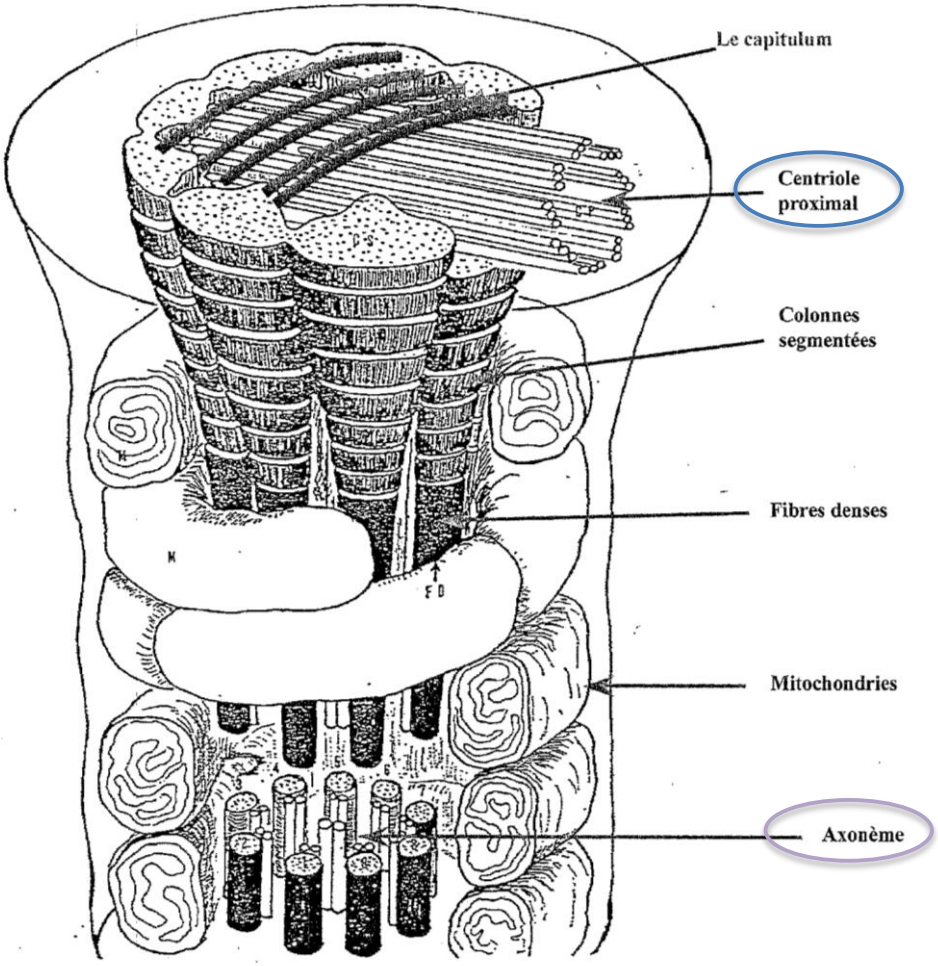
Rôle dans la 1ère division cellulaire après la fécondation

Flagelle :
+ pièce intermédiaire
+ pièce principale
+ pièce terminale

Axonème :
origine : centriole distal
9 doublets périphériques + 1 doublet central

II-3 Le spermatozoïde

Ultra structure



Essai de reconstitution spatiale de la pièce connective et de la pièce intermédiaire (J.-P. Bisson et G. David J., *Gyn. Obst. Biol. Repr.*, 1975).

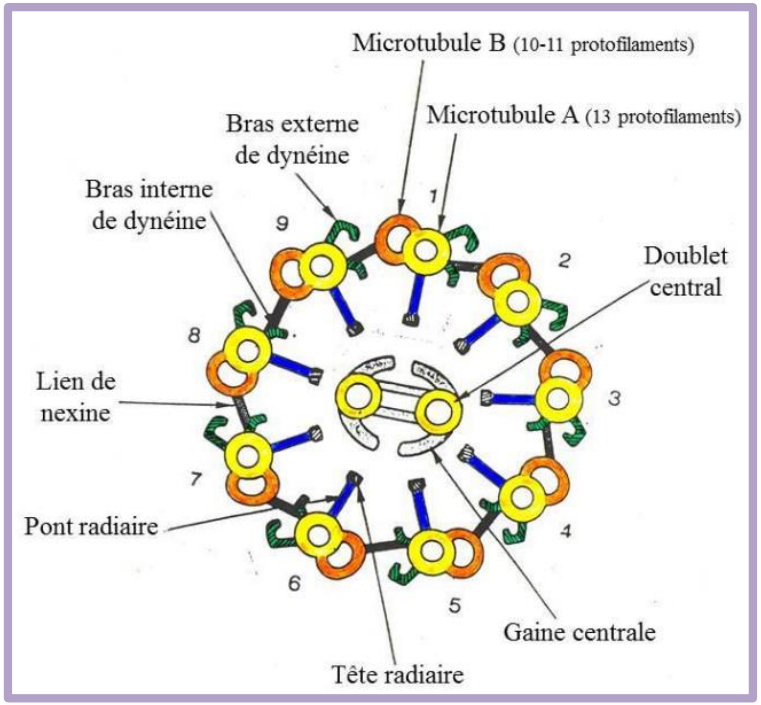
Pièce connective (= col, collet) :

* plaque basale
* centriole proximal

connexion entre la tête et le flagelle

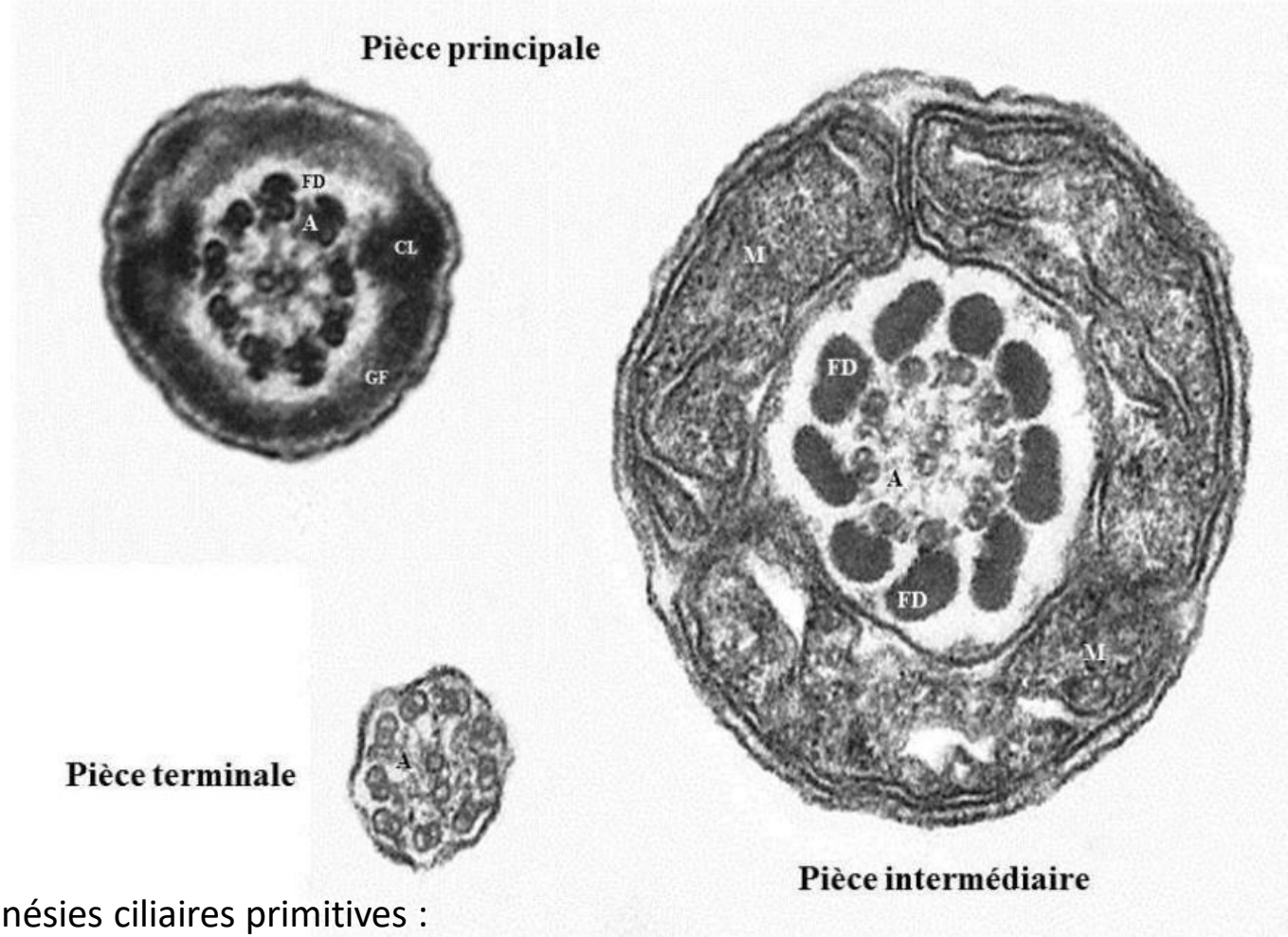
* 9 colonnes segmentées

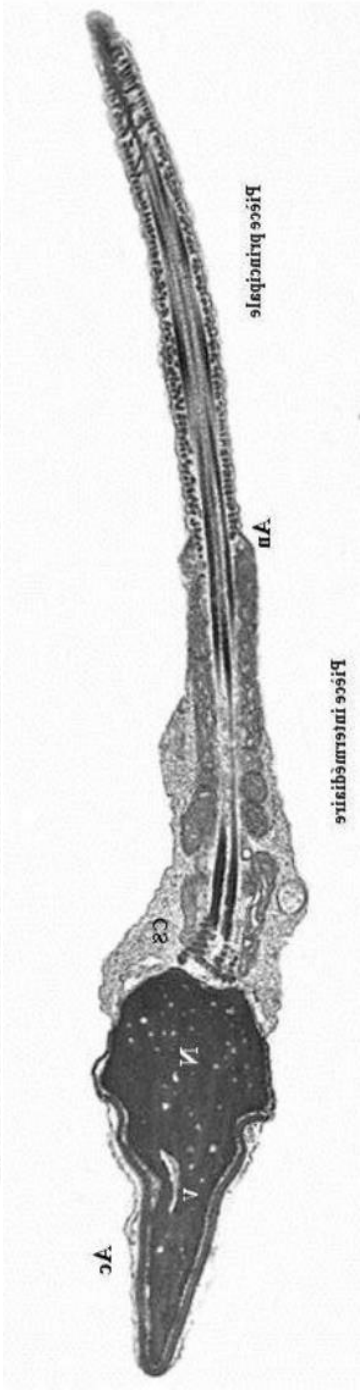
recouverte du capitulum



II-3 Le spermatozoïde

Ultra structure





Dyskinésies ciliaires primitives :

- le plus fréquent : absence des bras de dynéine externe
  - Atteintes des cils de l'organisme
    - Symptômes pulmonaires, symptômes ORL, absence de mouvement des spermatozoïdes

PLAN

I- LA MEIOSE

II- LA SPERMATOGENESE

III- L'OVOGENESE

III-1- Définition

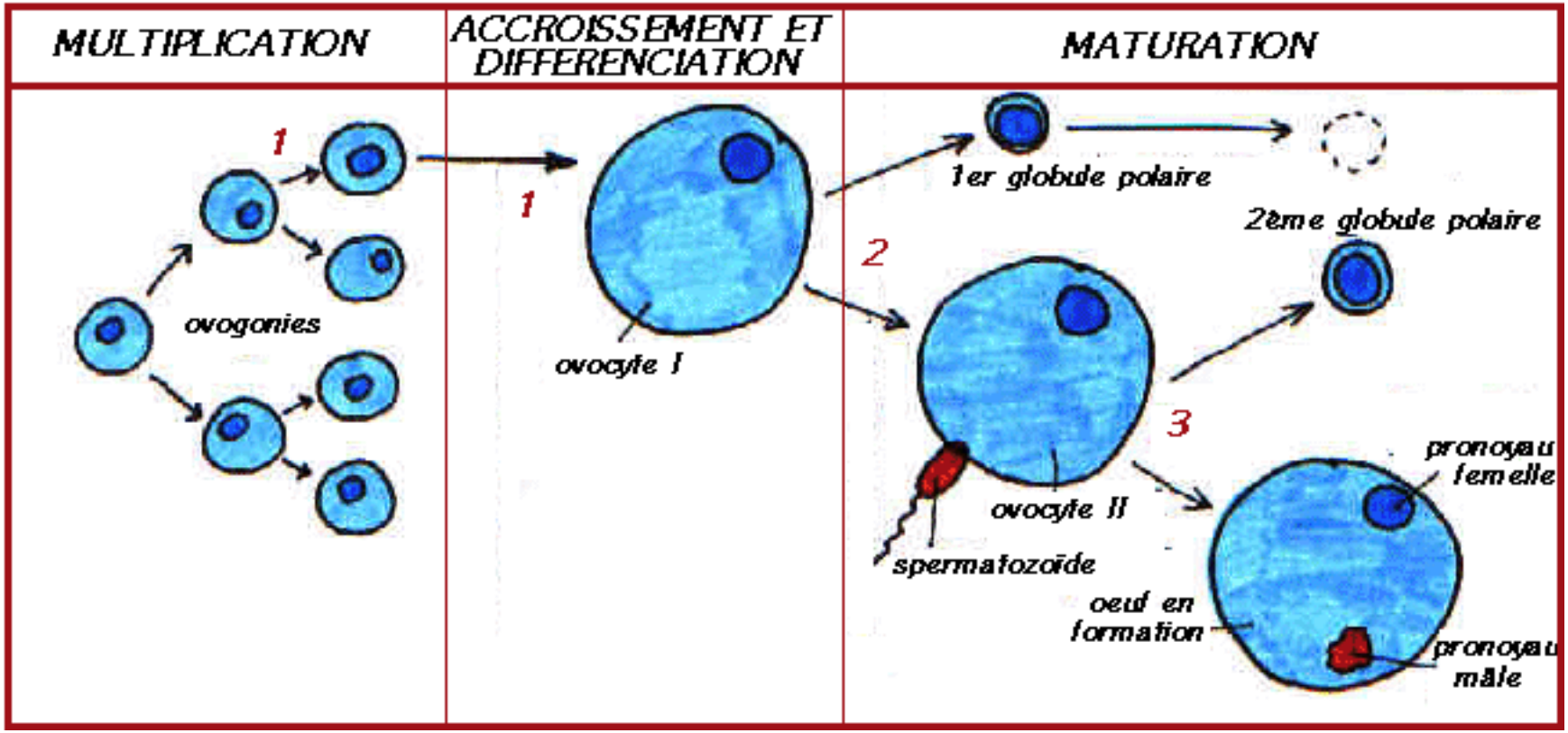
- Ensemble des phénomènes qui à partir des cellules souches, les **cellules germinales primordiales puis les ovogonies** aboutissent à la formation des **ovocytes**

- Phénomène **discontinu** qui débute pendant la vie embryonnaire et se termine avec la fécondation
- 3 étapes

III-1- Définition

- 3 étapes
  - La **multiplication** des cellules germinales primordiales (CGP) puis des ovogonies pendant la vie intra-utérine
  - La **méiose avec 2 blocages**
    - en prophase I dès la vie fœtale
    - en métaphase II à partir de la puberté
  - La **différenciation** du gamète femelle

III-1- Définition



VIE EMBRYONNAIRE

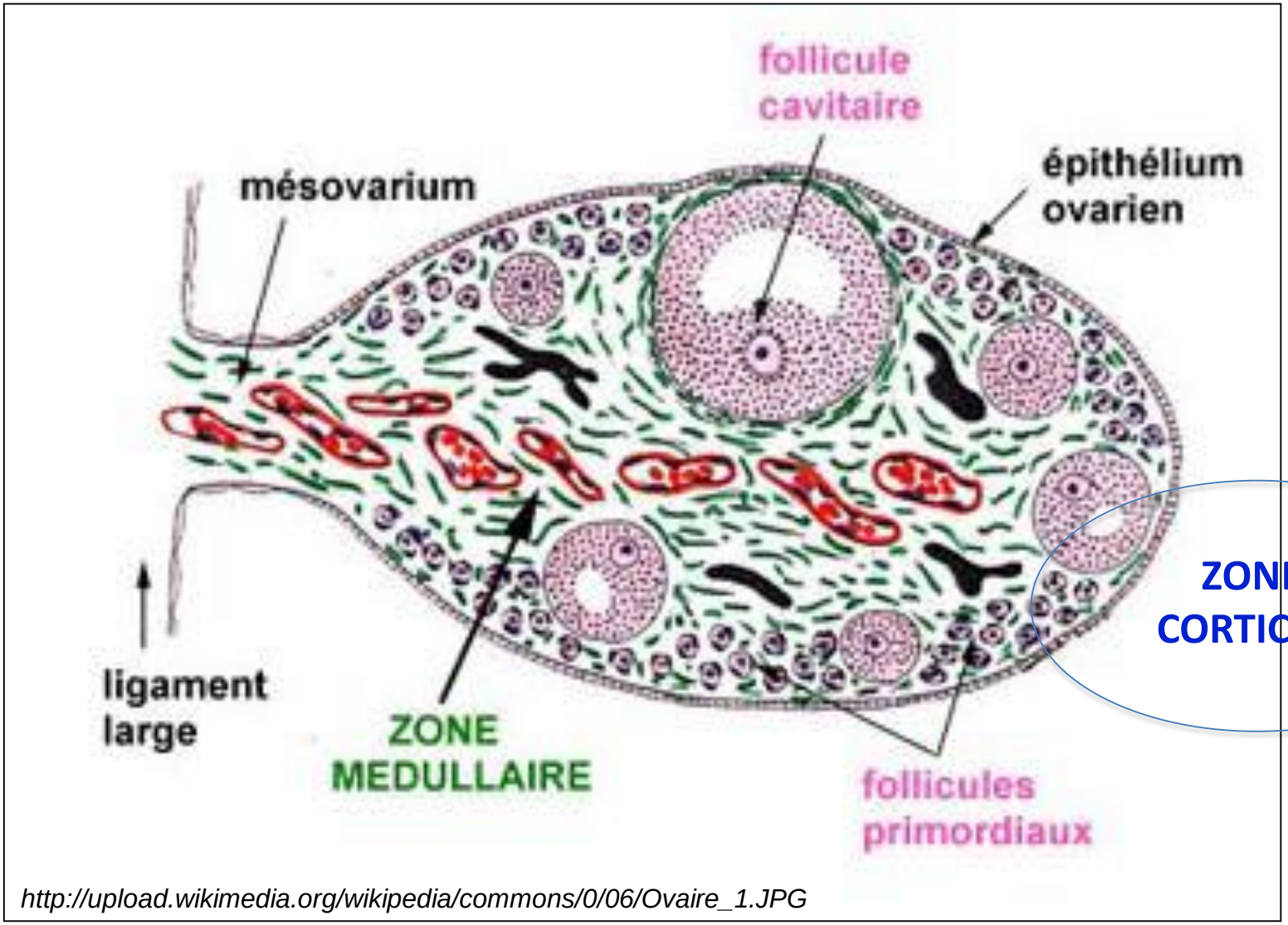
VIE FŒTALE → MENOPAUSE

PUBERTE → MENOPAUSE

http://chronos.activeweb.fr/QuickPlace/accesmad

III-1- Siège

Lieu de l'ovogenèse : zone corticale ou cortex de l'ovaire



http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/06/Ovaire_1.JPG

III-1- Siège

Fonction exocrine :

Ovogenèse

Ovocyte prêt à être fécondé

Fonction endocrine :

Stéroïdes sexuels

→ Œstrogène et progestérone

Unité fonctionnelle = follicule ovarien

Renferme l'ovocyte

PLAN

I- LA MEIOSE

II- LA SPERMATOGENESE

III- L'OVOGENESE

III-1- Définition et siège

III-2- Déroulement de l'ovogenèse

PLAN

I- LA MEIOSE

II- LA SPERMATOGENESE

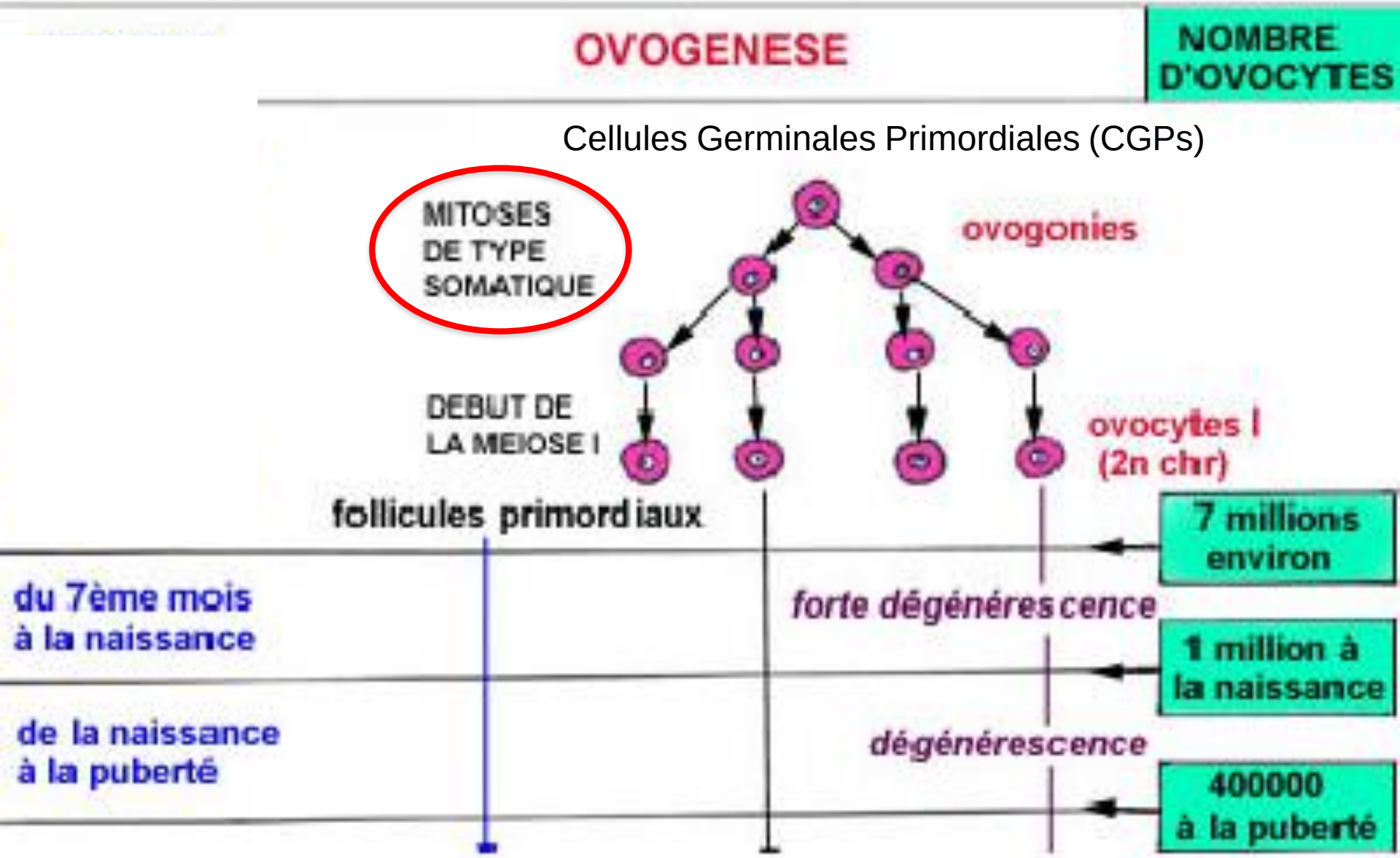
III- L'OVOGENESE

III-1- Définition et siège

III-2- Déroulement de l'ovogenèse

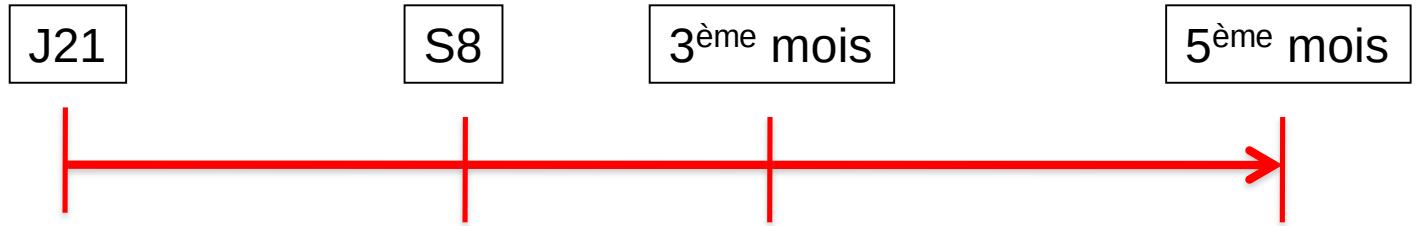
A- Multiplication des ovogonies

A- Multiplication des ovogonies

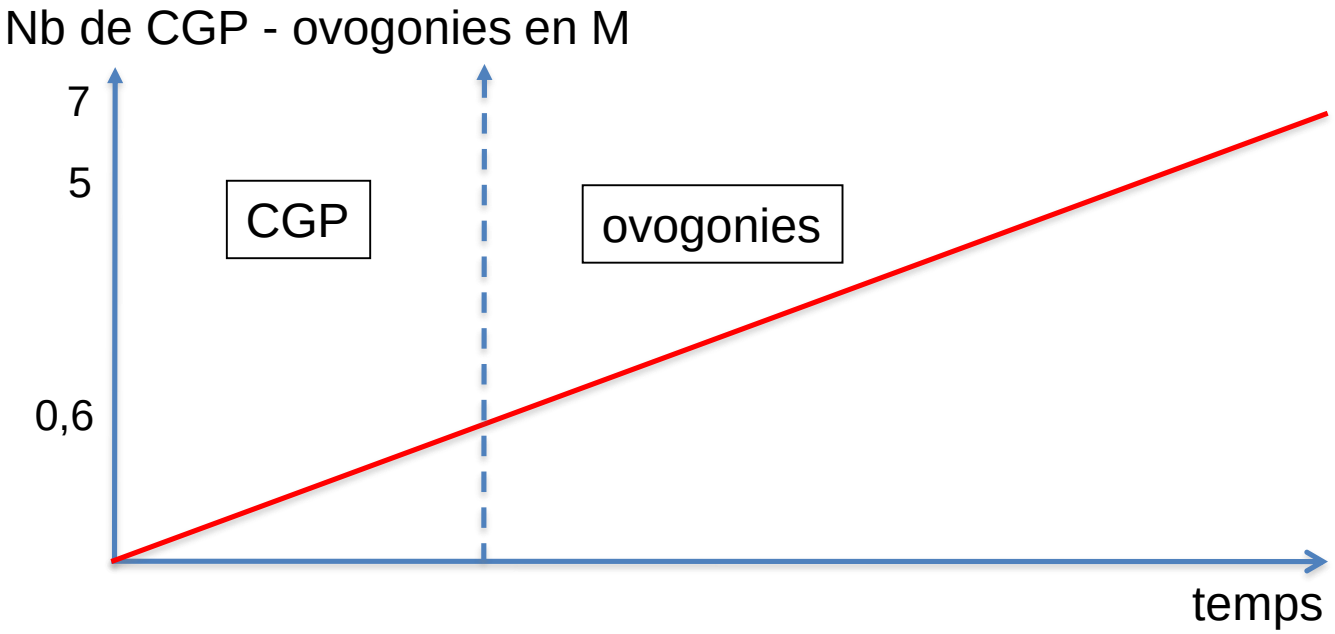


A- Multiplication des ovogonies

MULTIPLICATION



CGPs ovogonies



A- Multiplication des ovogonies

- Réserve ovarienne dès la vie embryonnaire
- Constitution d'un stock non renouvelable
  - Mitoses des CGP (gonade indifférenciée)
    - de J21 à la 8ème SD
  - Mitoses des ovogonies (gonade différenciée) (vie fœtale)
    - de la 8ème SD au 5ème mois de la vie foetale

PLAN

I- LA MEIOSE

II- LA SPERMATOGENESE

III- L'OVOGENESE

III-1- Définition et siège

III-2- Déroulement de l'ovogenèse

A- Multiplication des ovogonies

B- La méiose

MULTIPLICATION

J21 | S8 | 3ème mois | 5ème mois

MEIOSE

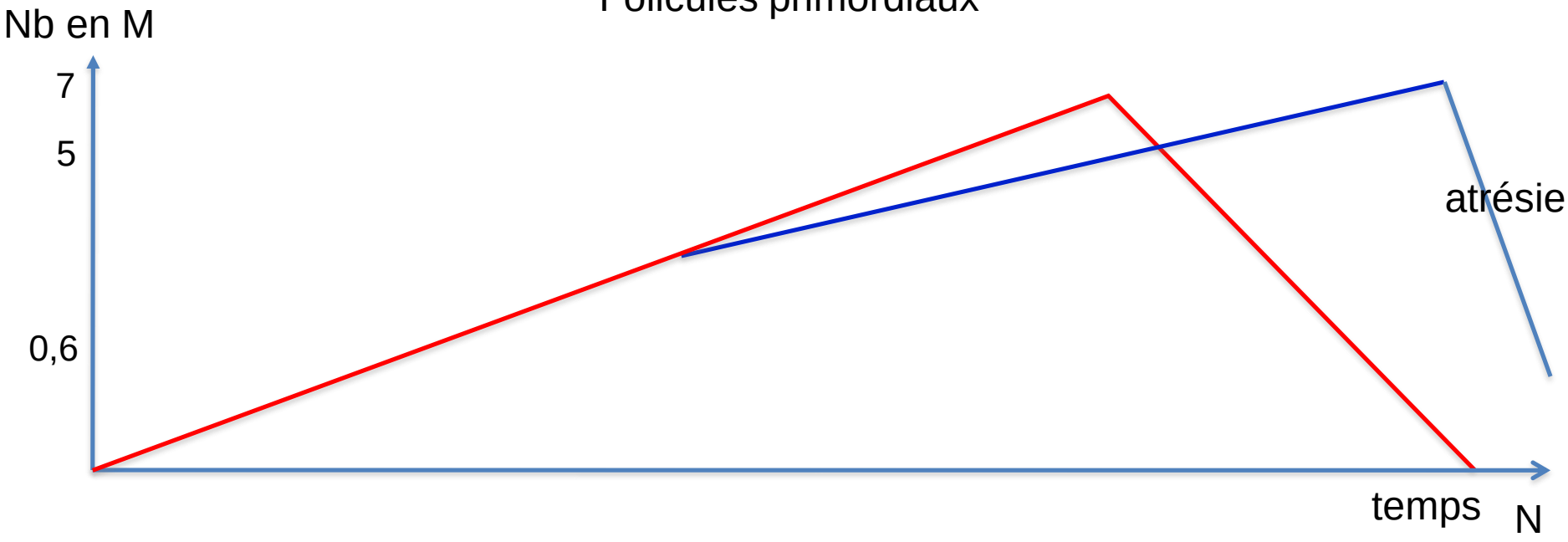
7ème mois

CGPs

ovogonies

Ovocytes

Follicules primordiaux



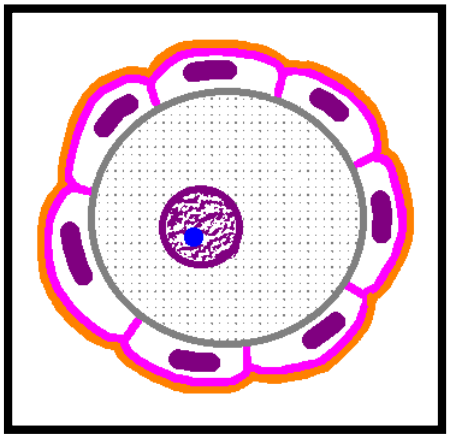
B- La méiose

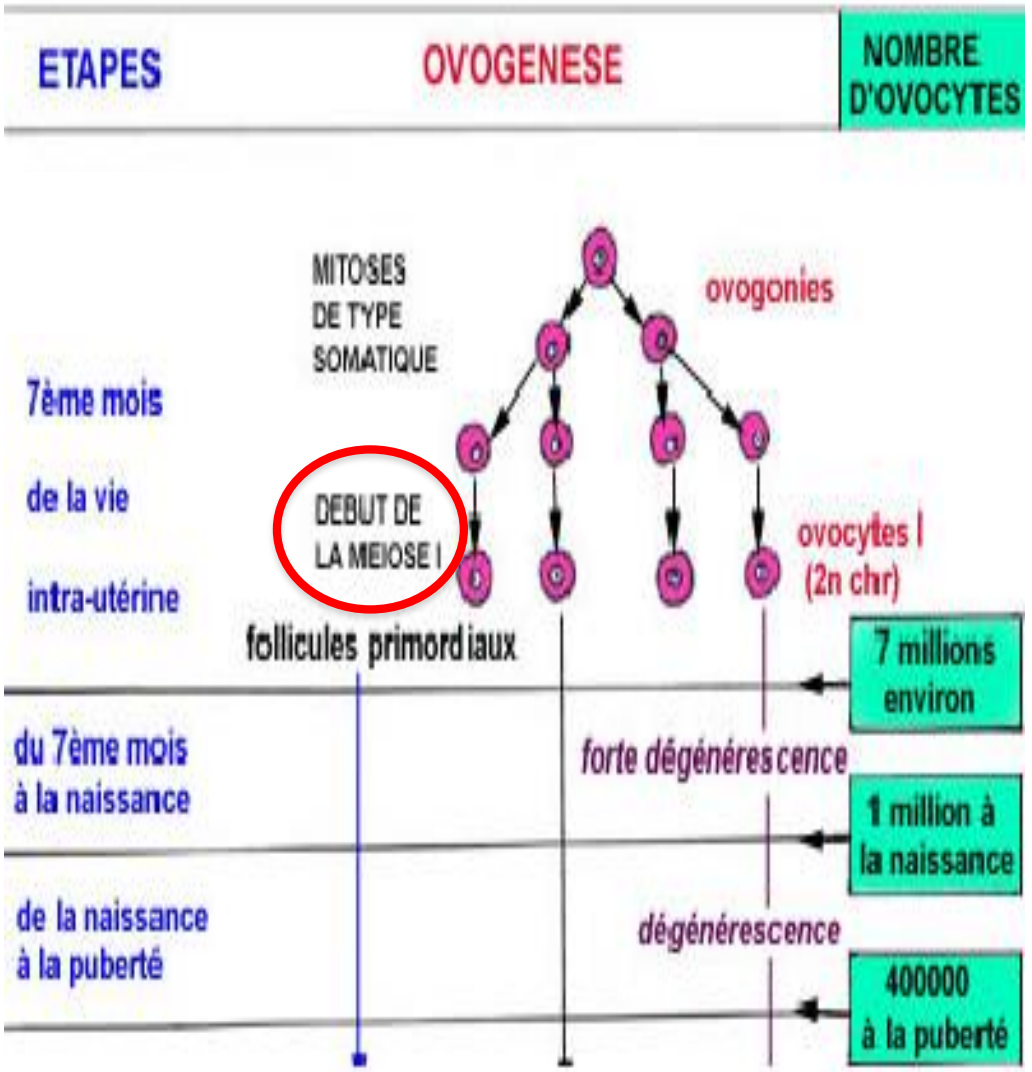
a- blocage en prophase I

- débute au 3ème mois de la vie in utero
  - une partie des ovogonies au sein des cordons cellulaires deviennent des **ovocytes** qui entrent en méiose au sein d'un follicule primordial **après réplication de l'ADN**
  - **blocage en prophase I stade diplotène**
- 7ème mois de la vie utéro :
  - stock non renouvelable d'ovocytes I
  - il n'y a plus d'ovogonies
  - début de l'apoptose, du phénomène d'atrésie



« Vésicule germinative »
Ovocyte I bloqué en prophase I stade diplotène (2N, 4C) au sein du follicule primordial





B- La méiose

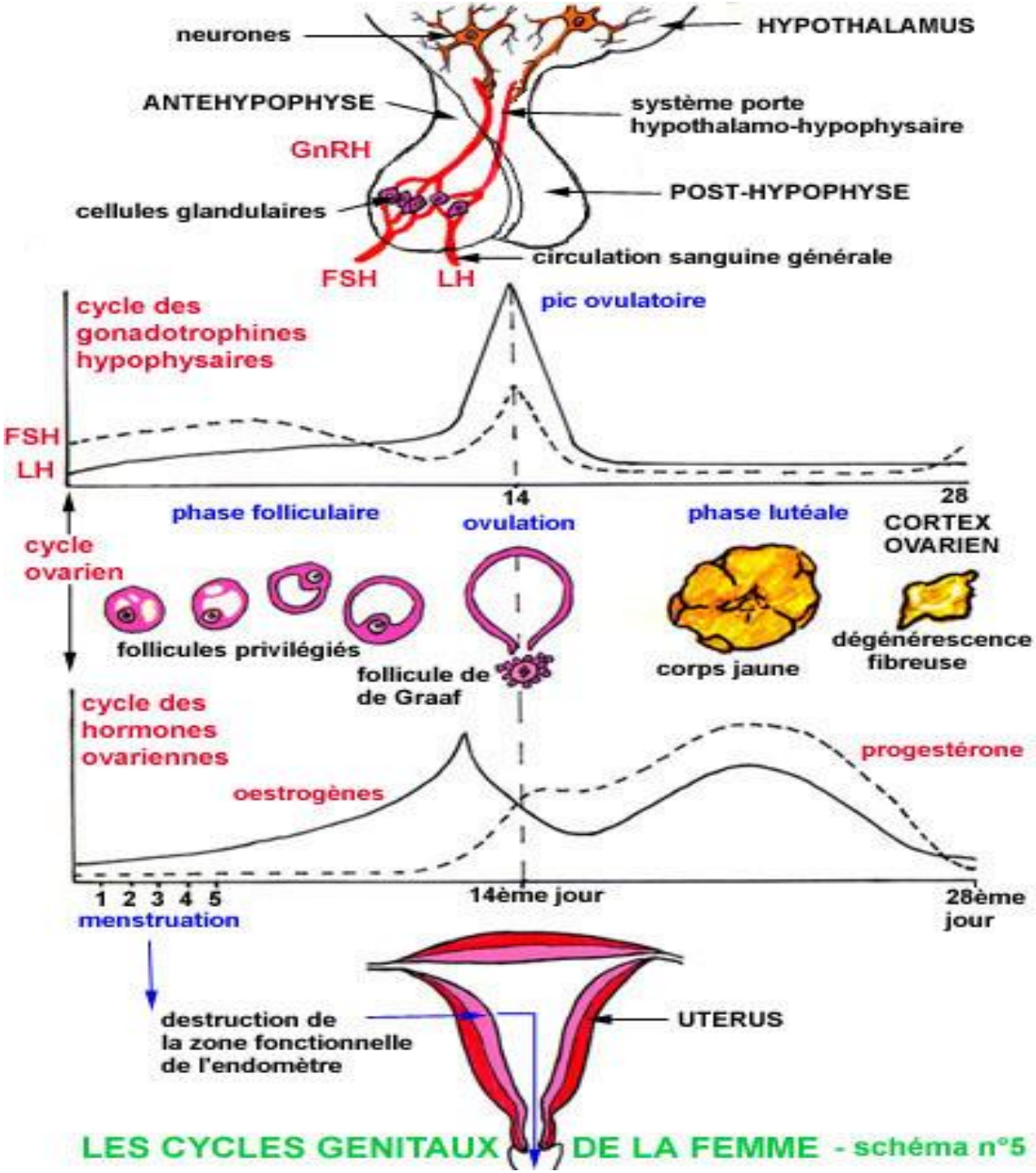
a- blocage en prophase I

- Blocage en prophase I diplotène :
  - Les ovocytes sont entourés d'une couche de cellules folliculeuses : follicules primordiaux
  - Durée du blocage +/- long car la méiose ne reprend qu'en cas d'ovulation (puberté – ménopause)
- Physiologie du blocage
  - Jonctions entre les cellules folliculeuses et l'ovocyte
  - Les cellules folliculeuses sécrètent un facteur inhibiteur de la méiose l'OMI (*Oocyte Meiosis Inhibitor*) qui agit via l'AMPc

B- La méiose

b- reprise de la méiose et blocage en métaphase II

- Puberté :
  - Mise en place de l'activité hypothalamo-hypophysaire
    - Croissance folliculaire
    - Reprise de la méiose peu de temps avant l'ovulation : émission du 1er globule polaire et ovocyte II : **blocage en métaphase II**



LES CYCLES GENITAUX DE LA FEMME - schéma n°5

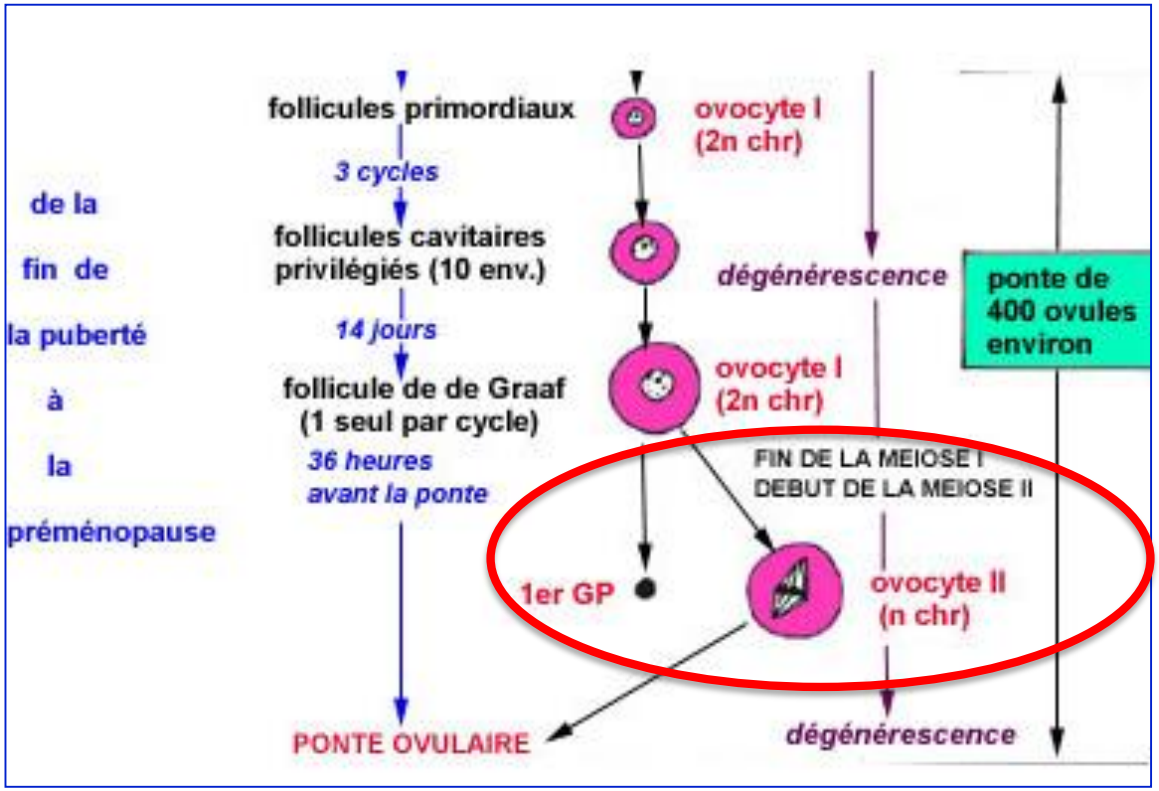
B- La méiose

b- reprise de la méiose et blocage en métaphase II

- Physiologie
  - Rupture des jonctions entre les cellules folliculeuses et l'ovocyte : levée d'inhibition

  $\Rightarrow$ maturation ovocytaire

  $\Rightarrow$ reprise de la méiose 12h avant l'ovulation, après le pic de LH puis **blocage en métaphase II** (rôle de facteurs cytoplasmiques ovocytaires)





OVOCYTE I I
(n chromosomes,
2C chromatides)
Cellule HAPLOIDE

1er globule polaire
(n chromosomes,
2C chromatides)
Cellule HAPLOIDE

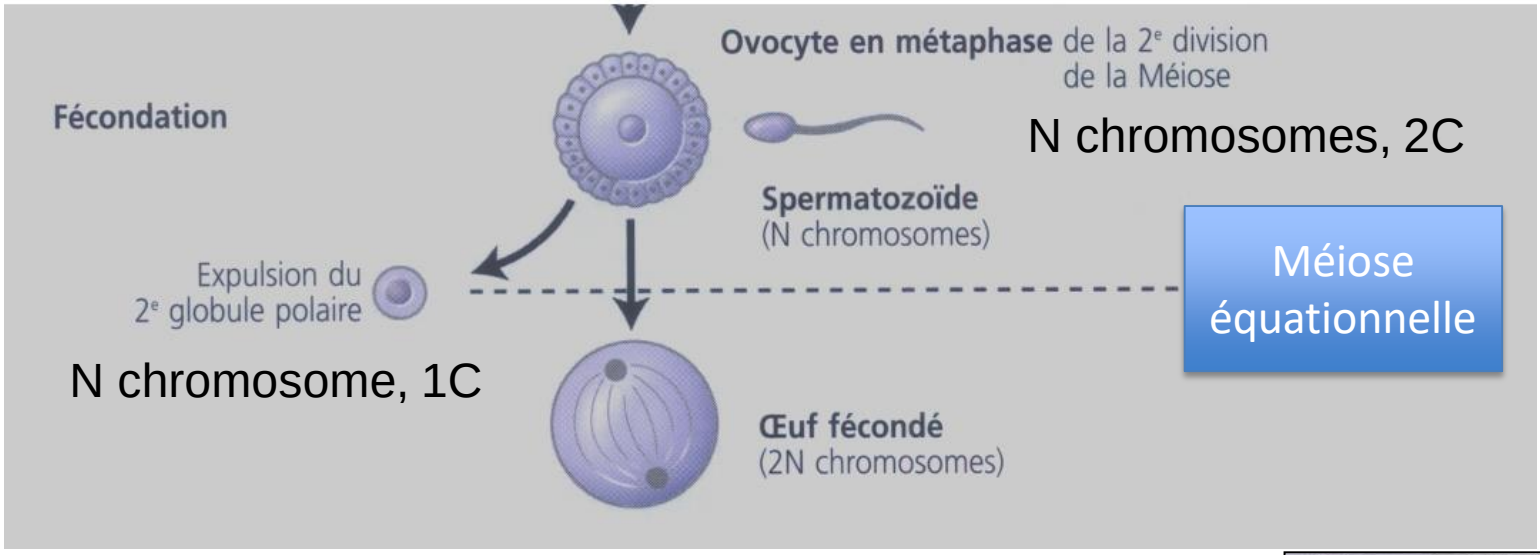
B- La méiose

c- maturation et croissance ovocytaire

- augmentation du **diamètre** de l'ovocyte (50-120 µm)
- synthèse massive d'**ARNm maternels**
- formation des **granules corticaux** d'origine golgienne qui migrent en périphérie
- achèvement de la **méiose I : vésicule germinative centrée -> excentrée -> émission du 1er GP**
- blocage en **métaphase II**
  - Rôle des facteurs cytoplasmiques ovocytaires

B- La méiose

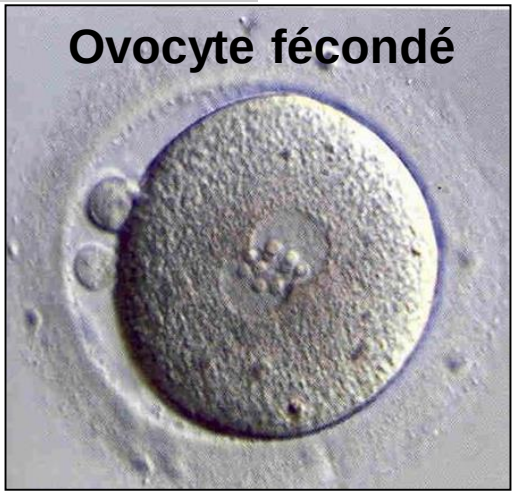
d- achèvement de la méiose



Uniquement si Fécondation

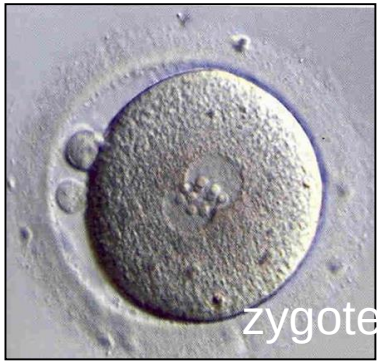
avec émission du 2ème globule polaire

2ème globule polaire
(N chromosomes,
C chromatides)

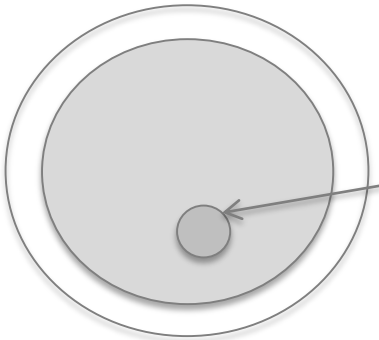








PI : prophase I
GP : globule polaire
PN : pronoyau
LH : Hormone lutéinisante



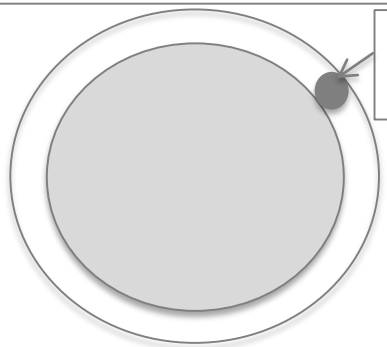
Ovocyte I **(2N, 4C)** noyau dictyé = vésicule germinative

PROPHASE I
diplotène

PI diacinèse
Métaphase I
Anaphase I
Télophase I

Prophase II

Reprise méiose I si ovulation après le pic de LH



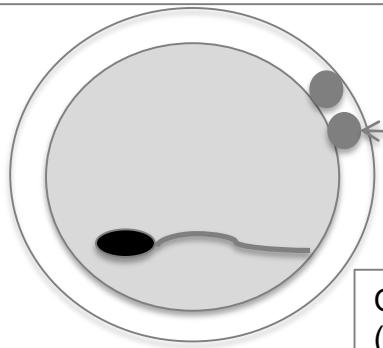
1er **GP** : globule polaire **(1N, 2C)**

Ovocyte II **(1N, 2C)**

METAPHASE II

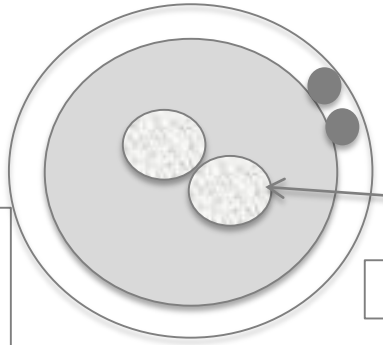
Reprise méiose II si fécondation

FECONDATION



2ème **GP** **(1N, 1C)**

Ovocyte fécondé (1N, 1C) d'origine maternelle + (1N, 1C) d'origine paternelle



2 **PN**

Zygote

PLAN

I- LA MEIOSE

II- LA SPERMATOGENESE

III- L'OVOGENESE

III-1- Définition et siège

III-2- Déroulement de l'ovogenèse

A- Multiplication des ovogonies

B- La méiose

C- Dynamique de l'ovogenèse

C- Dynamique de l'ovogenèse

- Processus discontinu, 2 blocages
  - Vie fœtale – puberté (prophase I)
  - Puberté – ménopause (métaphase II)
- A partir de la puberté : production cyclique d'un ovocyte II
- Durée de l'ovogenèse complète : 12 – 50 ans
- Phénomène d'atrésie ++++

C- Dynamique de l'ovogenèse

- Bilan :
  - 5ème mois de vie in utero : 5-7 M d'ovogonies
  - 7ème mois de vie in utero : 7 M de follicules primordiaux (ovocyte I)
  - Naissance : 1 M follicules primordiaux
  - Début de puberté : 400 000 follicules primordiaux
  - 400 ovulations donc reprise de méiose et blocage en métaphase II
- Atrésie : phénomène majeure
  - 80 % atrésie des follicules à la naissance

PLAN

I- LA MEIOSE

II- LA SPERMATOGENESE

III- L'OVOGENESE

III-1- Définition et siège

III-2- Déroulement de l'ovogenèse

A- Multiplication des ovogonies

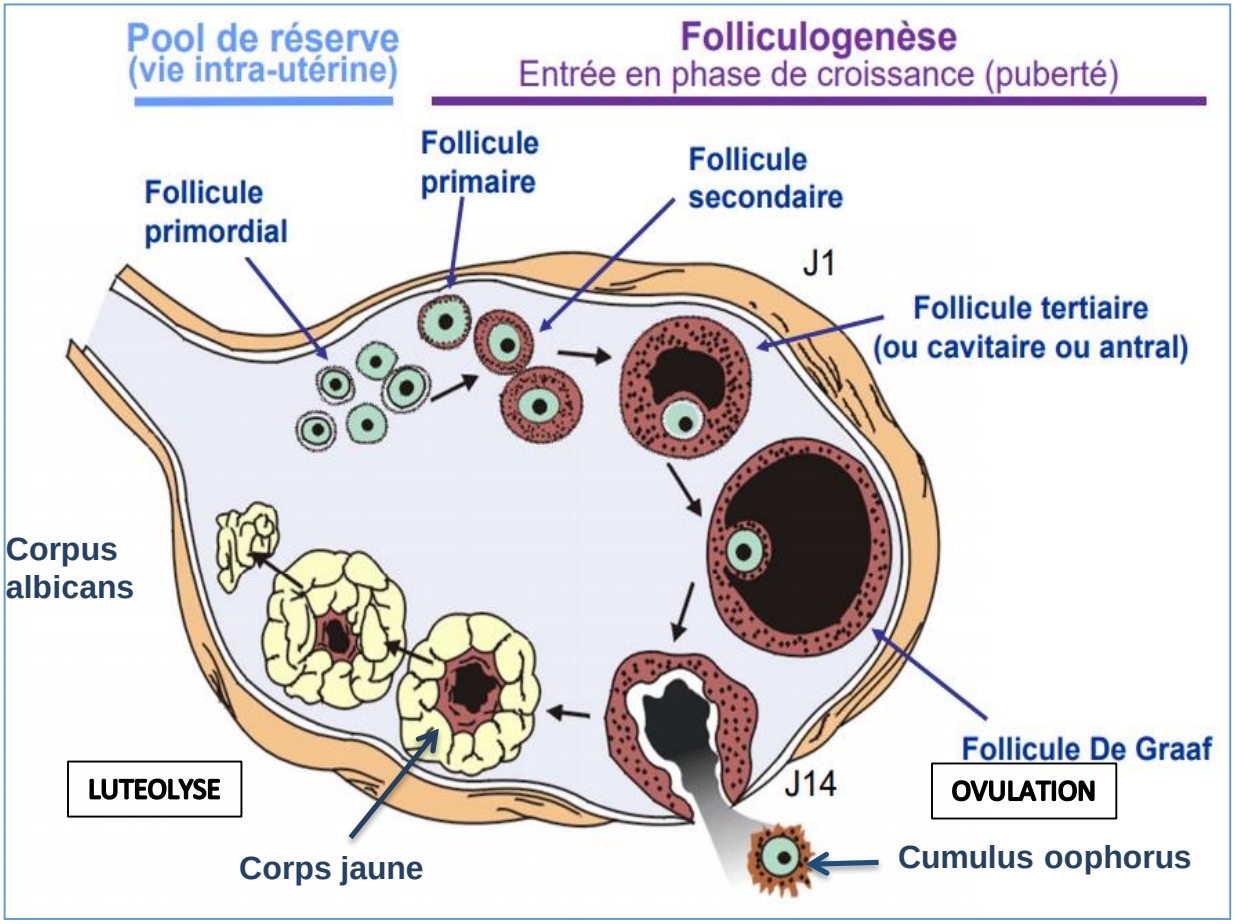
B- La méiose

C- Dynamique de l'ovogenèse

III-3- Folliculogenèse

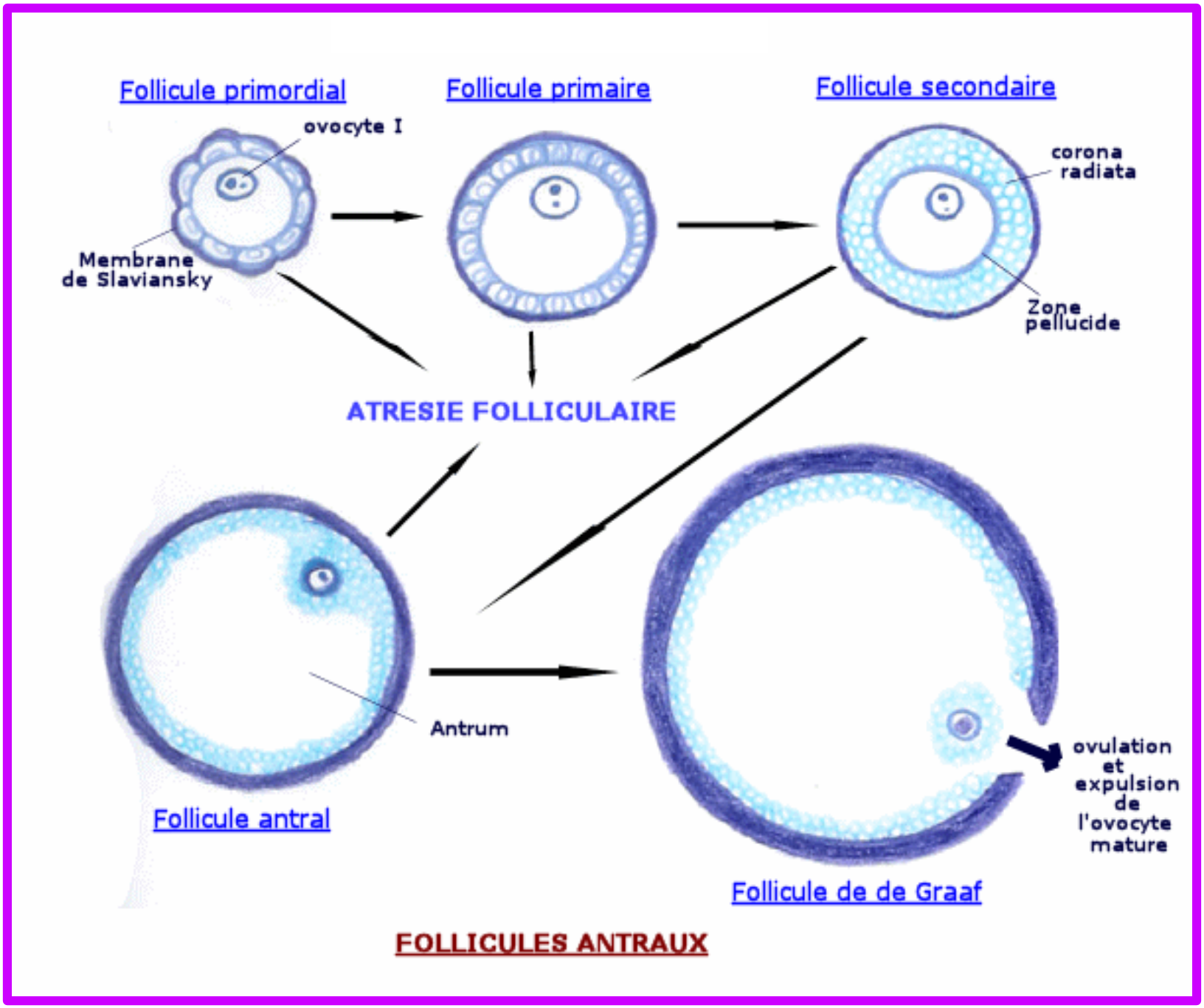
III-3- Folliculogenèse

- Indispensable à l'ovogenèse



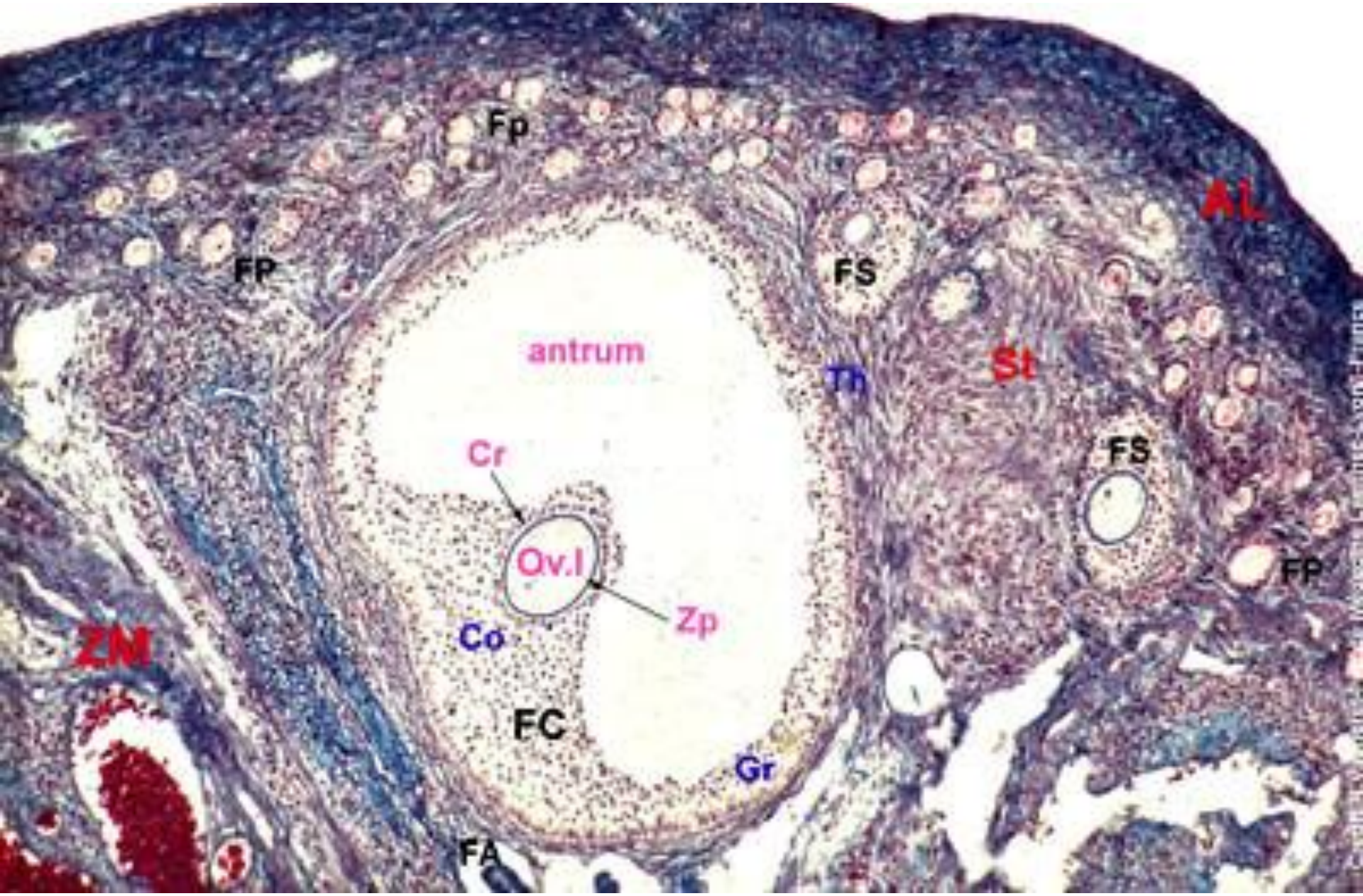
Folliculogenèse

-Follicule primordial
-Follicule primaire
-Follicule secondaire
-Follicule tertiaire ou antral ou cavitaire
-Follicule pré-ovulatoire ou de De Graaf



http://www.natisens.com/Articles/Anatomie/Anatomie_femme/Folliculogenese.gif

Ovaire



PLAN

I- LA MEIOSE

II- LA SPERMATOGENESE

III- L'OVOGENESE

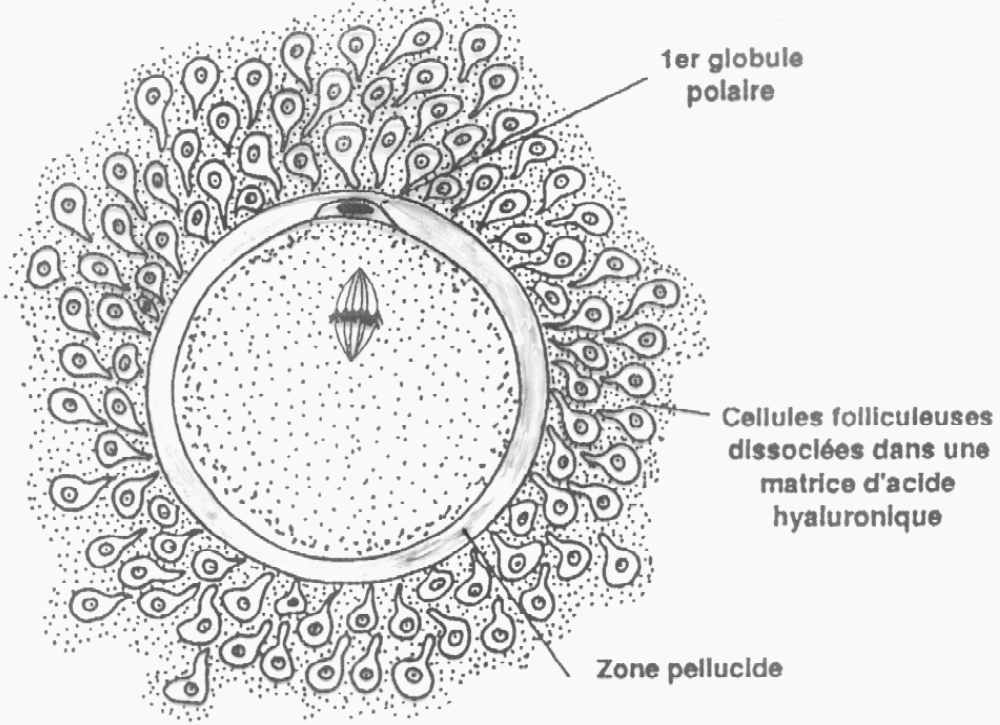
- III-1- Définition et siège
- III-2- Déroulement de l'ovogenèse
- III-3- Les follicules
- **III-4- L'ovulation**

III-4- L'ovulation

- Aboutit à la libération du cumulus oophorus dans la cavité péritonéale
- Suite à des modifications hormonales
  - Les cellules folliculeuses acquièrent des récepteurs à la LH
  - Inversion du rétrocontrôle de l'oetradiol sur l'axe hypothalamo-hypophysaire : pic de LH 36 heures avant l'ovulation
  - Reprise de la méiose 12 heures avant l'ovulation

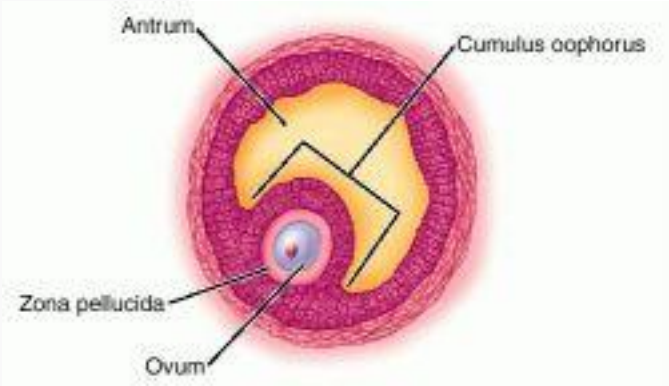
OVOCYTE II
EN
METAPHASE

(gamète fécondable)



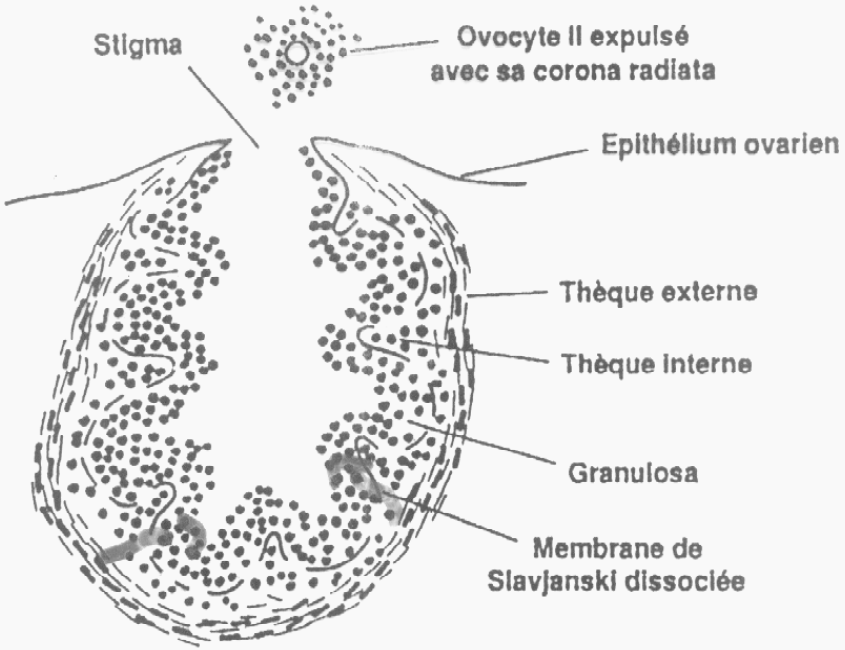
Le cumulus oophorus

Ovocyte II
Zone pellucide
Corona radiata
Cellules folliculeuses autres

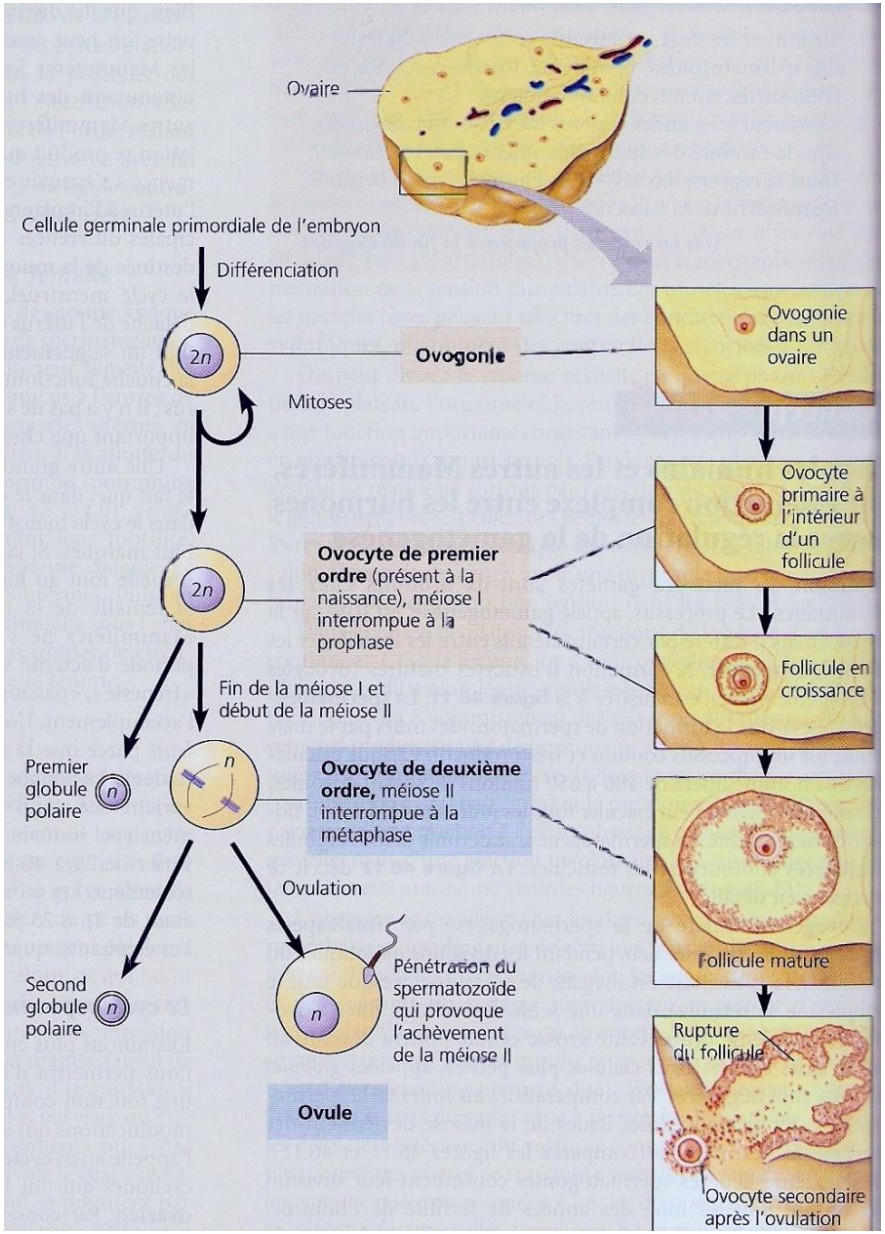


http://img.tfd.com/dorland/thumbs/cumulus_oophorus.jpg

FOLLICULE
DEHISCENT

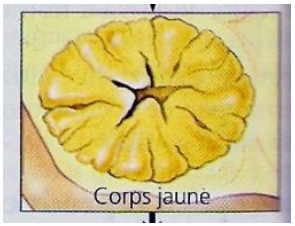


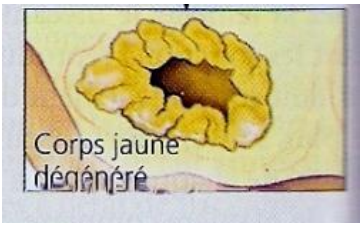
Ovogenèse au sein des follicules

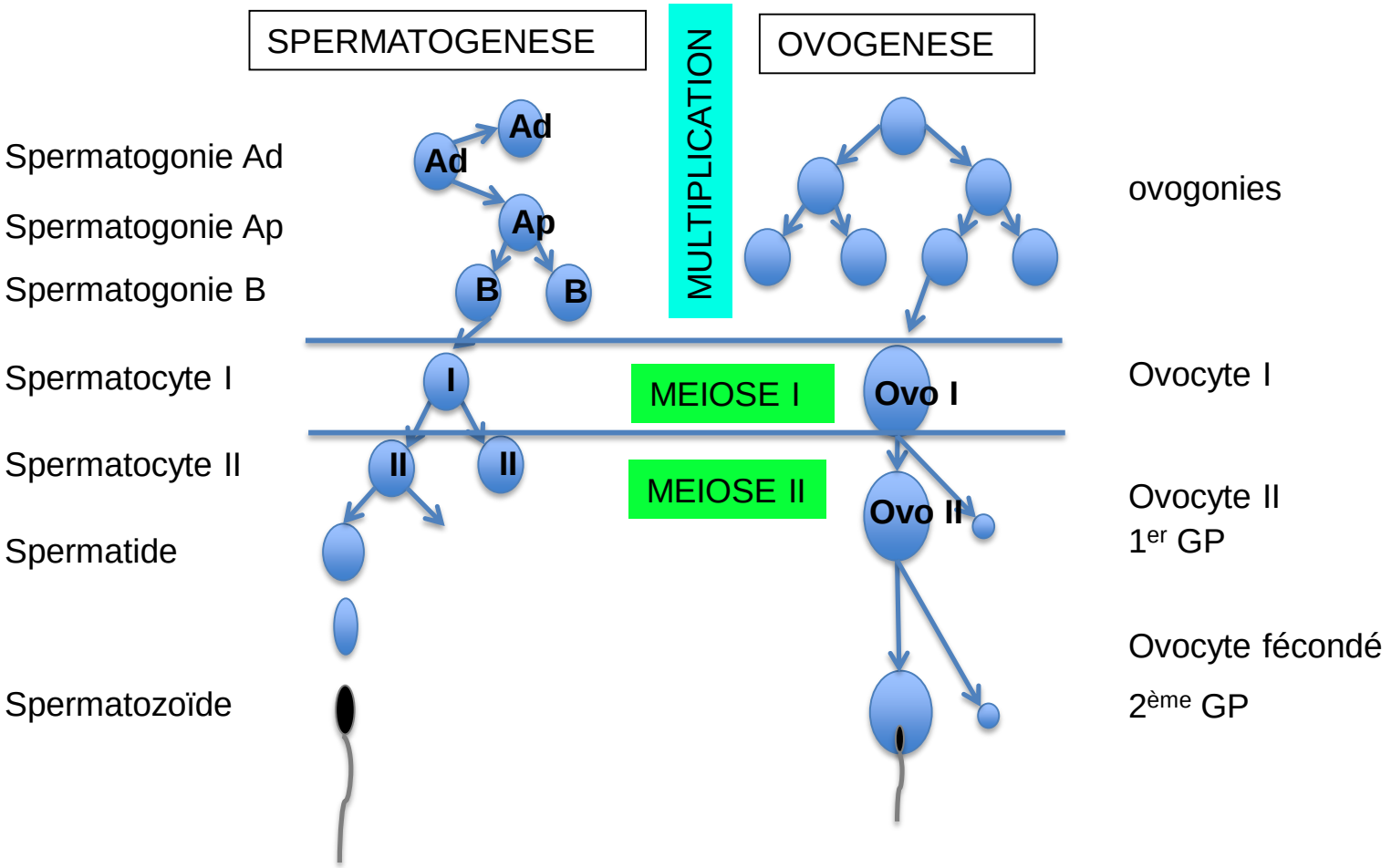


PUBERTE

PIC DE LH







Lieu : tubes séminifères (testicule)
Début puberté - Fin : sénéscence
Phénomène CONTINU
Gamète : SPERMATOZOIDE

Lieu : follicule ovarien (cortex ovarien)
Début : in utero _ Fin : ménopause
Phénomène DISCONTINU
Gamète : ovocyte II (méiose inachevée)

1 spermatogonie Ap → 16 spz

1 ovogonie → 1 ovocyte II

GAMETOGENESE

3 étapes **Multiplication**

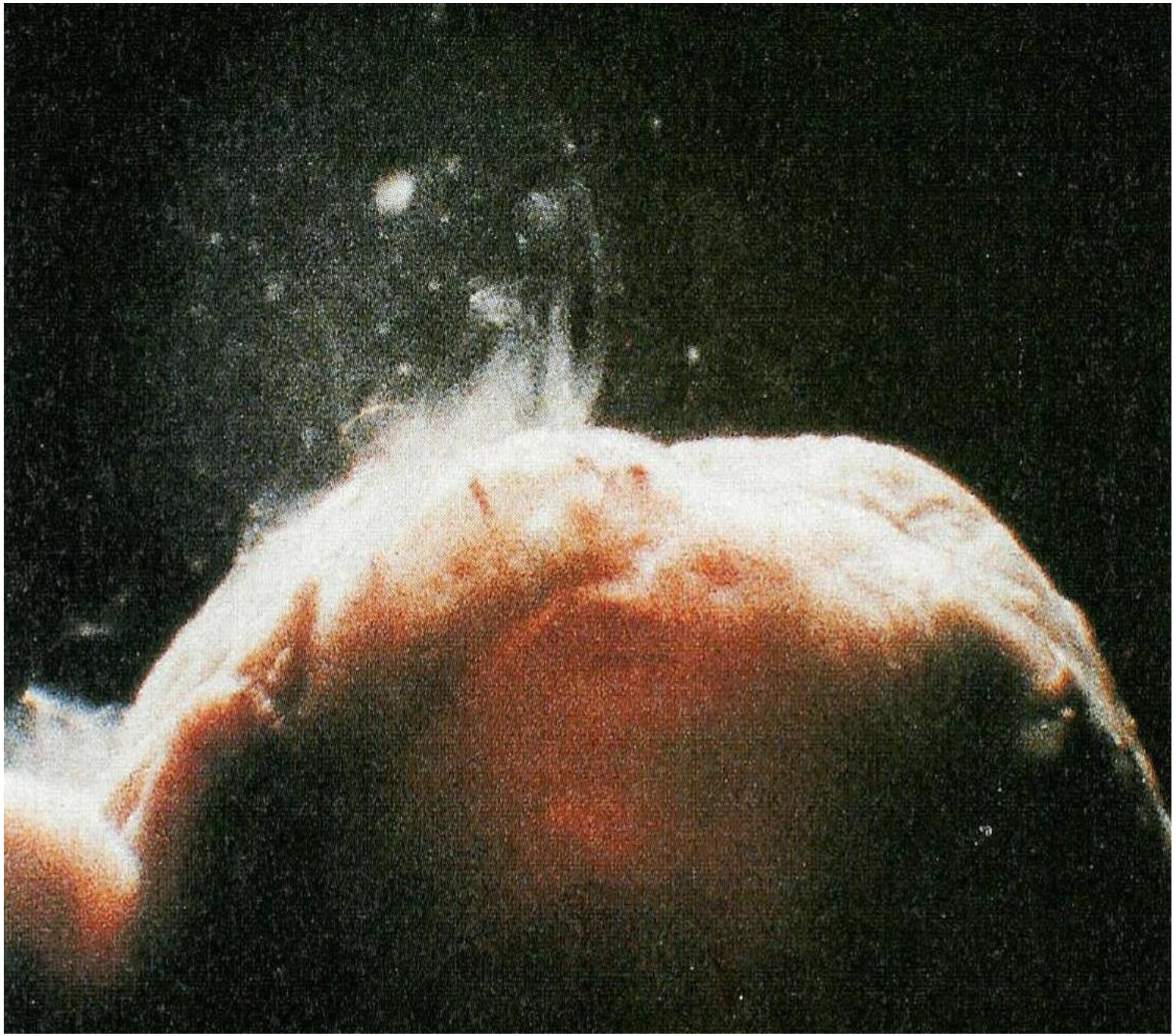
Méiose

Maturation des gamètes

SPERMATOGENESE	**OVOGENESE**
Tubes séminifères	**Follicules**
SPERMATOGONIES	OVOGONIES
SPERMATOZOIDES	OVOCYTES II
continue, complète	discontinue et incomplète
courte : 74 jours	longue : 12-50 ans
Début : PUBERTE	Début : IN UTERO
Fin : « MORT »	Fin : MENOPAUSE

Etapes et calendrier de la gamétogenèse

Calendrier	Spermatogenèse	ETAPES	Ovogenèse	Calendrier
Puberté	Spermatogonies Spermatocytes I	**MITOSES** **(46 ch, 2-4 C ADN)**	Ovogonies Ovocyte I	In utero Naissance
	Spermatocytes II	**MEIOSE I** **(23 ch, 2C ADN)**	Ovocyte II (1er GP)	**Puberté** *Ovulation*
	Spermatides	**MEIOSE II** **(23 ch, 1C ADN)**	2ème globule polaire de l'ovocyte II	*Fécondation*
Mort	Spermatozoïdes	**MATURATION**	Oeuf fécondé	Ménopause



http://jeanvilarsciences.free.fr/images/quatriemes/repro%20homme/ovulation.jpg