

BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Tut' Rentrée 2014
Cours n° 1
Généralités & Méiose

Présentation: La matière

- Pr Fénichel
- 7 cours → 14 heures
- Représente **11/45** QCMs en UE2
- 2 tutrices: Tess → Tess976
& Marion → SuperVM

Au programme:

- Généralités sur la reproduction sexuée et méiose ($\approx 2h$)

→ **TODAY!**

- L'appareil génital masculin ($\approx 5h$)
- L'appareil génital féminin ($\approx 5h$)
- Les étapes de la fécondation ($\approx 2h$)

Aujourd'hui

1. La reproduction: définitions
2. Les chromosomes : rappels
3. Cycle cellulaire & mitose
4. Gamétogénèse & méiose
5. Brassage génétique

Let's Go !

1- La reproduction



1- La reproduction

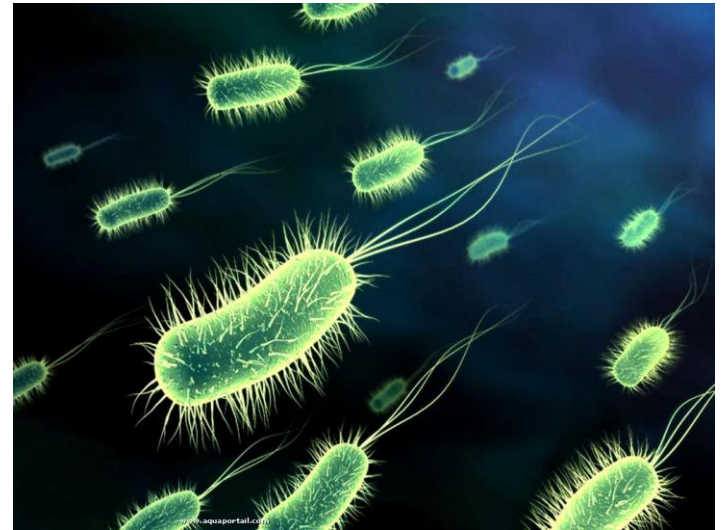
→ Processus permettant à une espèce de se perpétuer

→ 2 types: asexuée = reproduction
sexuée = procréation

Attention à la nuance !!! 😊

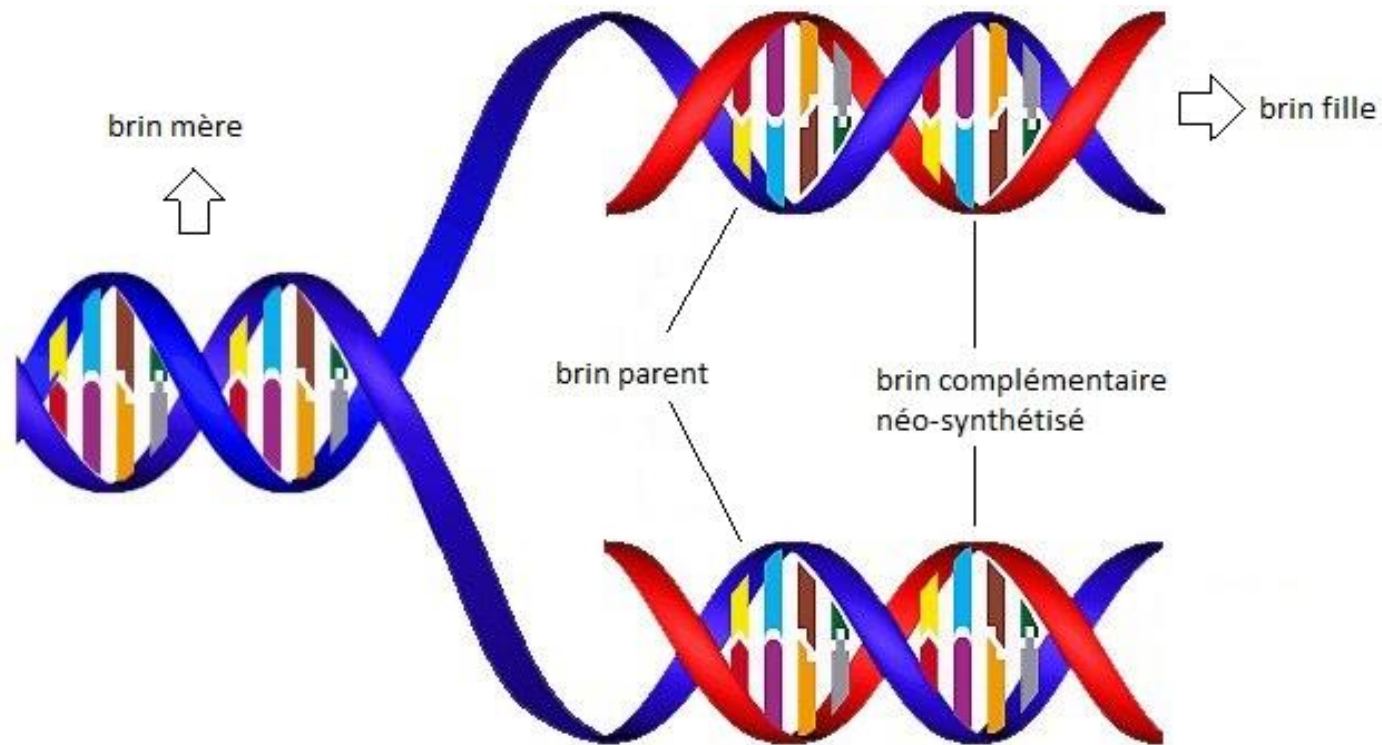
↪ **Reproduction asexuée**

- Organismes **unicellulaires** (*exemple: bactérie*)
- Formation de clones
- Réplication semi-conservative de l'ADN
- Permanence des caractéristiques de l'espèce
→ Mutation accidentelle
- **Immortalité** des individus



↪ **Reproduction asexuée**

Réplication semi-conservative de l'ADN



↪ **Reproduction sexuée = procréation**



- Différenciation sexuelle des individus
- 2 types de cellules :
 - somatiques et germinales (spécialisées)
- Diversité
- Adaptation environnementale rapide
- Rôle dans la survie et l'évolution des espèces

↳ **Reproduction sexuée = procréation**

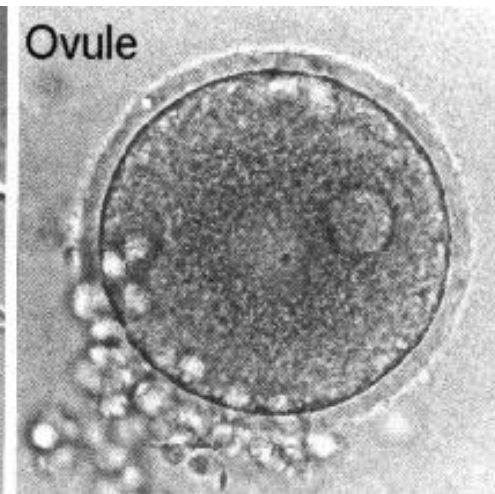
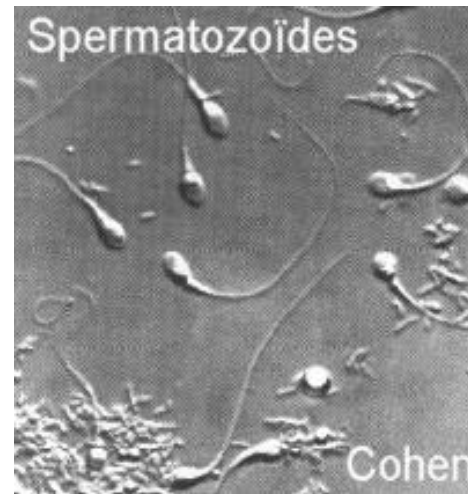


Particularité des cellules **germinales** (= germen)

→ Gamètes selon le sexe:

Ovocyte (= ovule)
ou **spermatozoïde**

→ Anisogamie ou
dimorphisme sexuel



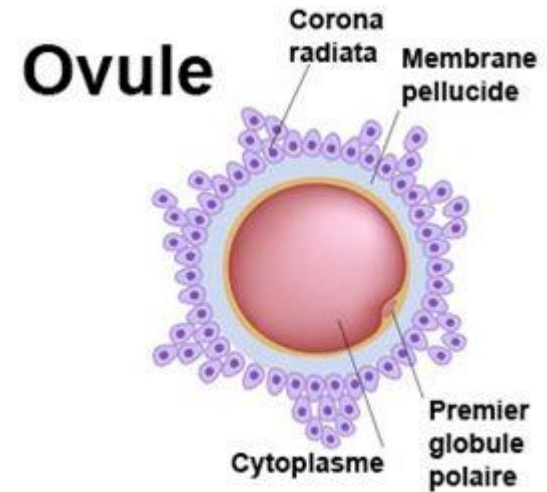
💣 Ce sont des cellules **haploïdes**

Ovocyte

- Grande cellules: 100µm
- Réserves en ARNm
- Cytoplasme ++
- Peu mobile
- Peu différenciée

→ Déplacement passif,

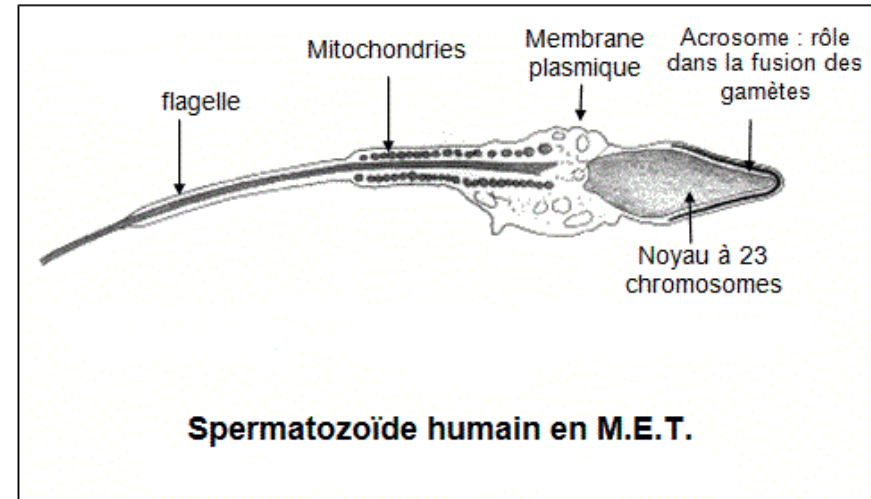
→ Rôle spécifique de stockage



Spermatozoïde



- Plus petite cellule du corps $\approx 1 \mu\text{m}$
- Peu de réserves
- Pauvre en cytoplasme
- Très mobile
- Cellule très différenciée
→ spécialisée



→ Déplacement actif (*flagelle*)

→ Fonction spécifique = mobilité

↳ Reproduction sexuée = procréation

Récap' comparaison gamètes

Ovocyte

- La + grande cellule de l'organisme: 100µm
 - Réserves importantes en ARNm (pas tellement de nutriments)
 - Riche en cytoplasme
 - Peu mobile
 - Cellule peu différenciée
- Déplacement passif,
→ Rôle spécifique de stockage

Spermatozoïde

- + petite cellule du corps $\approx 1 \mu\text{m}$
 - Peu de réserves
 - Pauvre en cytoplasme
 - Très mobile
 - Cellule très différenciée
→ spécialisée
- Déplacement actif (*flagelle*)
→ Fonction spécifique = mobilité

↪ **Reproduction sexuée = procréation**



- ✓ **Taille suffisante** (apport réserves nutritives)
- ✓ **Mobilité** et **nombre** important de spermatozoïdes (↗ chances de rencontre)
- ✓ **Coût de fabrication raisonnable**



Procréation et reproduction asexuée, donnez les caractéristiques communes de ces deux processus:

- A- La formation de cellules identiques
- B- L'adaptation de l'espèce grâce à des mutations très fréquentes
- C- La diversité au sein de l'espèce
- D- Il y a deux types de cellules: somatiques et germinales
- E- Toutes les réponses sont fausses



Procréation et reproduction asexuée, donnez les caractéristiques communes de ces deux processus:

A- La formation de cellules filles identiques

B- L'adaptation de l'espèce grâce à des mutations très fréquentes

C- La diversité au sein de l'espèce

D- Il y a deux types de cellules: somatiques et germinales

E- Toutes les réponses sont fausses



Procréation et reproduction asexuée, donnez les caractéristiques communes de ces deux processus:

A- La formation de cellules ~~identiques~~

→ pas pour la procréation!

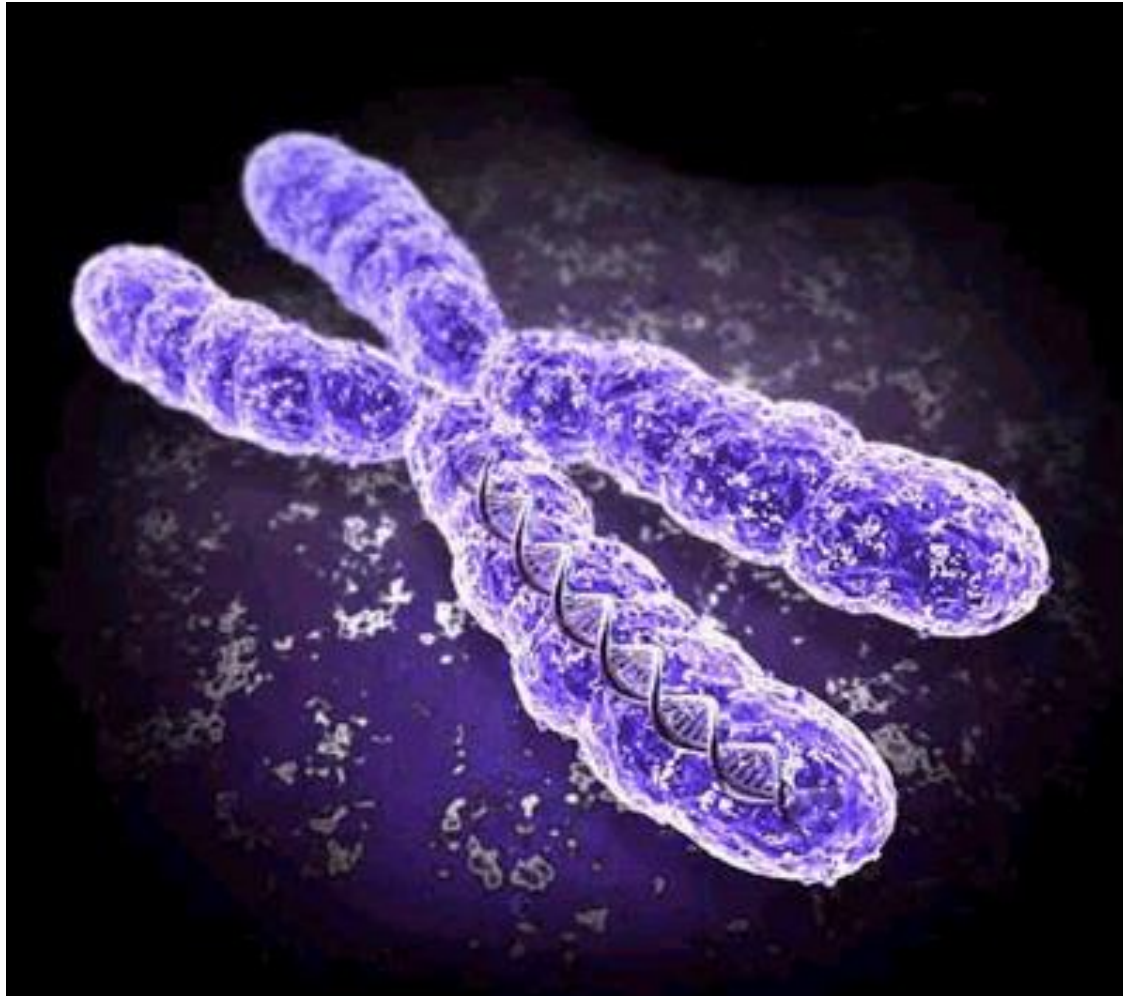
B- L'adaptation de l'espèce grâce à des mutations
peu fréquentes

C- La diversité au sein de l'espèce → pas pour la
reproduction asexuée

D- C'est vrai mais pas pour la reproduction
asexuée!!

E- Toutes les réponses sont fausses

2- Les chromosomes: rappels



Les chromosomes (1)

- **Porteur de l'information génétique sous forme d'ADN double brin dont certaines parties constituent des gènes.**
 - Chez l'homme : **23 paires** de K homologues dans une cellule somatique = **46 K**
- 22 paires d'autosomes
- 1 paire de **gonosomes** = K sexuels XX ou XY



Les chromosomes (2)

- Une ou deux **chromatides** (= bichromatidien)
 - Avant la réplication : 1 chromatide = K simple
 - Après réplication (= phase S) : 2 chromatides = K double

Les chromosomes (3)

Définition importante:

- ✓ Une paire de chromosomes = chromosomes homologues: presque identique, la différence est due aux allèles

NB: *Un allèle est une des multiples versions différentes qu'un même gène ou qu'un même locus (= portion) peut porter.*

Les chromosomes (4)

💣 Il faut bien faire la différence entre chromatides **sœurs** et chromatides **homologues**:



Paire de K doubles homologues :
2 chromatides chacun



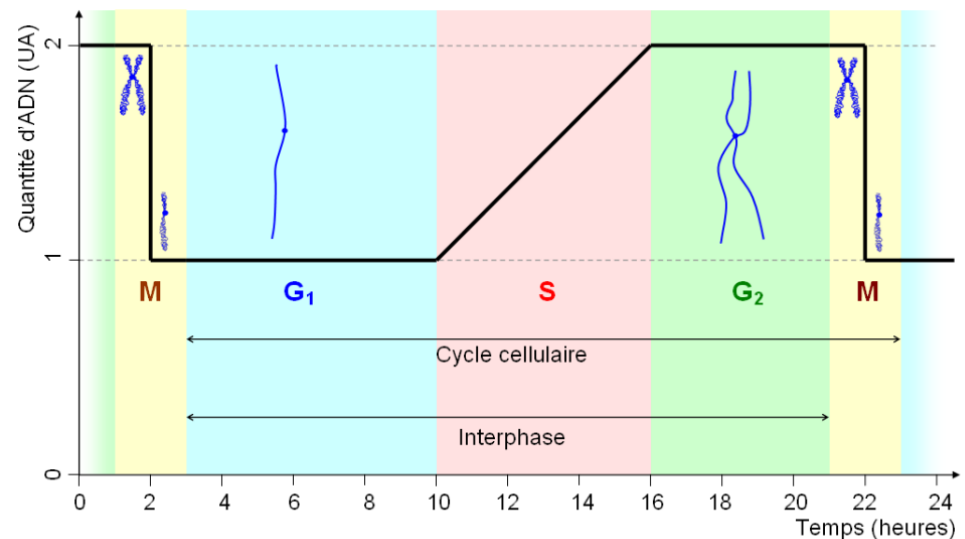
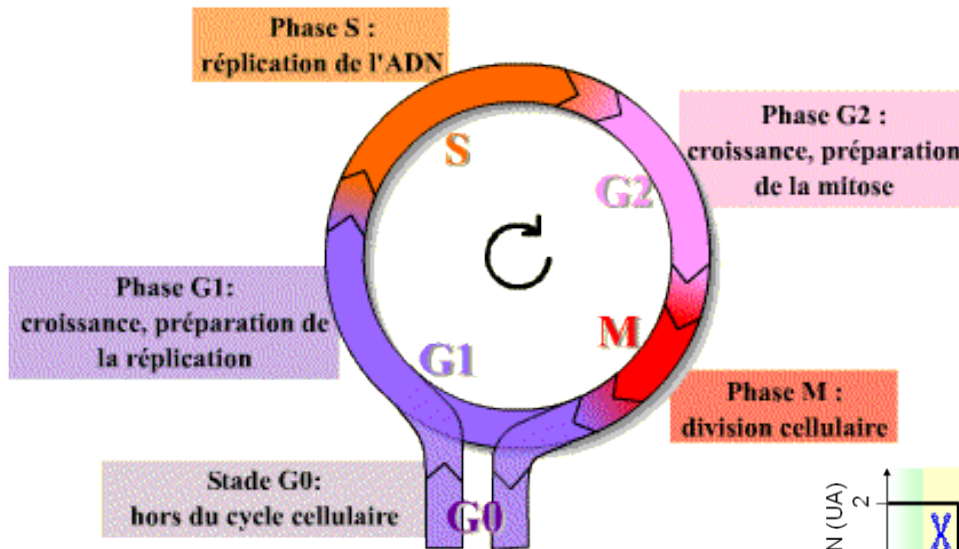
K simples homologues :
chromatides homologues



K double : 2 chromatides sœurs

3- Cycle cellulaire et mitose: rappels

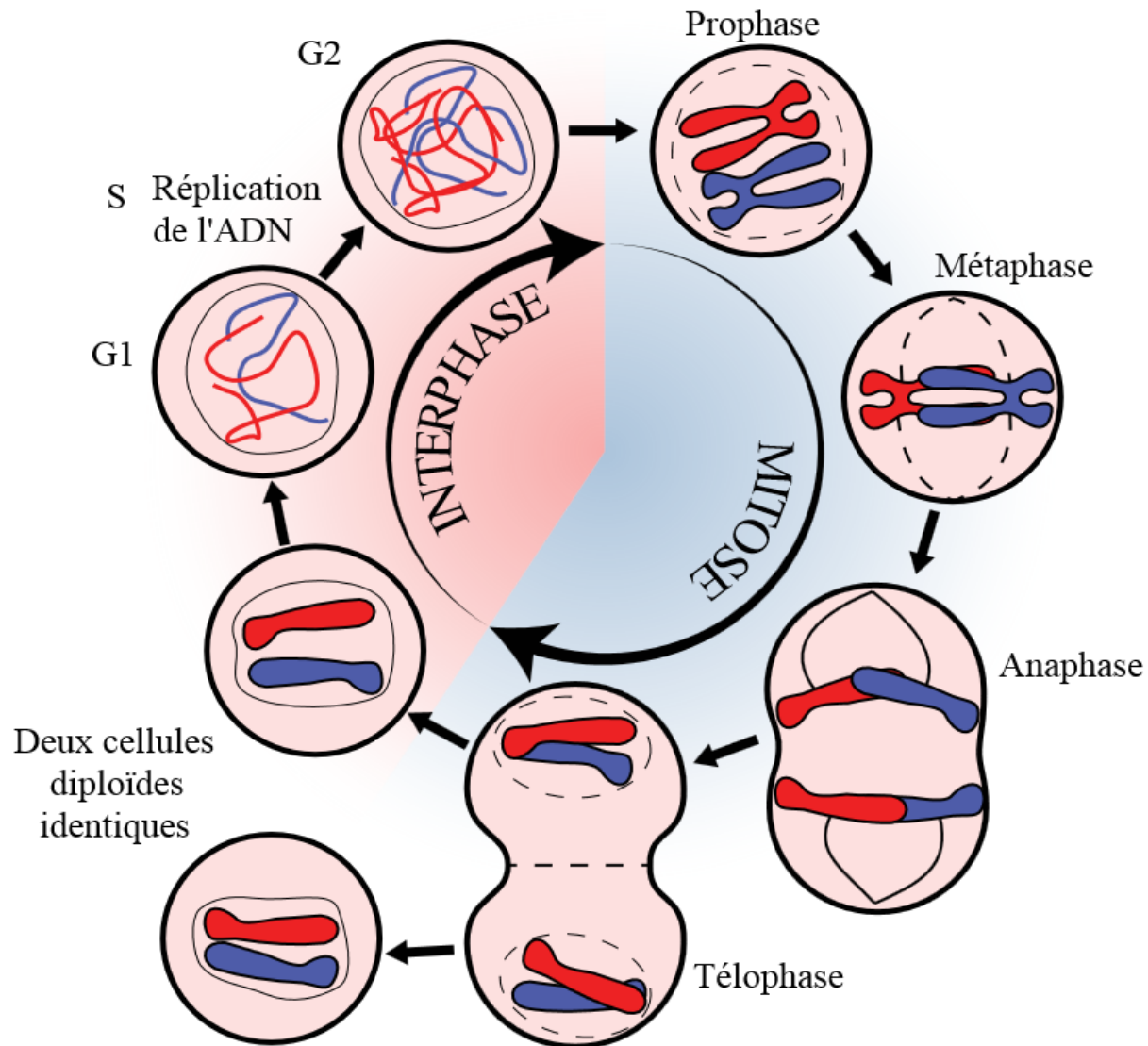
Pour une cellule somatique:



La mitose (1)

- Concerne les cellules somatiques
- Une division cellulaire après une phase S (réplication)
- 4 phases:
 - Prophase
 - Métaphase
 - Anaphase
 - Télophase

La mitose (2)



Pour vous embrouiller encore plus...

- ✓ Une cellule **diploïde** = cellule **somatique**

Les chromosomes qu'elle contient sont présents par paire : **$2n$ K**

- ✓ Une cellule **haploïde** : toujours une cellule sexuelle = gamète = cellule germinale

Les chromosomes qu'elle contient sont chacun en un seul exemplaire : **nK** *Avec $n = 23$*

4- Gamétogénèse

Production des **gamètes** = cellules germinales **haploïdes**

En 4 étapes:

- **Multiplication**
- **Croissance**
- **Maturation nucléaire = Méiose → étape clé**
- **Maturation cytoplasmique = Différenciation**

3^{ème} étape: La méiose

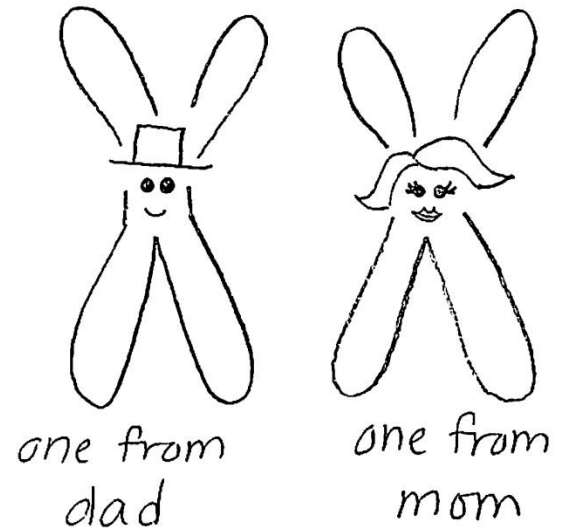
- Etape clé de la gamétogénèse
- Ne concerne que les **cellules germinales**
- Succession de **deux divisions cellulaires** après **une seule** phase de **réplication** (phase S)

1^{ère} division méiotique (1)

Elle est dite :

♥ **Réductionnelle** en terme de **chromosomes**

♥ **Equationnelle** en terme d'ADN



PROPHASE très longue: 5 étapes spécifiques à la méiose durant laquelle vont avoir lieu des **échanges de matériel génétique**

1^{ère} division méiotique (2)

La prophase I (de méiose 1)

- Leptotène : Apparition des *filaments* chromatiques
- Zygotène : appariement des K homologues qui se rapprochent et forment des « bivalents » et début des crossing-over
- Pachytène : Epaississement et clivage des K épais → K à 2 chromatides
On peut parler de deux *tétrades* car on a pour chaque paire 4 chromatides (2 chromatides sœurs et 2 chromatides homologues).

Crossing-over

- Diploène : Les chromosomes homologues divergent en restant liés par certaines parties = les chiasmas
- Diacinèse : K s'écartent et ne sont plus reliés que par leurs terminaisons

Aparté sur les crossing over:

- ✓ **Crossing-over** : Echange de petites portions de matériel génétique entre 2 chromatides homologues

Stade **pachytène**, au niveau moléculaire, invisible au microscope

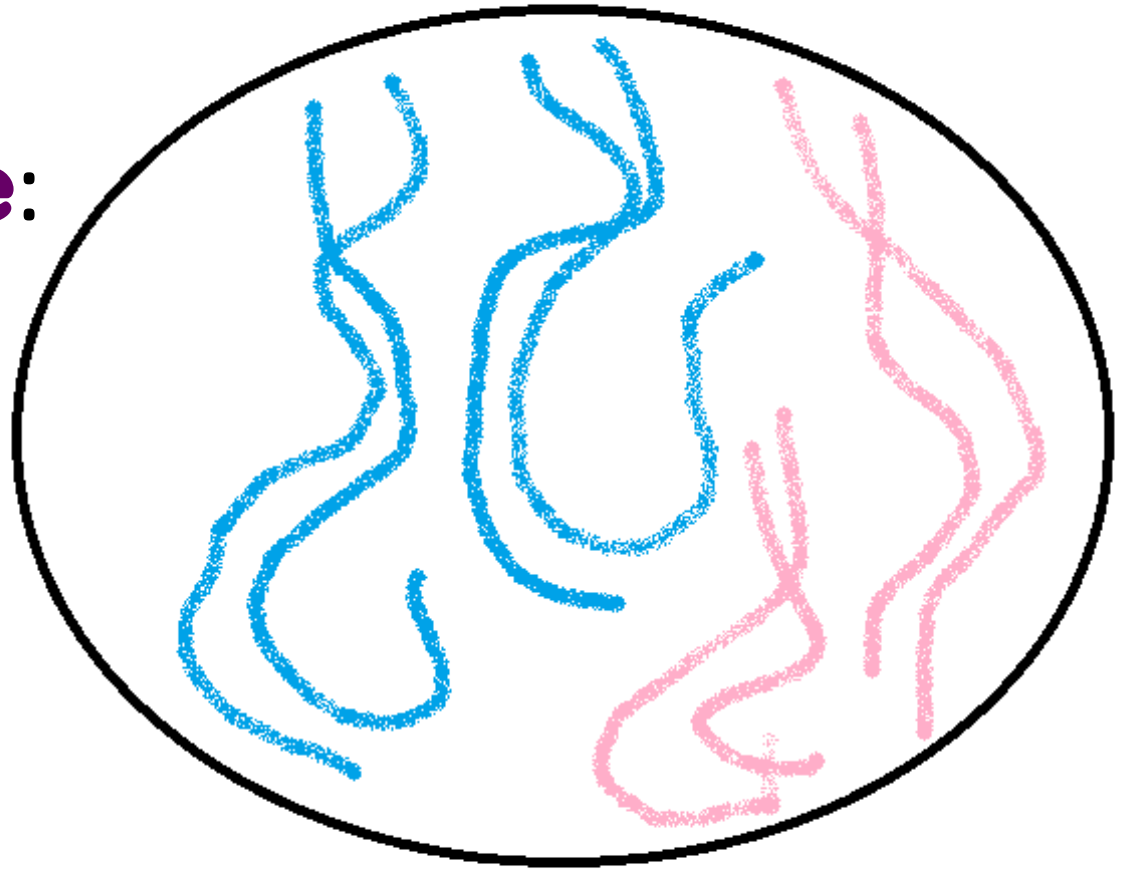
- ✓ **Chiasma** : Après les crossing-over (= *stade diplotène*)
K s'écartent mais restent liés par une zone appelée chiasma (structure microscopique)

1^{ère} division méiotique (3)

Les étapes de la prophase 1:

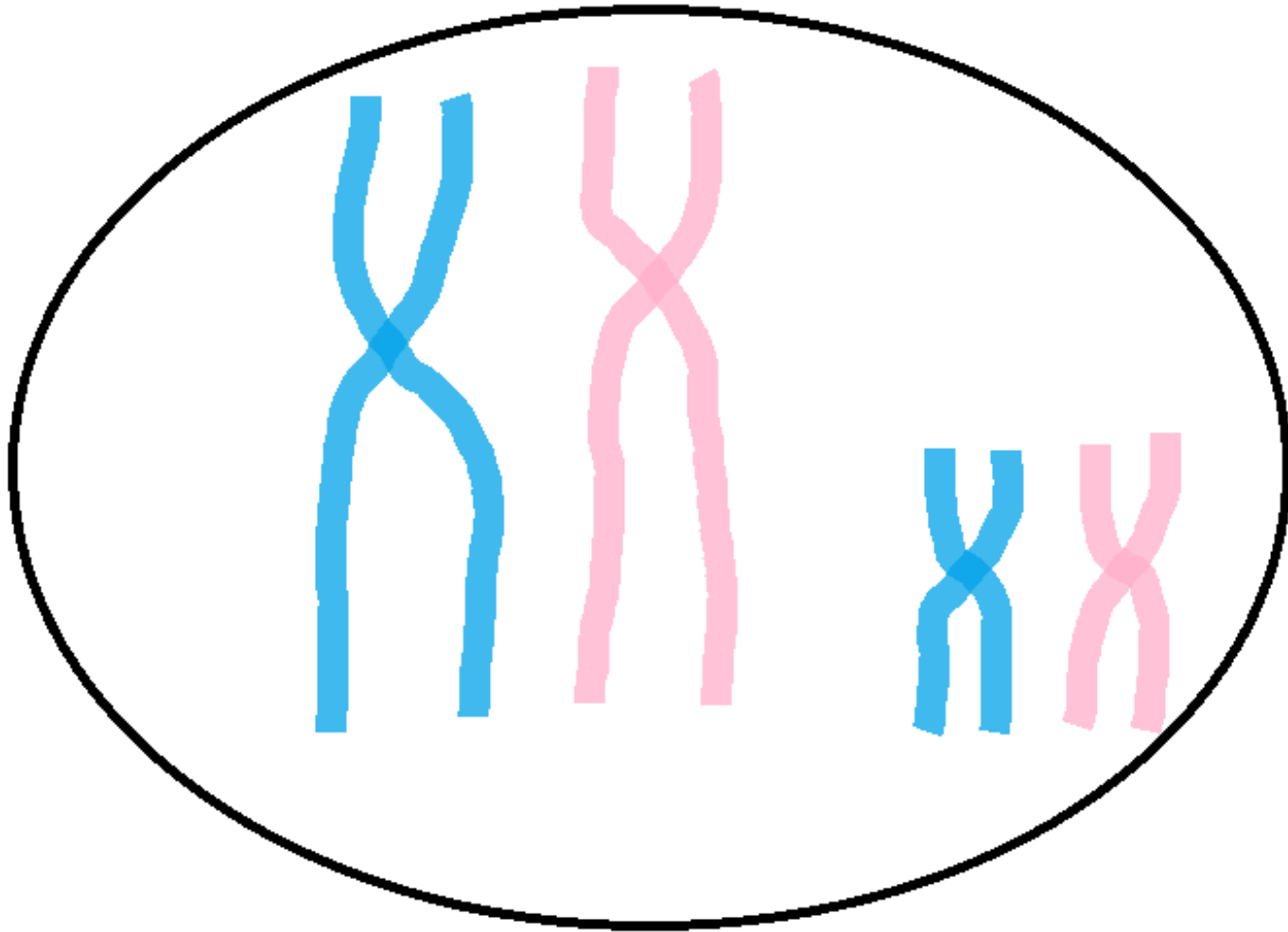
Leptotène:

(« leptos »
= fin en grec
→ filaments)



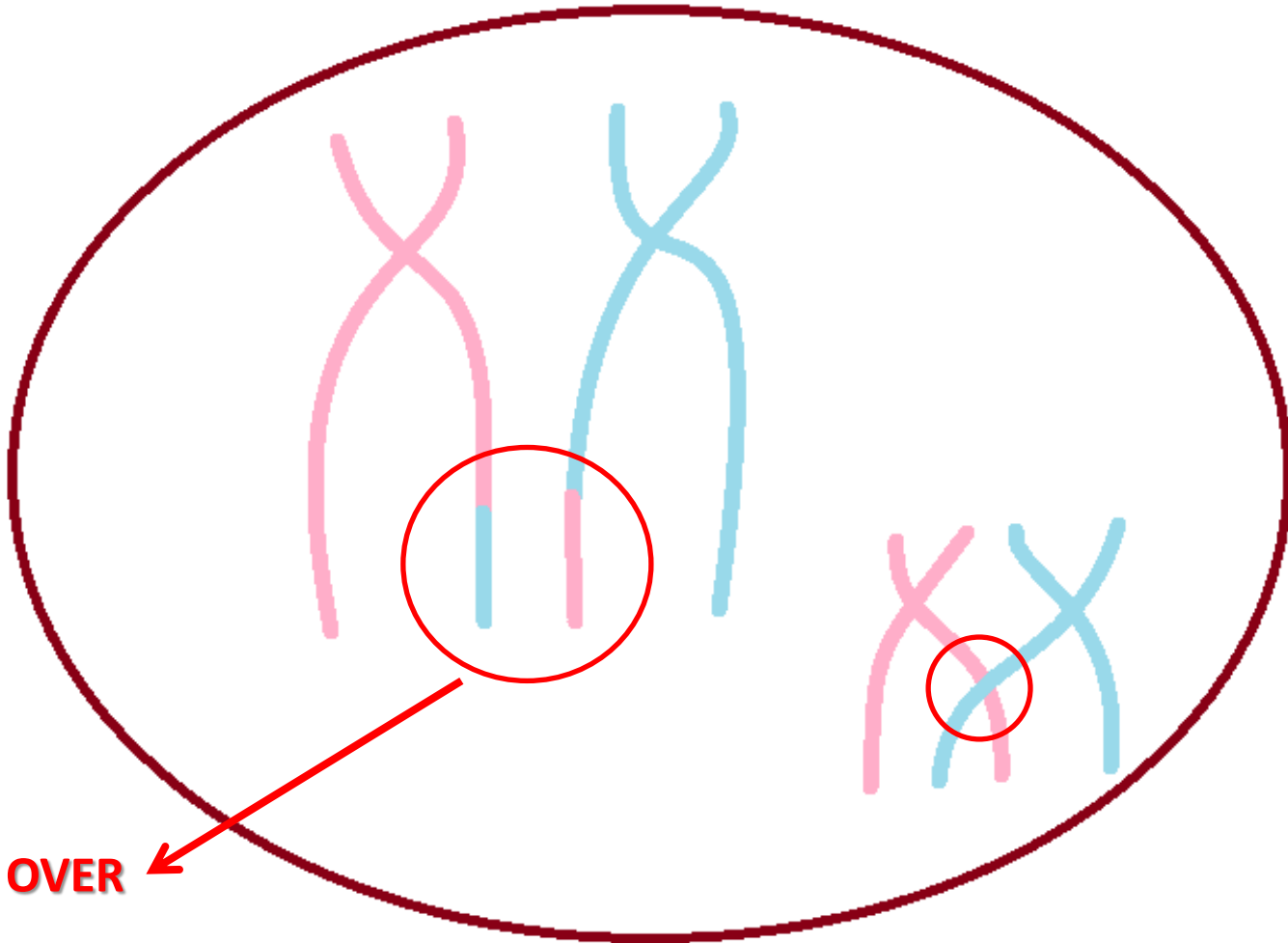
Zygotène

(« zygos » → jumeau → appariement par paire) 😊



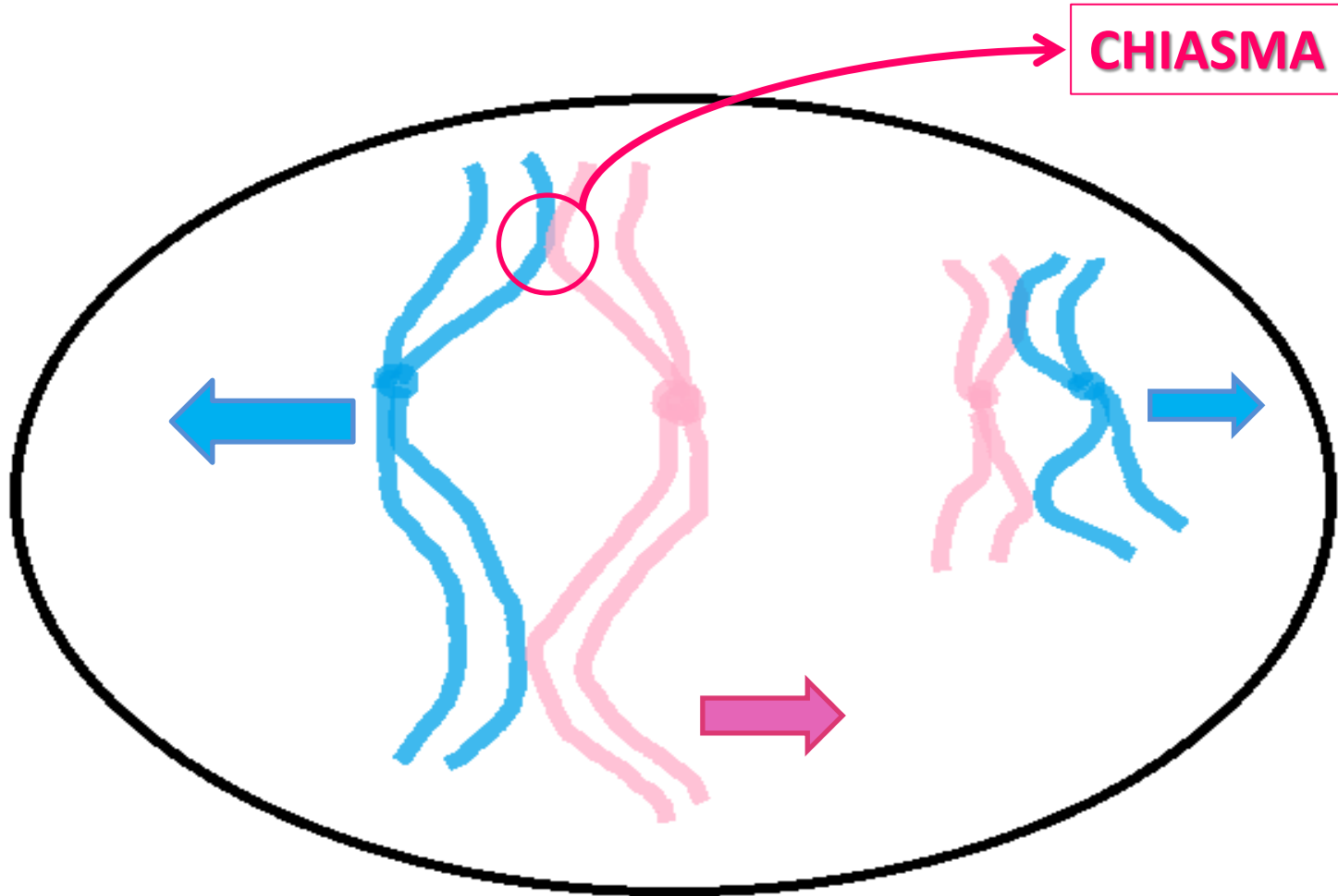
Pachytène

(« pachyderme » → gros → épaissement) 😊

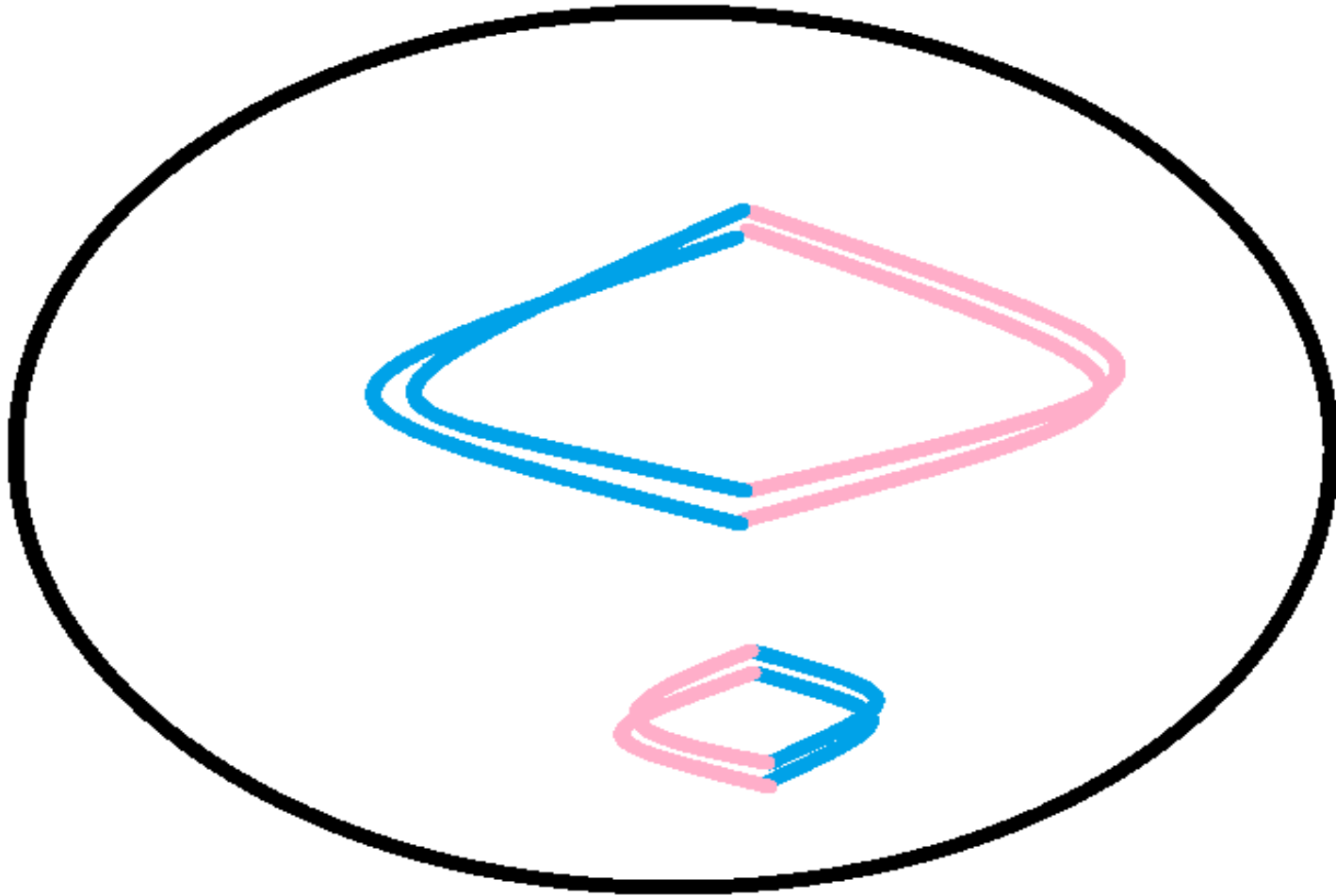


CROSSING OVER

Diplotène



Diacinèse



♪ Mnémo ♪

LéZyPaDiDia

Le zizi du pachyderme a des dimensions diaboliques

1^{ère} division méiotique (4)

- Métaphase de 1^{ère} division:
Chromosomes **PERPENDICULAIRES** à la plaque équatoriale.
- Anaphase 1:
Migration le long du fuseau
- Télophase 1: 2 cellules filles distinctes
Chacune 23 K doubles (n) à 2n ADN (car 2 chromatides)

1^{ère} division méiotique (5)

- **Pas d'intercinèse** entre 1^{ère} et 2^{ème} division méiotique

→ Donc pas de synthèse d'ADN.

- 2^{ème} division méiotique = mitose classique

2^{ème} division méiotique (1)

- Immédiatement après la méiose 1
- 2 cellules filles à **n K doubles** se divisent
Au final → 4 cellules haploïdes.
- Equivalent d'une mitose normale
→ Chromosomes **PARALLÈLES** à la plaque équatoriale.
- Elle est dite:
 - ♥ Equationnelle en terme de K
 - ♥ Réductionnelle en terme d'ADN

2^{ème} division méiotique (2)

Au final:

→ **Même matériel génétique de chaque côté.**

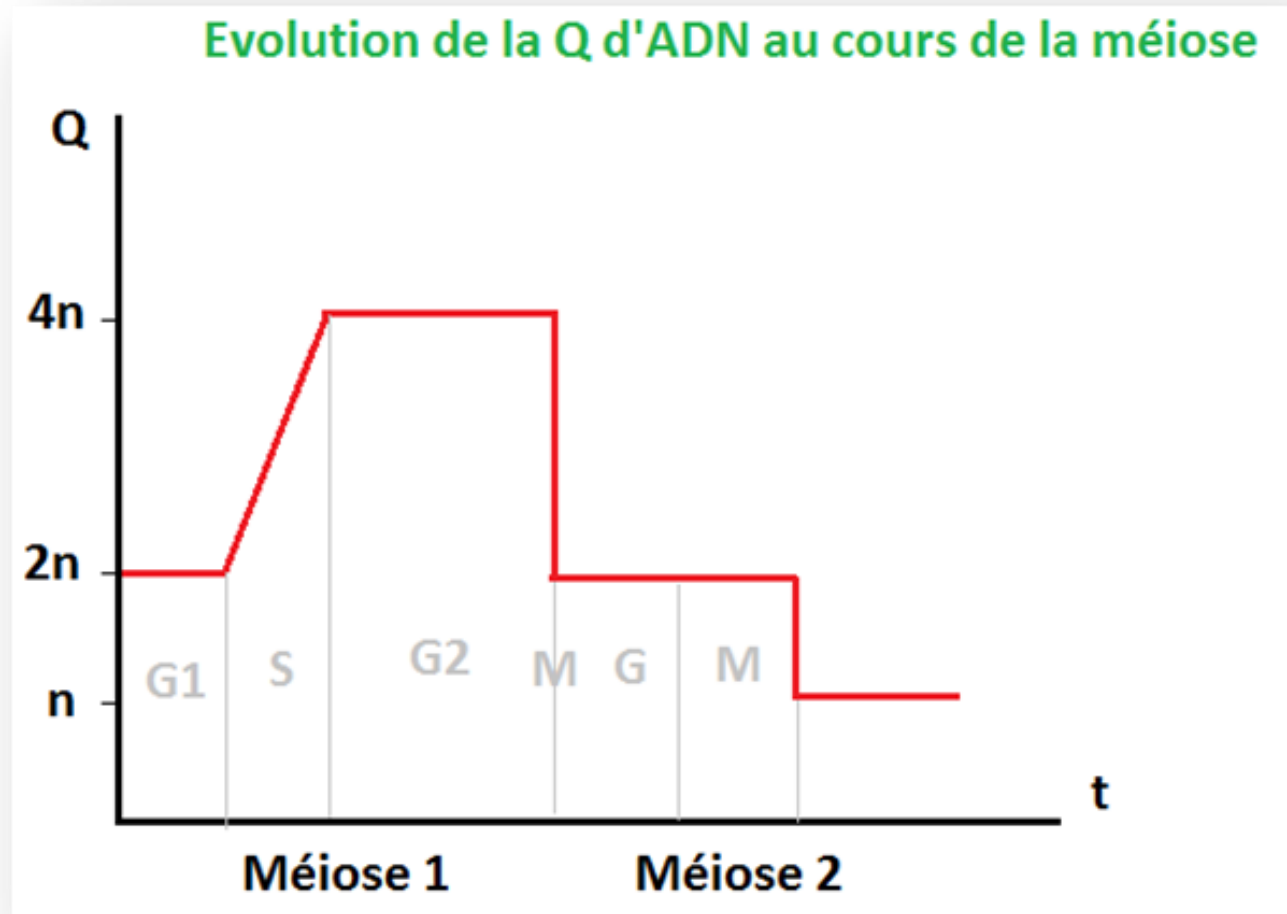
→ **Quantité d'ADN réduite par 2** ($2n \rightarrow n$)

→ **4 cellules haploïdes :**

- ✓ **Toujours 23 chromosomes (n)**

- ✓ **... à n molécules d'ADN**

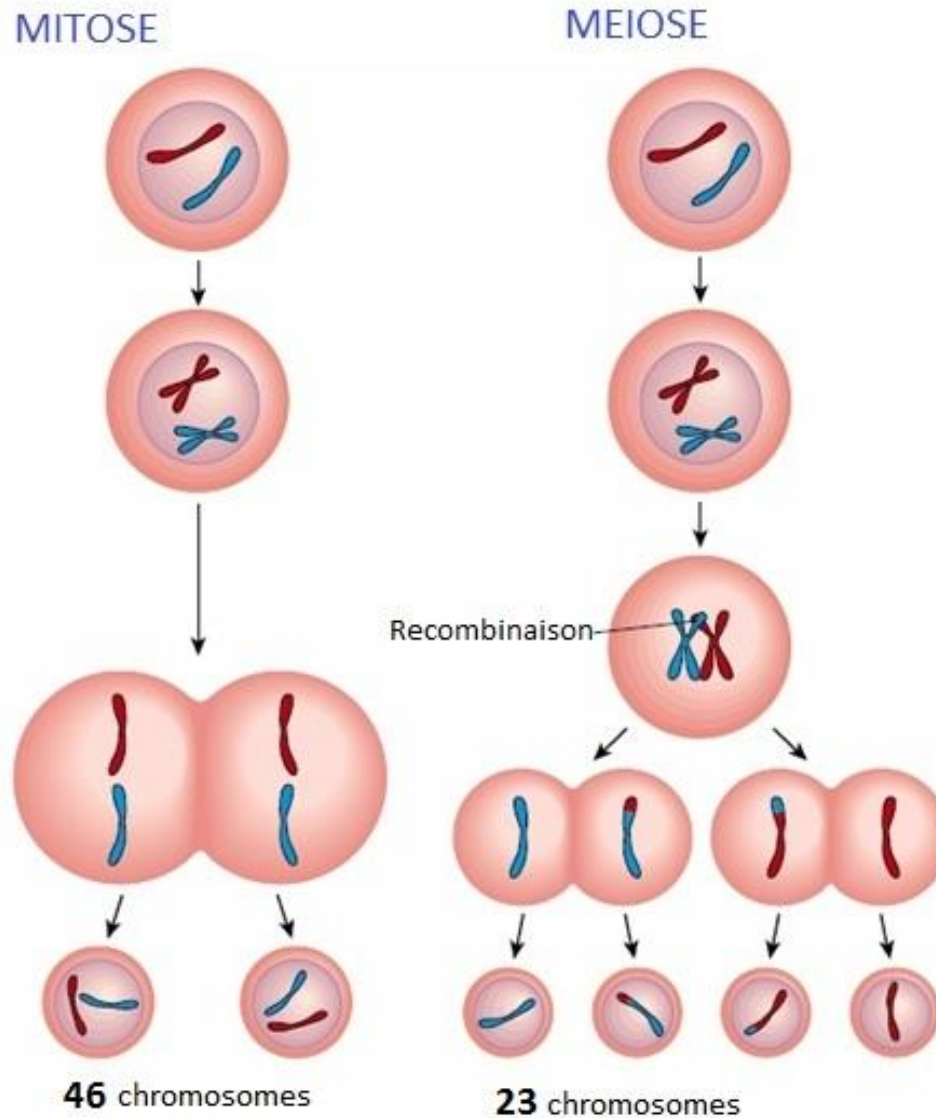
Les deux divisions méiotiques



Conséquences de la méiose

- ✓ Réduction de la quantité d'ADN: $2n \rightarrow n$
- ✓ Réduction chromatique:
Une cellule diploïde \rightarrow 4 cellules haploïdes
- ✓ Brassage de l'information génétique : **via les crossing-over**
- ✓ Transmission de l'information génétique (*comme dans toutes les divisions cellulaires*)

Comparaison mitose vs méiose



La spermatogénèse

4 étapes

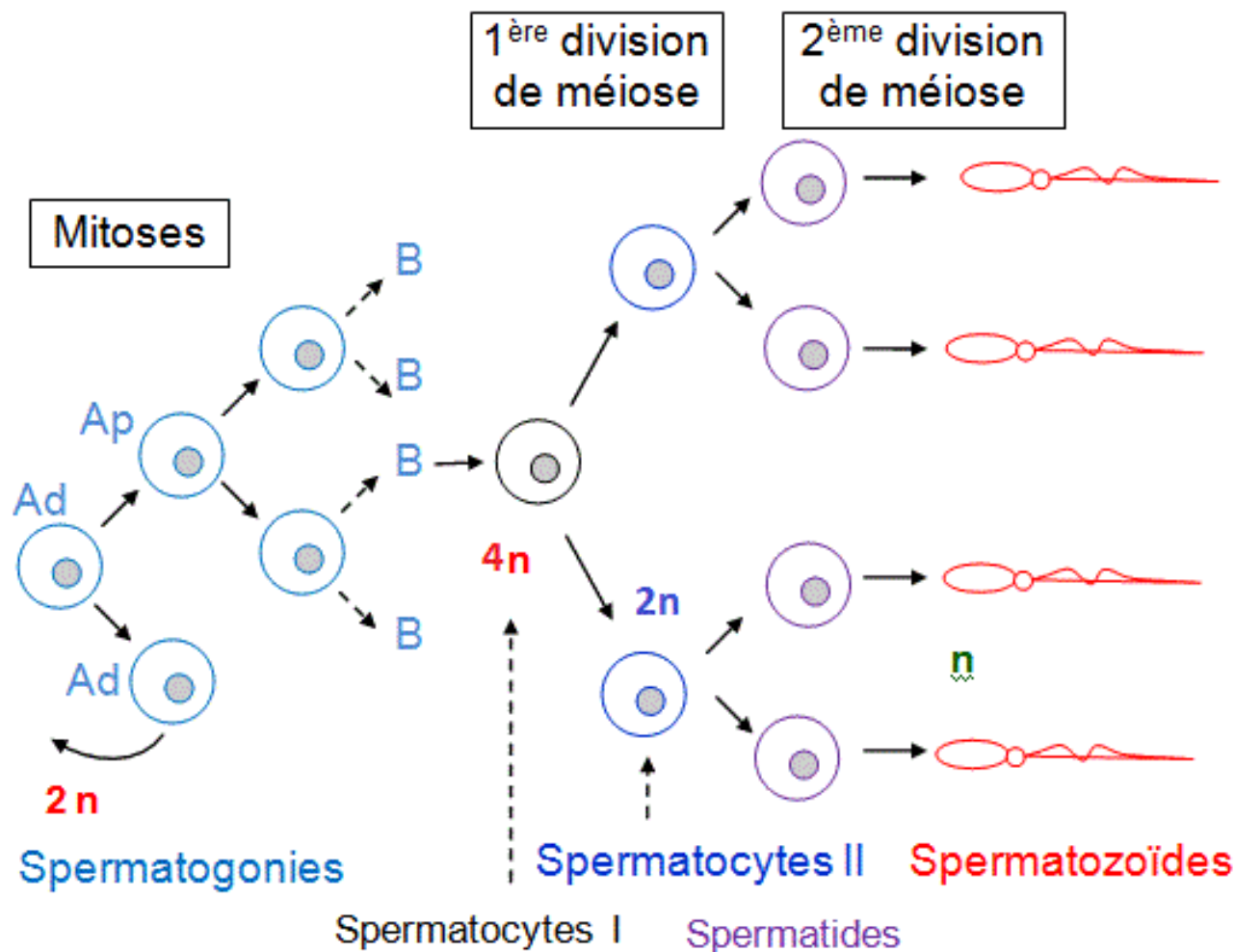
- **Multiplication** importante des *spermatogonies* (*cellules germinales souches indifférenciées*)
- **Croissance** faible: 1 μm
- **Maturation méiotique** : complète
- **Différenciation (ou spermiogénèse)** très importante (*cellule très évoluée*)

💣 Le spermatozoïde contient **1 seul chromosome X**
ou 1 seul chromosome Y (*car il est haploïde*)

Multiplication

Maturation

Différenciation



Spermatogonies Ad : type A avec noyau « dark » ou sombre ; Ap : Type A, noyau pâle ; B : ce sont les spermatogonies qui vont former les spermatocytes I

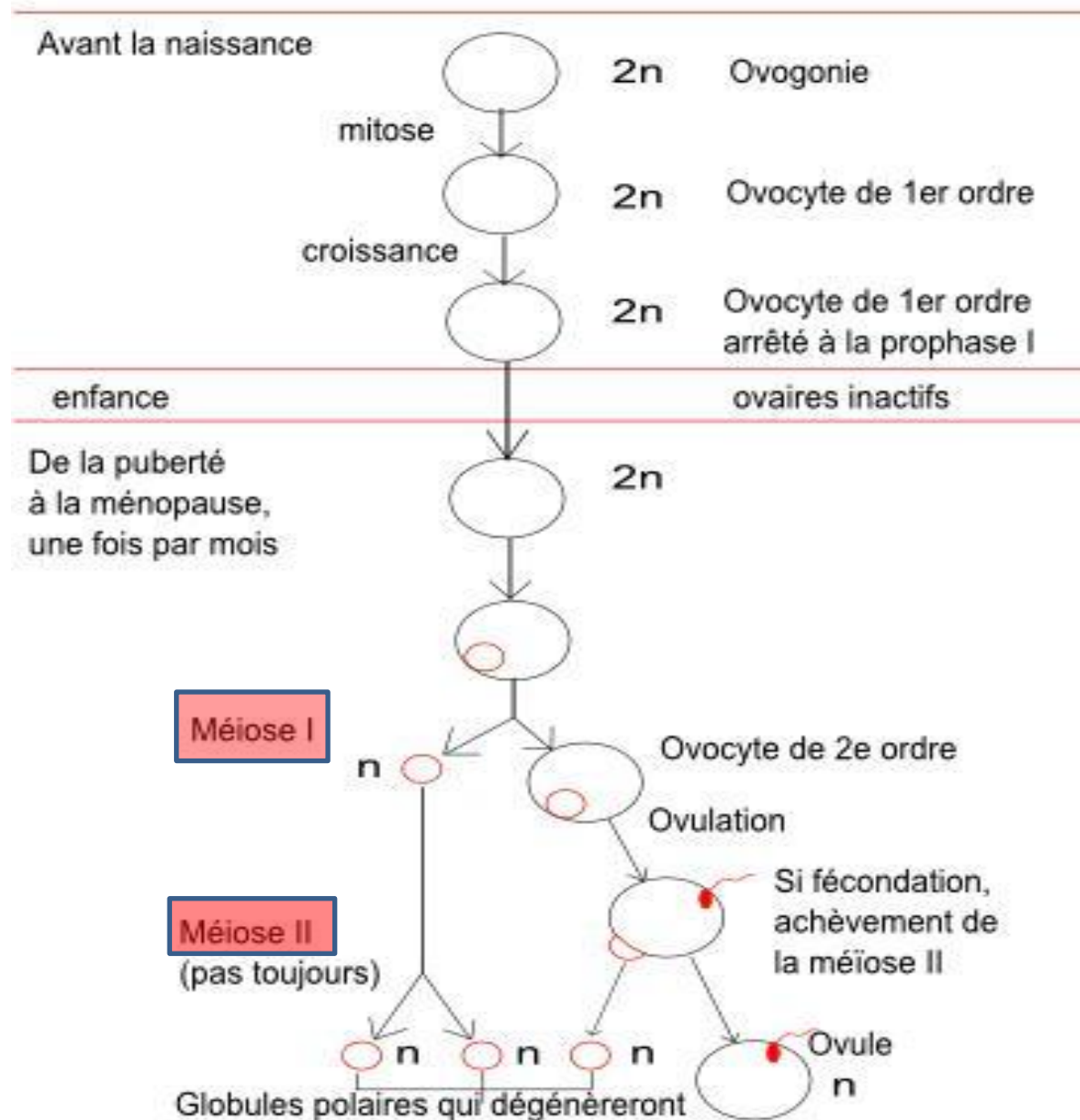
Les étapes de la spermatogenèse

L'ovogénèse

4 étapes

- Multiplication faible des *ovogonies* (*cellules germinales souches indifférenciées*) jusqu'au 8^{ème} mois de vie intra-utérine
→ stock fixe et déterminé avant la naissance
- Croissance très importante (*cytoplasme ++*)
- Méiose: *incomplète, inachevée, discontinue, longue*
- Différenciation inexistante

Ovogenèse



5- Brassage génétique

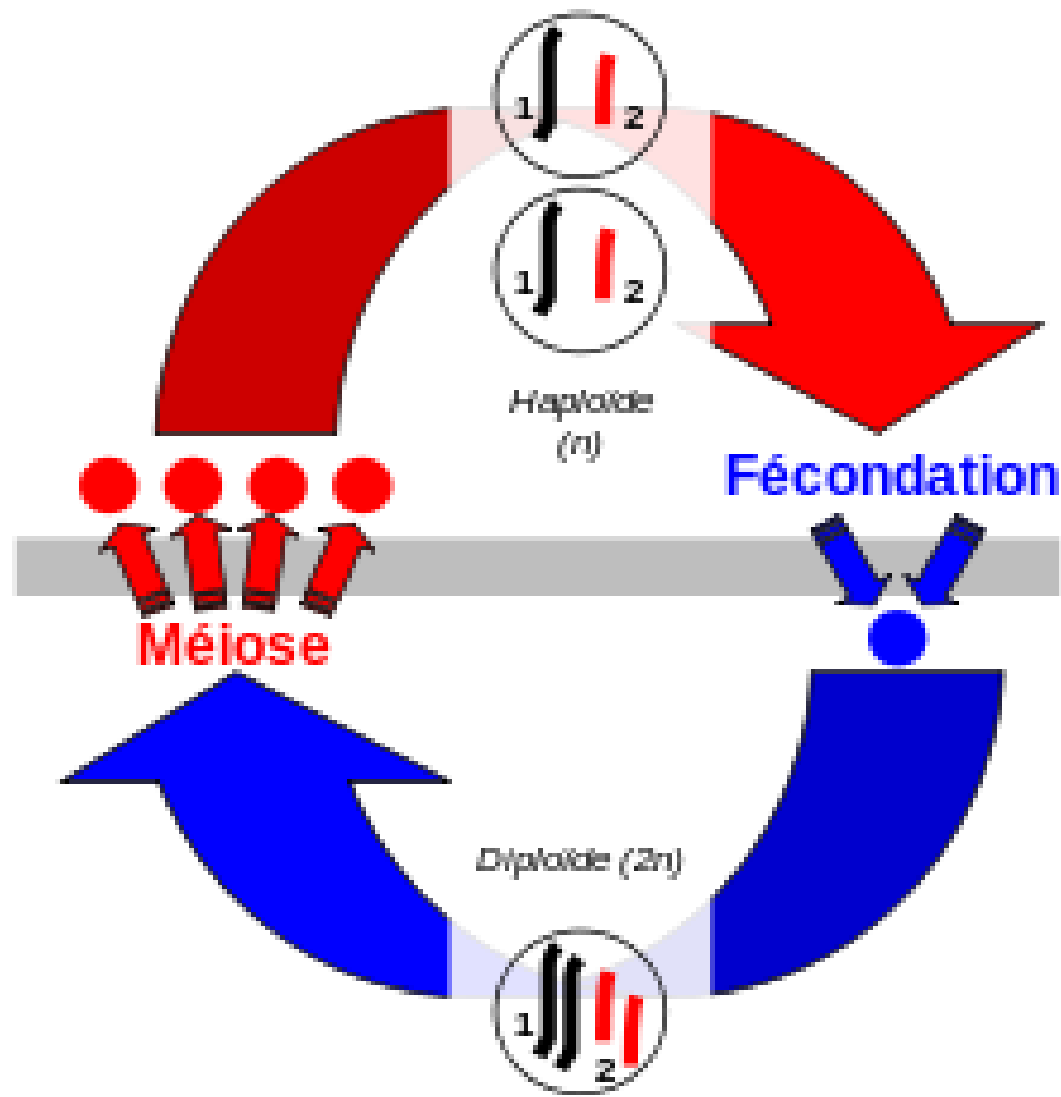
Pendant la méiose, différents mécanismes participent à la diversité des individus :

- ✓ Recombinaison méiotique au cours de la **Prophase I**: **crossing-over** (échange de segment entre les chromatides)
- ✓ Répartition aléatoire des chromosomes sur la plaque équatoriale au cours de la **Métaphase I**: **2^{23} possibilités**
- ✓ La nature du chromosome sexuel du spermatozoïde fécondant: **soit X ou Y**

NB : La **fécondation** permet de passer de l'haploïdie à la diploïdie

Logique : 2 gamètes à n chromosomes \rightarrow 1 zygote à $2n$ chromosomes.

La **méiose** permet de passer d'1 cellule mère diploïde à 4 cellules filles haploïdes grâce à **2 divisions successives**.



QCM Time!

QCM 1 :

- A) L'anisogamie, le germen et le soma permettent/exploquent la procréation
- B) Le phénomène majeur de la gamétogenèse est le passage à 23K
- C) Il y a 3 stades dans la méiose : Multiplication, Croissance et Maturation cytoplasmique
- D) Les crossing-over se font essentiellement au stade pachytène dans certaines portions au hasard
- E) Tout est faux

QCM 1 : ABD

- A) Vrai
- B) Vrai : C'est l'haploïdie
- C) Faux : 4 étapes
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 2 : Concernant la méiose:

- A) La 1^{ère} division est réductionnelle en termes d'ADN
- B) La 1^{ère} division est équationnelle en termes de K
- C) La 2^{ème} division est équationnelle en termes d'ADN
- D) La 2^{ème} division est réductionnelle en termes d'ADN
- E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 2 : D

A) Faux

B) Faux

C) Faux

D) Vrai

E) Faux

QCM 3 :

- A) Lors de la métaphase 2, les chromosomes se placent parallèlement à la plaque équatoriale
- B) Lors de la télophase 1, il y a formation de 2 cellules filles distinctes à $2nK$
- C) La métaphase 1 est composée de 5 étapes spécifiques
- D) Au stade pachytène, on a apparition des filaments chromatiques
- E) Tout est faux

QCM 3 : A

- A) Vrai
- B) Faux : Réductionnelle en chromosomes
 $2nK \rightarrow nK$
- C) Faux : C'est la prophase
- D) Faux : Leptotène
- E) Faux

QCM 4 :

- A) Lors de l'ovogénèse, la multiplication est importante
- B) Dans la reproduction asexuée, il y a réplication semi-conservative de l'ADN
- C) L'ovocyte contrairement au spermatozoïde se déplace passivement
- D) Le spermatozoïde contient l'énergie pour le développement futur de l'œuf

QCM 4 : BC

A) Faux

B) Vrai

C) Vrai

D) Faux : C'est le rôle de l'ovocyte

Merci de votre attention

🕊 Bon courage ! 🕊



Etudiant en révisions...

