



Nice  
Tutorat

FACULTE DE MEDECINE

# TUT'RENTRÉE

2012-2013

# EMBRYOLOGIE BDR

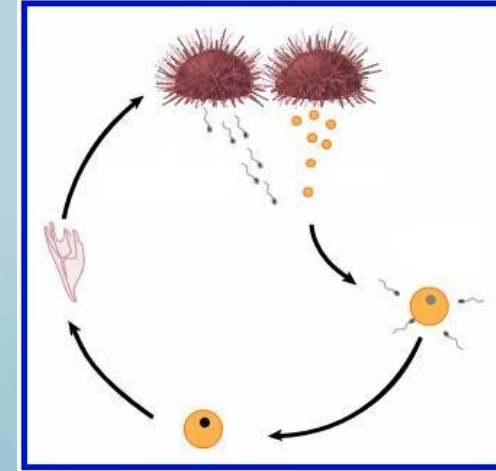
# LE PROGRAMME DE LA TUT'RENTRÉE:

- I. Les différents types de fécondation
- II. La reproduction asexuée
- III. La reproduction sexuée / procréation
- IV. Rappels sur les chromosomes
- V. Le cycle cellulaire
- VI. La mitose
- VII. La méiose et gamétogénèse
  - 1) Généralités
  - 2) 1<sup>ère</sup> division méiotique
  - 3) 2<sup>ème</sup> division méiotique
  - 4) Brassage génétique lors de la méiose

# I. FÉCONDATION INTERNE ET EXTERNE

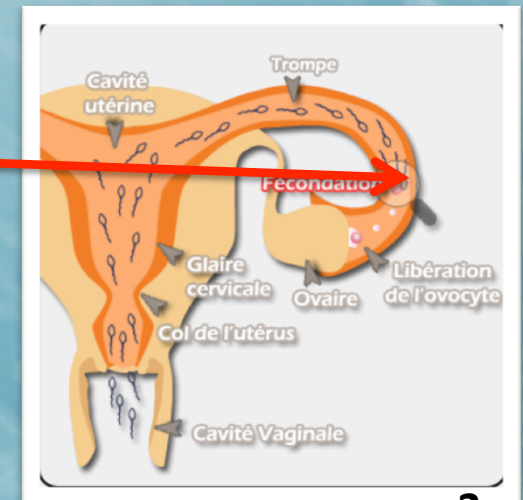
✧ Fécondation externe : libération externe des gamètes donc fécondation en dehors de l'appareil génital féminin

→ *ex: les oursins qui libèrent leurs gamètes dans l'eau, ils produisent des **phéromones** qui permettent de s'attirer les uns des autres.*



✧ Fécondation interne : les gamètes se rencontrent dans l'appareil génital féminin

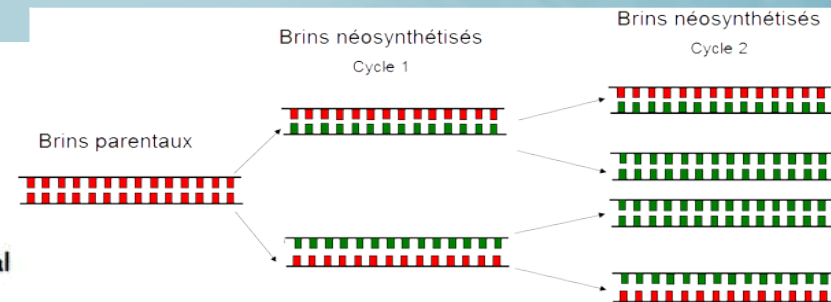
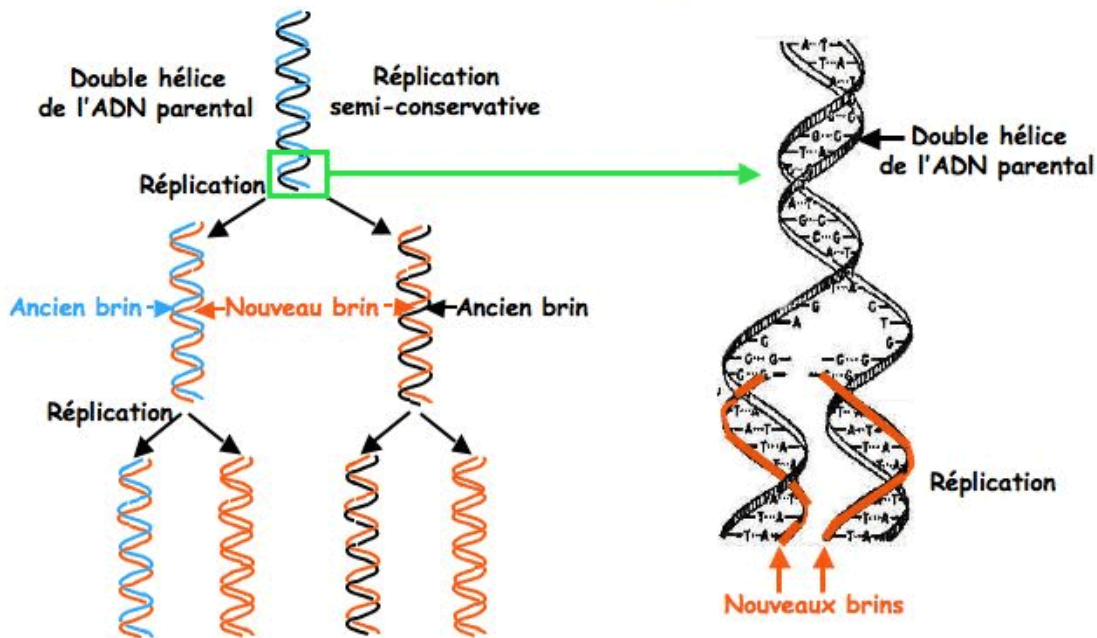
→ *ex: chez les **mammifères**. Dans l'espèce humaine la fécondation a lieu dans la **trompe** de l'utérus*



# II. LA REPRODUCTION ASEXUÉE

- Elle concerne les **organismes unicellulaires** : composé d'ADN double brin « nageant » librement dans le cytoplasme (pas de noyau)
- Cela fonctionne par **réplication semi-conservative** d'une cellule mère pour former 2 **clones**
  - ✓ Un **clone d'ADN est identique** à l'ADN parental

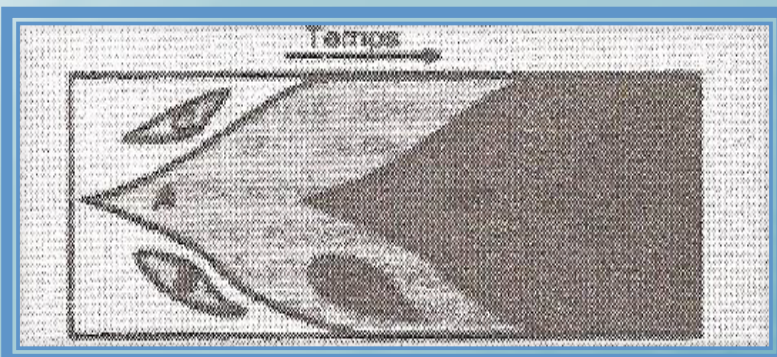
## REPLICATION DE L'ADN



- ✧ Au début on a une **molécule d'ADN double brin**
- ✧ Ensuite les deux brins **se dissocient** et chacun va permettre la **synthèse d'un nouveau brin complémentaire identiques**
- ✧ Au final on obtient **deux brins d'ADN filles** identiques au brin ADN mère, ce sont des **clones**

## ( II. LA REPRODUCTION ASEXUÉE )

- ✓ La **survenue d'une nouvelle génération de clone** n'est possible que grâce à une **mutation** d'origine environnementale (irradiations, produits chimiques...) **aléatoire !!**
- ✓ Ces mutations sont imprévisibles ainsi on peut vraiment attendre très longtemps avant d'en observer une et cela **ne donne pas la possibilité à l'espèce de s'adapter lors d'un changement environnemental**, ce qui peut amener à son **extinction**
- La reproduction asexuée en fonction du temps:



On remarque qu'il faut **beaucoup de temps** avant qu'une **nouvelle mutation** intervienne et ainsi on comprend bien que l'espèce mettra **plusieurs générations avant** de pouvoir posséder plusieurs mutations et **s'adapter** de façon optimale à un changement environnemental.

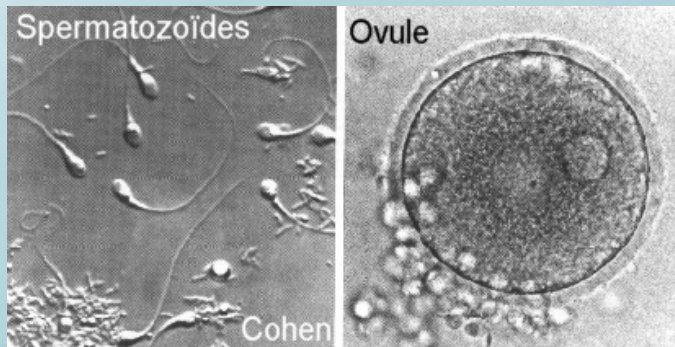
# III. LA REPRODUCTION SEXUÉE /PROCRÉATION

## 1. Généralités

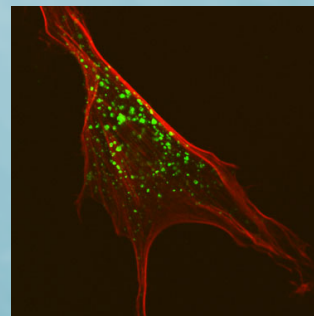
➤ Dans le corps humain il existe deux types de cellules:

GERMEN	SOMA
<b>Gamètes</b> → Cellules <b>haploïdes</b>	Toutes les <b>autres cellules</b> dites <b>somatiques</b> : → Cellules <b>diploïdes</b>
<b>nK = 23 K *</b> Dont 1 chromosome sexuel	<b>2nK = 46 K</b> Dont 2 chromosomes sexuels

\*K = chromosomes



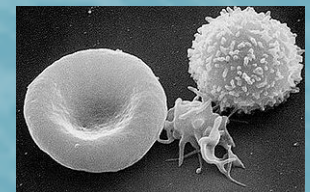
fibroblastes



neurones



Cellules sanguines



# III. LA REPRODUCTION SEXUÉE /PROCRÉATION

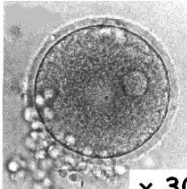
## 2. Les gamètes

➤ Les gamètes sont les **ovocytes** et les **spermatozoïdes**:

	OVOCYTE	SPERMATOZOÏDE
Taille	La <b>plus grande</b> cellule de l'organisme	<b>Petite</b> (1µm)
Réserve	<b>Réserves:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentaires</li> <li>• ARN messenger</li> </ul>	Dans la tête il n'y a que le noyau avec quasiment pas de cytoplasme ( <b>pas de réserve</b> )
Mobilité	Déplacement <b>passif</b> et <b>pas autonome</b> : L'ovocyte se déplace grâce au mouvement des <b>cils</b> et au <b>mucus</b> dans la trompe	Déplacement <b>actif</b> : Le <b>flagelle</b> permet le mouvement

♀ gamète femelle

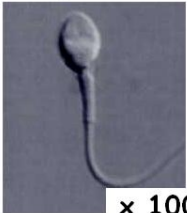
**OVULE**



x 300

♂ gamète mâle

**SPERMATOZOÏDE**

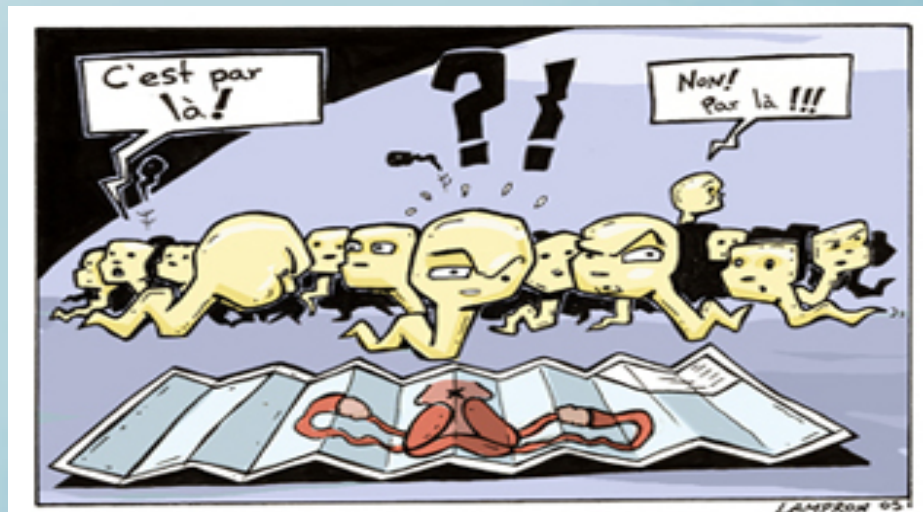


x 1000

# (III. LA REPRODUCTION SEXUÉE /PROCRÉATION)

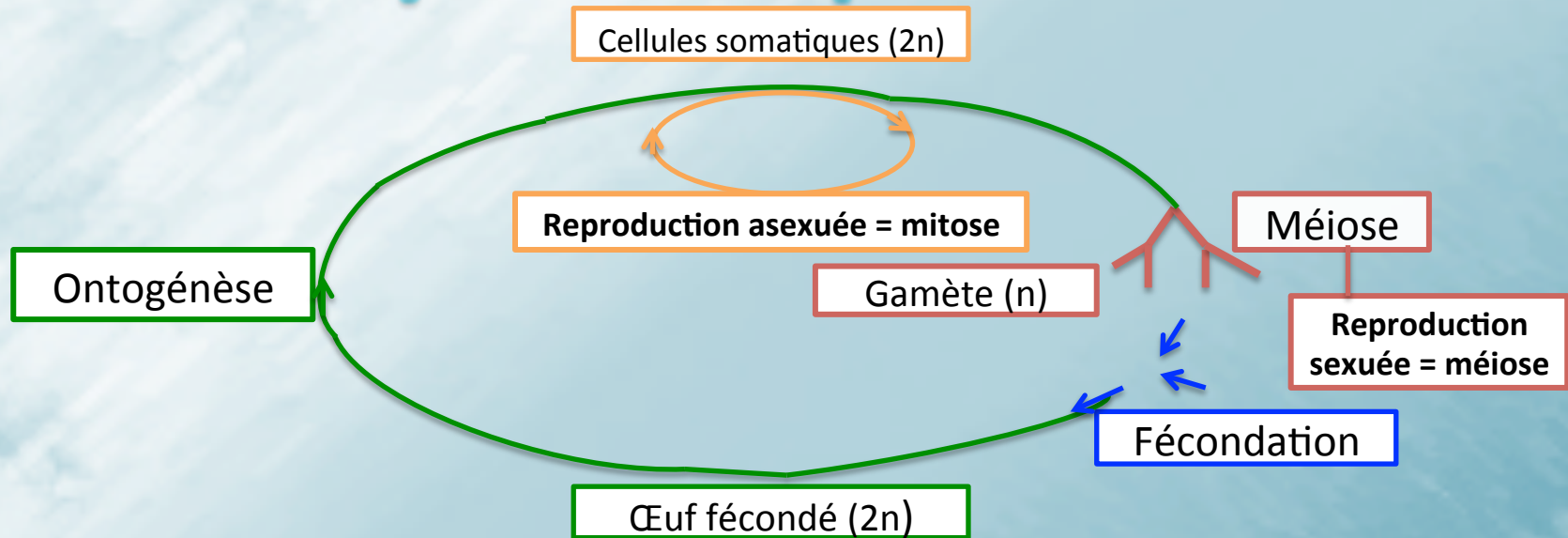
## 2. Les gamètes

- Les gamètes sont des cellules *différentes*:
  - ➔ on parle alors d'**anisogamie**
- Ce sont des cellules *spécialisées* aux *fonctions différentes*:
  - ➔ on parle de **dismorphisme sexuel**
- Les gamètes doivent remplir **3 conditions** pour permettre une fécondation optimale:
  - ✓ **L'ovocyte** doit avoir une **taille suffisante** (*apport nutritif ++*)
  - ✓ Les **spermatozoïdes** doivent être **nombreux** (*++ les chances de rencontre avec l'ovocyte*)
  - ✓ Le **coût de fabrication** (énergie dépensée) doit être **raisonnable**



# III. LA REPRODUCTION SEXUÉE / PROCRÉATION

## 3. Le cycle de la reproduction sexuée

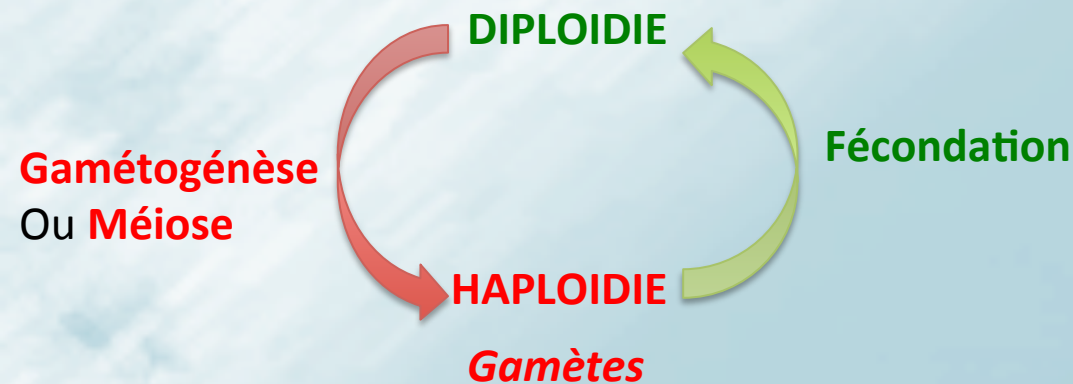


- Chacune des **cellules souches sexuelles diploïdes (2nK)** subit une **méiose** qui va réduire son nombre de chromosomes pour former un **gamètes haploïde (nK)**.
- Les deux gamètes fusionnent lors de la **fécondation** qui permet alors de **rétablir la diploïdie** (reconstitution d'une **cellule à 2nK**)
- L'**œuf fécondé** évolue lors de l'**embryogénèse** et donne un **individu** qui devient adulte et **vieilli** : c'est l'**ontogénèse**.
- Les **autres cellules** du corps humains **évoluent** et se **régénèrent** par **mitoses** successives (qui **gardent les cellules diploïde à 2nK**).

# (III. LA REPRODUCTION SEXUÉE /PROCRÉATION)

## 3. Le cycle de la reproduction sexuée

*Cellule œuf & cellules matures*



- La **fécondation** permet de passer de **2 gamètes haploïdes (nK)** à **1 cellule œuf diploïde (2nK)**
- Au contraire la **méiose/gamétogénèse** permet de passer d'une **cellule mère diploïde (2nK)** à **4 gamètes haploïdes (nK)**

- La reproduction sexuée en fonction du temps:



Ici les **mutations** surviennent plus **rapidement** et en plus grand nombre. Les adaptations aux changements environnementaux seront donc plus rapides et permettront une **meilleure survie de l'espèce**.

# RÉSUMÉ SUR LES REPRODUCTIONS ASEXUÉE ET SEXUÉE

## REPRODUCTION ASE XuÉE :

- ✓ Permanence des caractéristiques de l'espèce
- ✓ Immortalité des individu (*1 cellules mère => 2 cellules filles clones / identiques*)
- ✓ Fabrication de clones identiques à la cellule mère
- ✓ Seule variation possible => mutation aléatoire et imprévisibles

## REPRODUCTION SEXUÉE :

- ✓ Diversité des individus
- ✓ Individu jamais identique à ses parents
- ✓ Adaptation rapide aux changements environnementaux
- ✓ Rôle dans la survie

# IV. Rappels sur les chromosomes

Chaque chromosome est constitué de molécules d'**ADN double brin**.

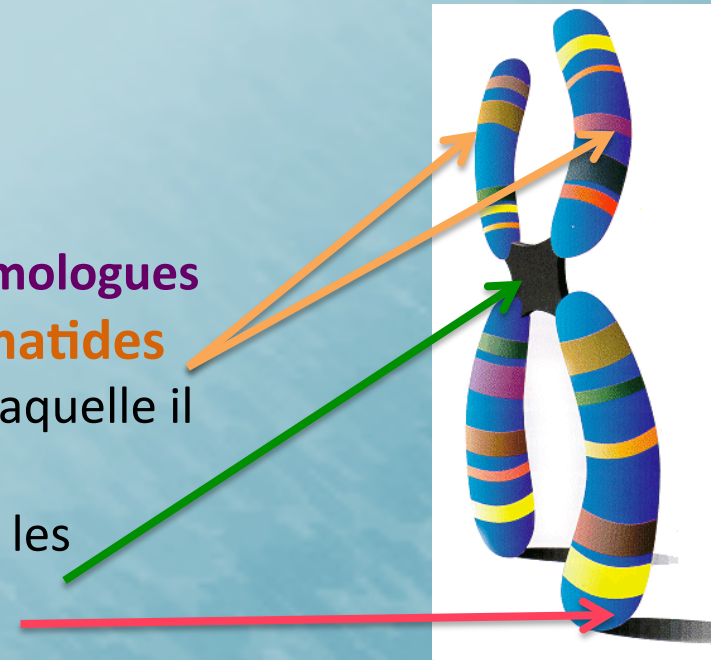
Dans l'espèce humaine il y a **23 paires de chromosomes homologues =>**

**46 chromosomes:**

- **22 paires somatiques**
- **1 paire sexuelle** (chromosomes **X** et/ou **Y**)

*Partie Voc':*

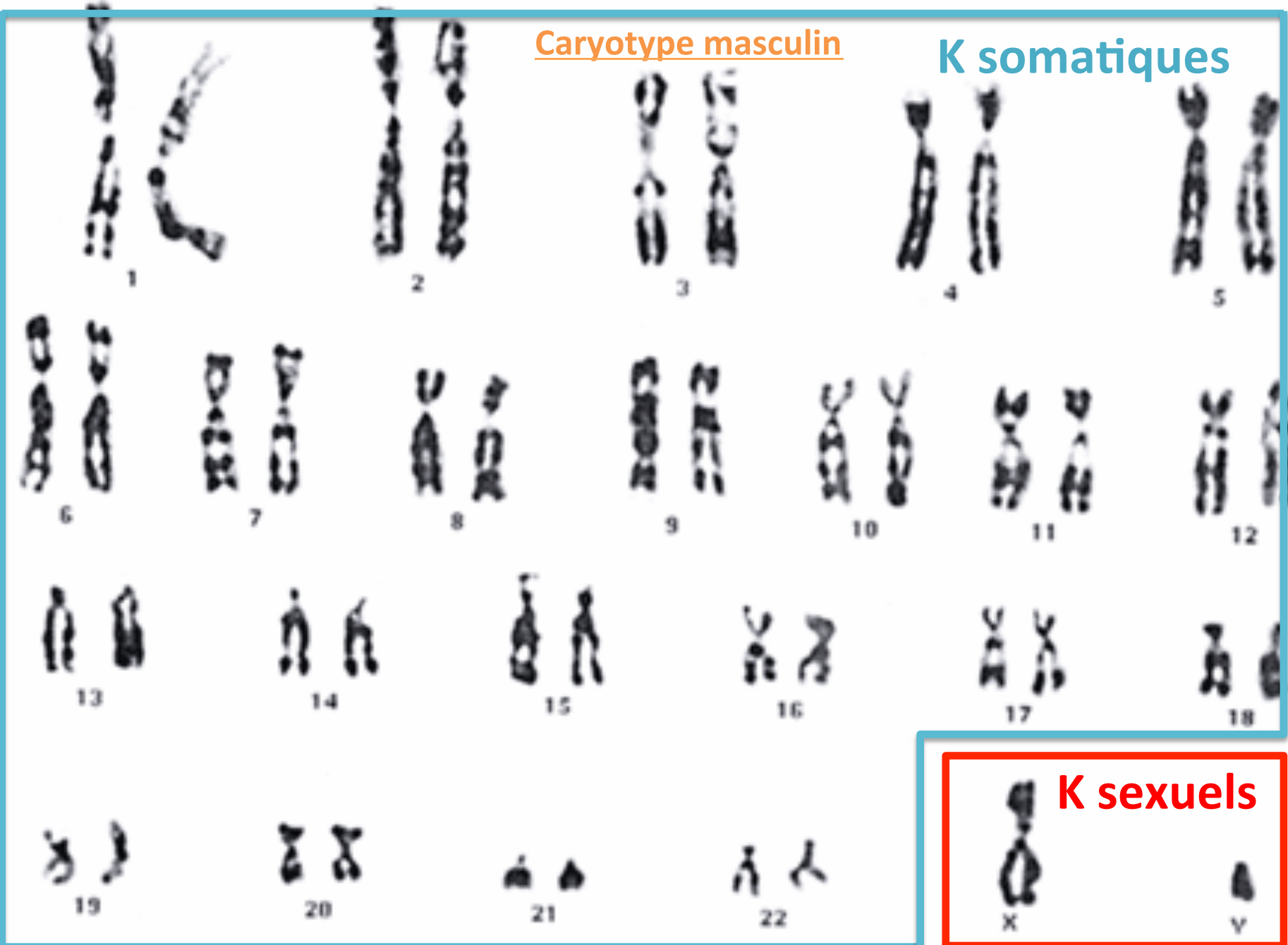
- Une paire de chromosome = **2 chromosomes homologues**
- Un chromosome peut avoir **une ou deux chromatides** (en fonction de la phase du cycle cellulaire dans laquelle il est).
- La **partie centrale** du chromosome où se « lient » les chromatides s'appelle **centrosome**
- Les **extrémités** des chromosomes s'appellent les **téломères**



Les **chromosomes homologues** ont la même taille et leurs télomères à la même hauteur **SAUF** les chromosomes sexuels **X** et **Y** : **X est beaucoup plus grand que Y** 12

Caryotype masculin

K somatiques



K sexuels

X

Y

# V. LE CYCLE CELLULAIRE

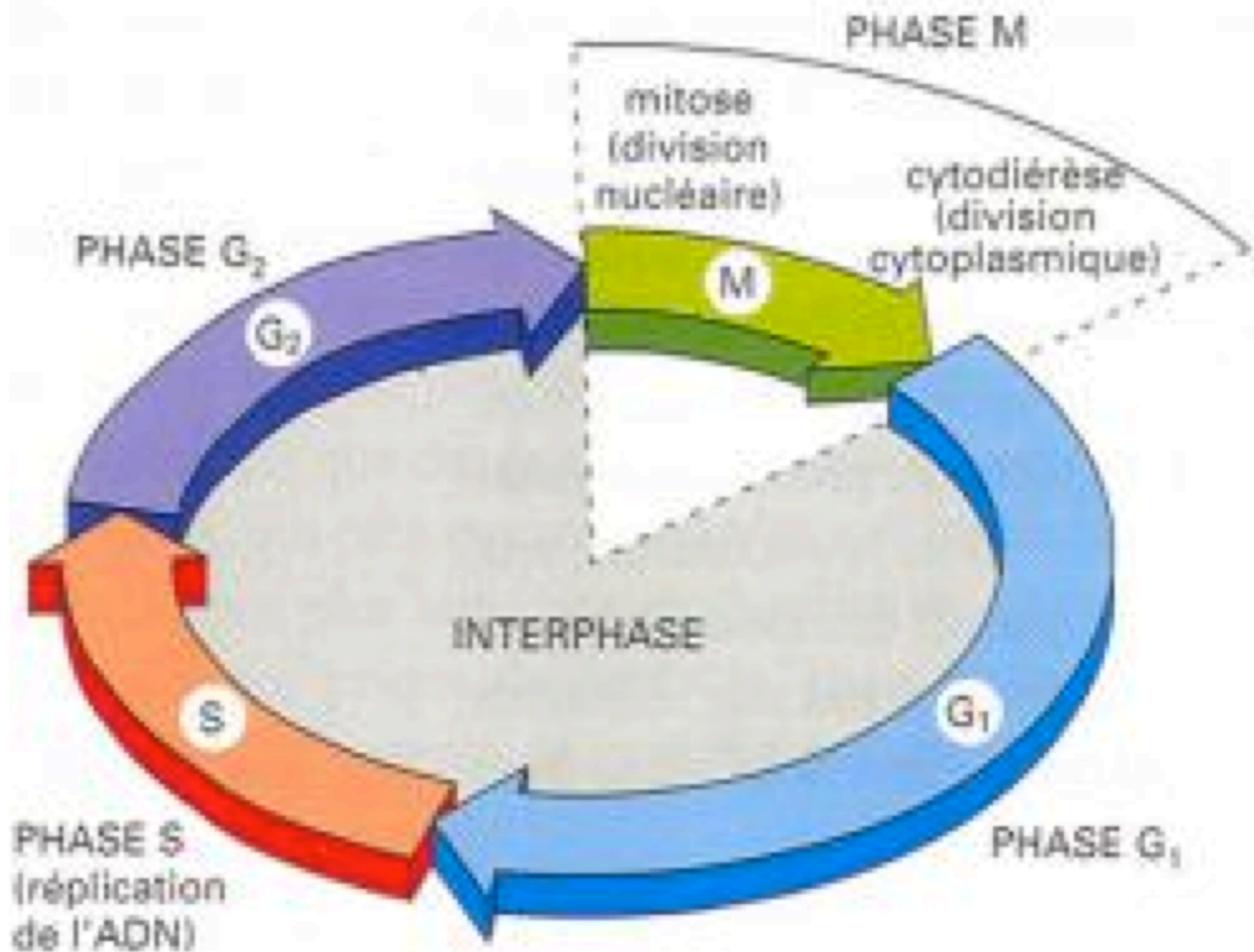
(Ici on fera une généralité sur le cycle cellulaire des cellules somatiques)

## Il y a 5 phases:

- **G0:** Phase de **repos** de la cellule (facultative)
- **G1:** Reprise du cycle cellulaire
- **S:** **Réplication de l'ADN:**  
*on passe de chromosomes simples = 1 chromatide  
à des chromosomes doubles = à 2 chromatides*
- **G2:** Phase de **croissance**
- **M:** **Mitose**

Il y a donc des **variation de quantité d'ADN** (*quand on passe de 1 à 2 chromatides en phase S ou lorsque la cellule se divise en mitose*).

Nous verrons plus tard un graphique l'illustrant.



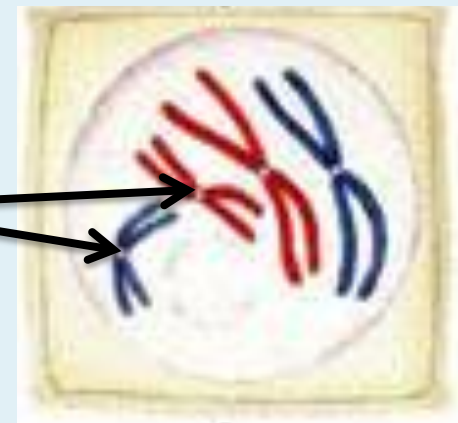
# VI. LA MITOSE

- Elle concerne les **cellules somatiques = non-sexuelles**
- Les **gamètes = cellules sexuelles subissent la méiose** (cf VII)
- La mitose = phase M du cycle cellulaire, elle commence après la phase S de réplication de l'ADN (*donc quand les chromosomes sont doubles / avec 2 chromatides*)

**Elle se compose de 4 phases successives :**

## 1. PROPHASE

- Formation des **chromosomes homologues**

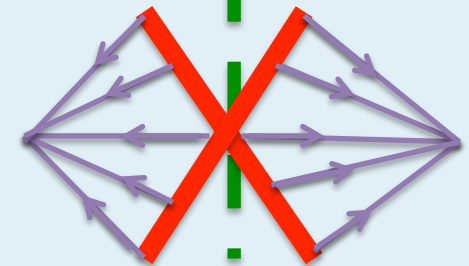
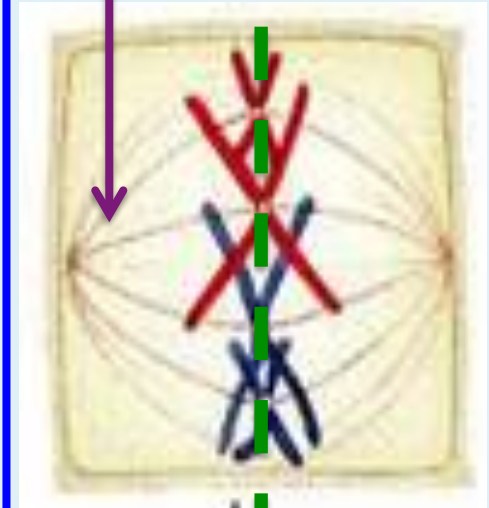


# ( VI. LA MITOSE )

## 2. METAPHASE

- Alignement des chromosomes sur la plaque équatoriale avec leurs centromères **PARRALELES** au **plan équatorial** ! (≠ en meiose!!)
- Attachement aux fuseaux de division
  - ✓ *Ps: ici chaque chromosome homologue se place sur la plaque équatoriale*

Fuseaux de division  
Plan équatorial

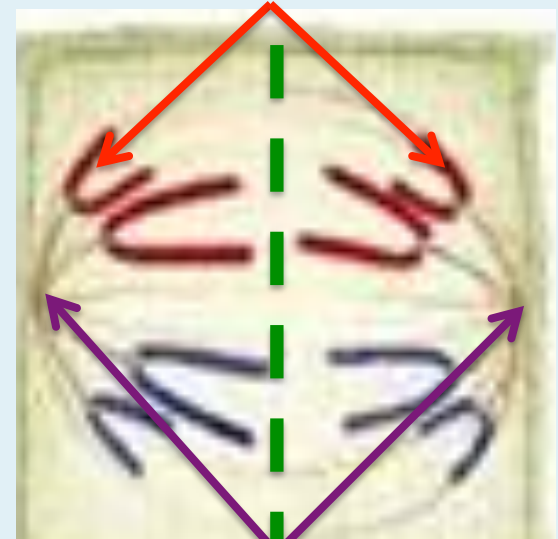


# ( VI. LA MITOSE )

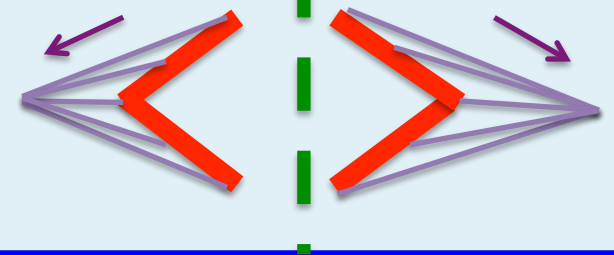
## 3. ANAPHASE

- Chaque **chromosome double** (à 2 chromatides) **se scinde** en deux **chromosomes simples** (à 1 chromatide)
  - ➔ le **centromère se coupe en deux** pour permettre la **séparation des deux chromatides soeurs**
- **Comment ??**  
Les fuseaux « tirent » sur les chromatides aux deux pôles de la cellule, c'est pour cela qu'une chromatide sera attirée à un pôle et l'autre vers l'autre pôle
- ✓ **Ps: de chaque côté du plan équatorial on a bien 1 chromatide de chaque chromosome homologue => conservation de la diploïdie**

2 chromatides séparés



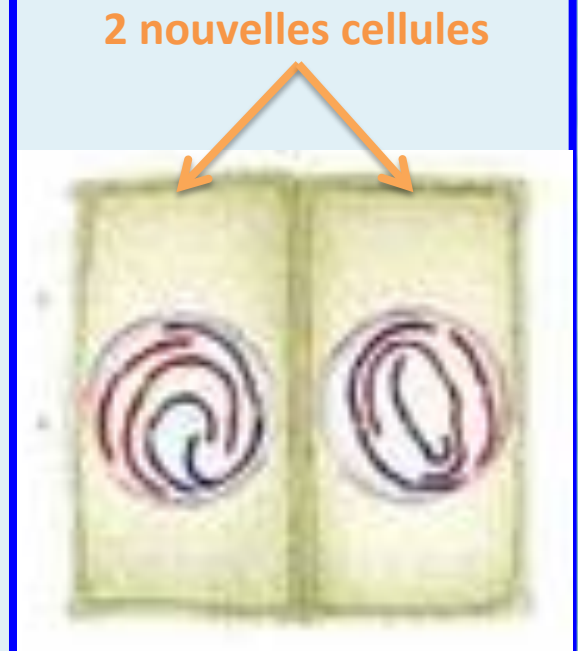
2 pôles de la cellule



# ( VI. LA MITOSE )

## 4. TÉLOPHASE

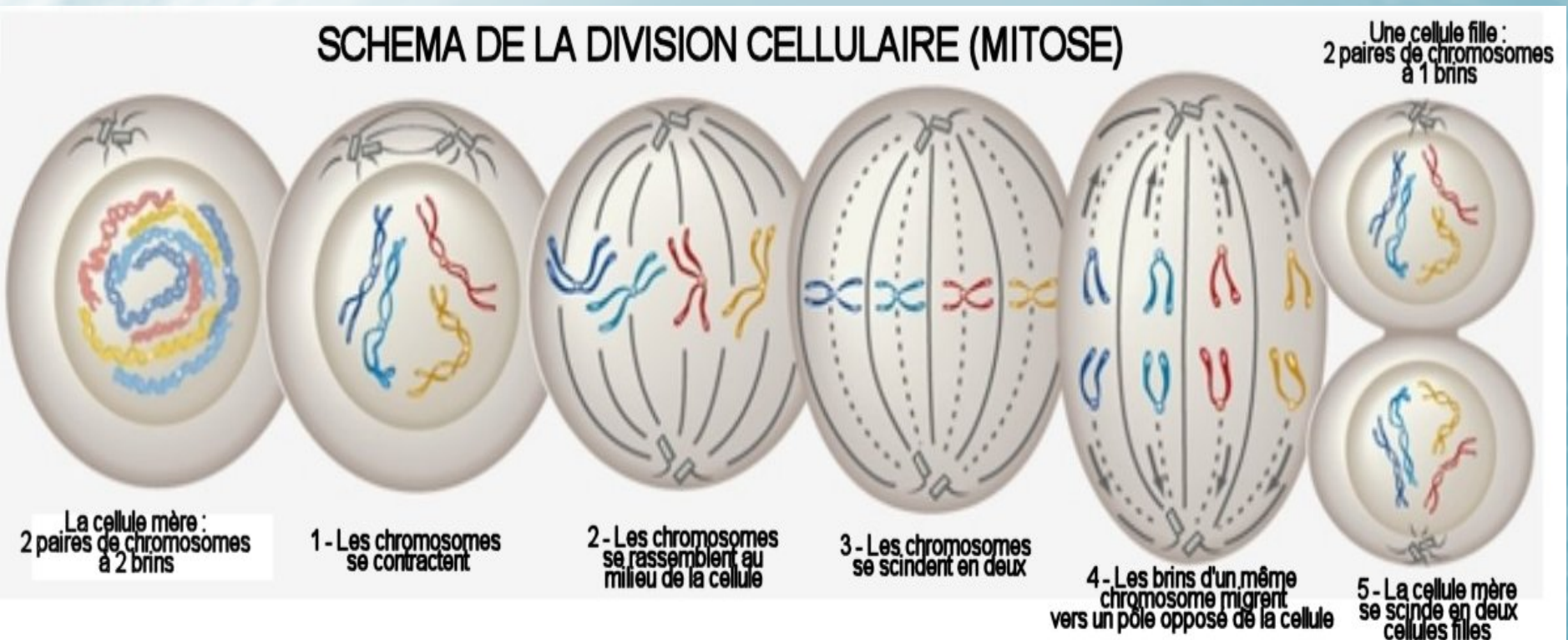
- Disparition des fuseaux de division
- Les **chromosomes** (à 1 chromatides) qui ont rejoint un pôle de la cellule commencent à **se décondenser**
- La membrane cellulaire se « referme » en formant **2 nouvelles cellules distinctes**
- Chaque nouvelle cellule **est identique à la cellule mère** mais ne contient **que des chromosomes simples** (tant que la réplication n'aura pas eu lieu)
  - ✓ *Ps: chacune des cellule fille est diploïde!*
  - ✓ *Chacune contient **les 2 chromosomes homologues** mais ils sont **simples** (à 1 chromatides)*
  - ✓ *Chaque cellule fille possède la même quantité d'ADN (**nADN**)*



# ( VI. LA MITOSE )

Durant TOUTE la mitose la DIPLOIDIE est CONSERVÉE !!!

→ on retrouve *toujours* les **23 paires** de K homologues donc les **46 chromosomes!**



# Ex de QCM

## Concernant la mitose, donner les vraies:

- A) En prophase, il y a attachement des chromosomes au fuseau de division
- B) En télophase, les chromosomes se décondensent
- C) En métaphase, il y a alignement des centromères, perpendiculairement au plan équatorial
- D) La mitose permet de passer d'une cellule diploïde à 2 cellules haploïdes
- E) Les propositions A, B, C, et D sont fausses

# Correction QCM

- Réponse: **B**

A) Faux, c'est en métaphase

C) Faux, en métaphase de mitose: alignement parallèle des centrosomes au plan équatorial !!

D) Non, ça c'est la méiose (que l'on va voir tout de suite)

# VII. LA MÉIOSE ET GAMÉTOGÉNÈSE

## 1) Généralités

Ne concerne **QUE les gamètes = cellules germinales = cellules sexuelles**

Il s'agit d'une **succession de DEUX divisions cellulaires** précédée **d'UNE SEULE réplication**

La méiose permet le passage:

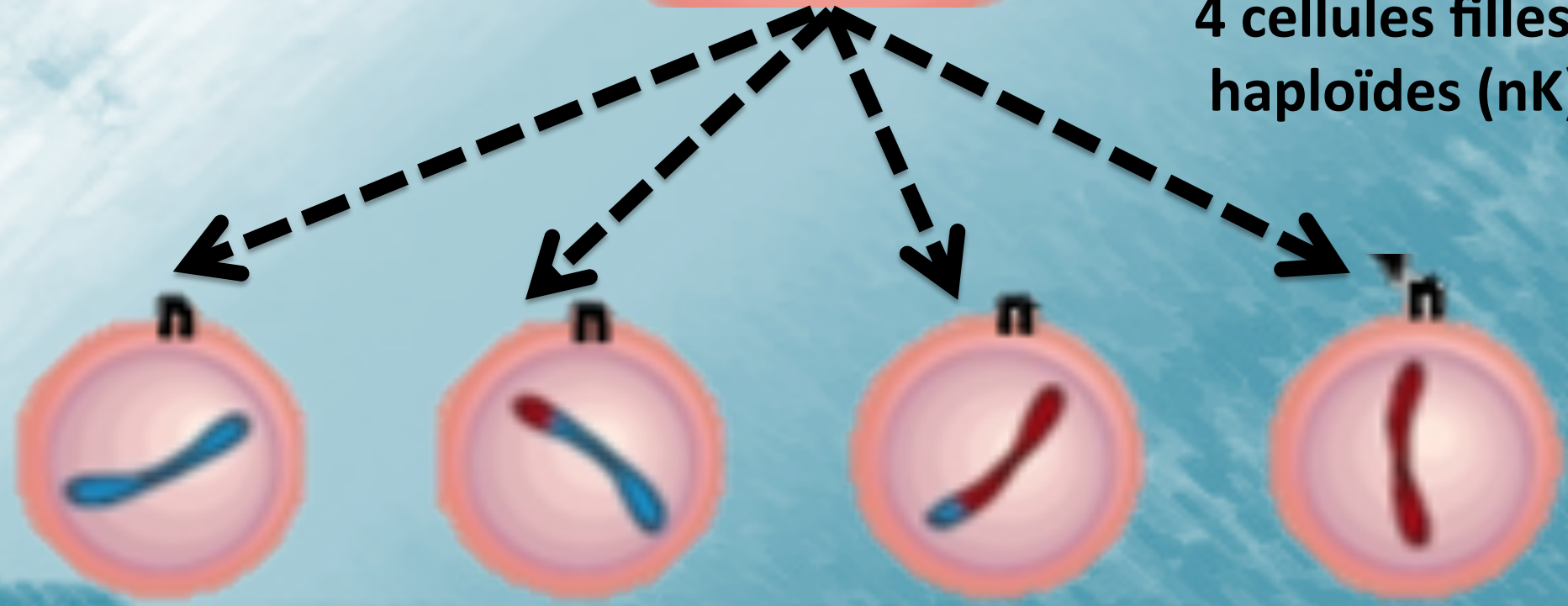
d' **UNE cellule DIPLOIDE** - - - - - → à **QUATRE cellules HAPLOIDES**

- |  |  |
|--|--|
| ✓ possédant <b>2 lots de chromosome</b>      | ✓ <b>1 seul lot</b>  |
| ✓ les <b>deux chromosomes homologues</b>     | ✓ possédant un <b>seul chromosome homologue</b>  |
| ✓ <b>23 paires</b> de chromosomes homologues | ✓ <b>pas de paire</b> de chromosome homologue mais <b>un seul exemplaire</b> de chaque |
| ✓ <b>2nK = 46 chromosomes</b>                | ✓ <b>nK = 23 chromosomes</b>   |

1 cellule mère  
diploïde ( $2nK$ )

$2N$

4 cellules filles  
haploïdes ( $nK$ )



# ( VII. LA MÉIOSE ET GAMÉTOGÉNÈSE )

## 1) Généralités

**LA DURÉE DE LA MEIOSE:** ( *Très important !!* )

❖ **Complète / continue dans la spermatogénèse**

→ Elle s'effectue SANS discontinuité

❖ **Incomplète / discontinue dans l'ovogénèse**

→ Il y a **2 blocages** lors de la méiose de l'ovocyte:

**1<sup>ère</sup>:** En **fin de prophase de méiose I** → prend **fin** lors de **l'ovulation**

**2<sup>ème</sup>:** En **métaphase de méiose II** → prend **fin** lors de la **fécondation**

La méiose est **l'étape clef** de la **gamétogénèse** qui elle se compose en **QUATRE étapes:**

✧ **MULTIPLICATION**

✧ **CROISSANCE**

✧ **MATURATION NUCLÉAIRE = MEIOSE**

✧ **MATURATION CYTOPLASMIQUE = DIFFÉRENCIATION**

➤ Ces quatre étapes se retrouvent dans la spermatogénèse et l'ovogénèse **MAIS**  
**leur proportion et leur importance varie !**

## Tableau de comparaison entre la spermatogénèse et l'ovogénèse:

(Tableau HYPER important, à connaître PAR CŒUR !!)

	SPERMATOGÉNÈSE	OVOGÉNÈSE
MULTIPLICATION	<p><b><u>Importante:</u></b> Capacité maintenue presque tout au long de la vie (<i>certaines hommes peuvent faire des enfants jusqu'à 80 ans</i>)</p>	<p><b><u>Faible:</u></b> Elle est vite perdue chez la femme (<i>au 7<sup>ème</sup> mois de grossesse</i>)</p>
CROISSANCE	<p><b><u>Très faible:</u></b> Elle ne concerne que les cellules pré-méiotiques</p>	<p><b><u>Très important:</u></b> L'ovule est la plus grosse cellule de l'organisme féminin</p>
MÉIOSE	<p><b><u>Complète, continue, rapide</u></b></p>	<p><b><u>Incomplète, discontinue, longue</u></b></p>
DIFFÉRENCIATION	<p>La différenciation n'est <b><u>pas finie</u></b> lorsque la méiose est terminée, il s'en suit une étape qui va permettre de passer d'une cellule ronde (<i>spermatide</i>) au spermatozoïde (<i>cellule la plus différenciée de l'organisme</i>) → la <b><u>spermiogénèse</u></b></p>	<p><b><u>Il n'y en a pas!!</u></b> L'ovocyte II qui est bloqué en métaphase II n'atteint pas le stade de différenciation car quand il reprend sa méiose il se transforme directement en zygote (<i>avec la fécondation</i>)</p>

# ( VII. LA MÉIOSE ET GAMÉTOGÉNÈSE )

## 1) Généralités

- La méiose débute sur des cellules souches sexuelles / les gonocytes:
  - Spermatogonies
  - Ovogonies
  
- Ces gonocytes sont capables de:
  - se **diviser** par **mitose** pour *perpétuer la lignée* (remarque: les ovogonies ne font plus de mitoses une fois le stock formé à 7 mois intra-utérin)
  - OU d'entrer en **méiose** pour *commencer la gamétogénèse*.

## Multiplication

## Croissance

## Méiose

## Différenciation

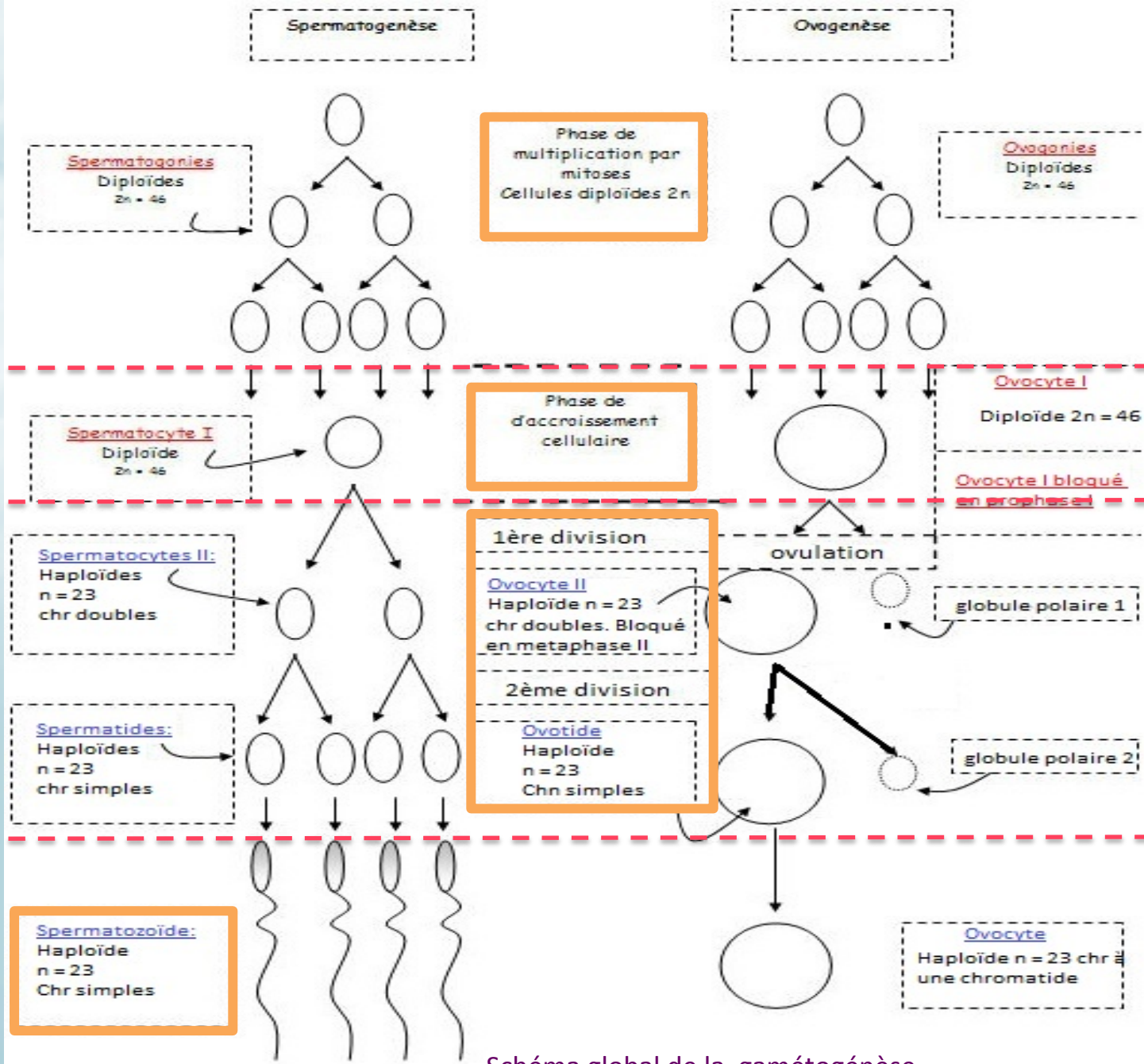


Schéma global de la gamétogenèse

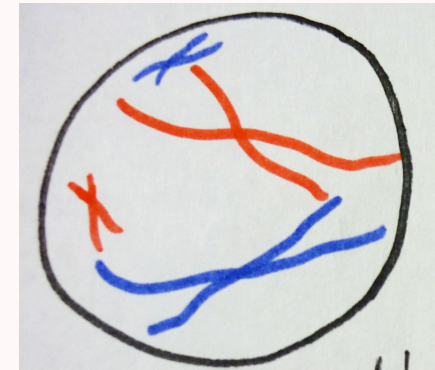
# VII. LA MÉIOSE ET GAMÉTOGÉNÈSE

## 1) La première division méiotique

- C'est **au terme de cette première division** méiotique que l'on obtient des cellules **haploïdes**
- Une de ses particularités est que sa **PROPHASE est très longue et compte 5 stades distincts** (donc différent la prophase mitotique qui est courte et sans particularités)

### 1. PROPHASE I STADE LEPTOTÈNE

- Les brins d'ADN **s'affinent**
- Il y a formation de **filaments chromatiques**
- La cellule est **diploïde (2nK)**
- Elle possède des **chromosomes doubles à deux chromatide (2nADN)**



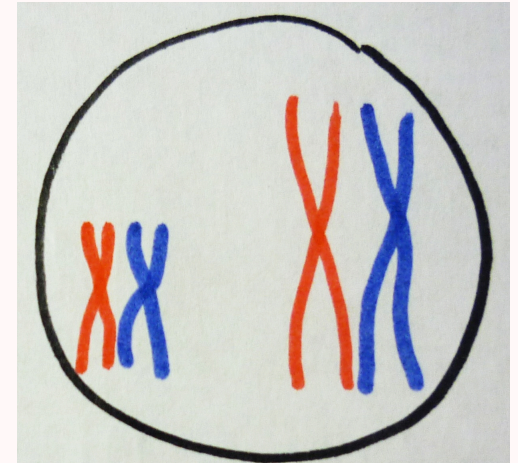
# ( VII. LA MÉIOSE ET GAMÉTOGÉNÈSE )

## 1) La première division méiotique

### STADE ZYGOTÈNE

- Les **chromosomes homologues s'apparient**

=> *Mnémono: penser à zygote = par 2*

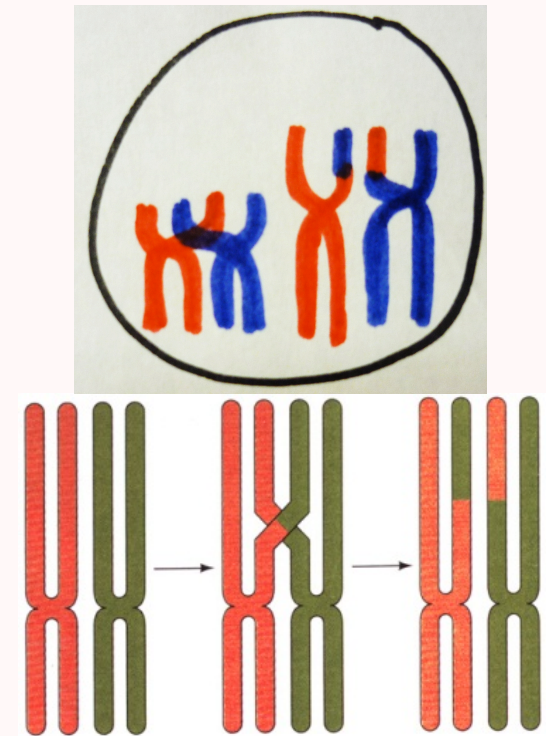


# ( VII. LA MÉIOSE ET GAMÉTOGÉNÈSE )

## 1) La première division méiotique

### STADE PACHYTÈNE

- Les **chromosomes s'épaississent**  
=> *Mnémo: gros = pachyderme*
- Il y a formation de **chiasma\*** avec **Crossing Over\***
  - ✓ **Chiasma:**
    - **enjambement** de portions chromatiques
  - ✓ **Crossing Over:**
    - **recombinaisons méiotiques**
    - **enjambement** de zones homologues (chiasma) + **échanges** de brins de chromatides entre 2 chromosomes homologues

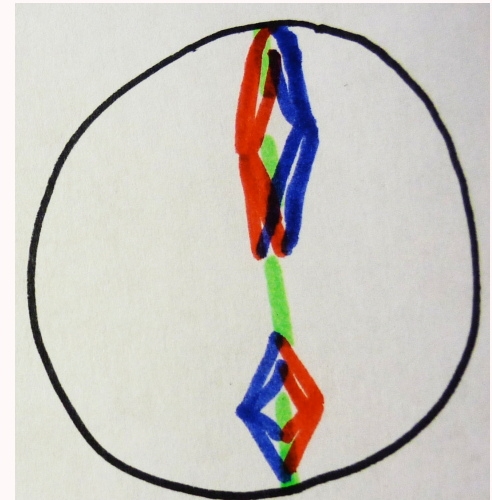


# ( VII. LA MÉIOSE ET GAMÉTOGÉNÈSE )

## 1) La première division méiotique

### STADE DIPLÔTÈNE

- Les chromosomes homologues **s'éloignent l'un de l'autre** mais **se retiennent par leur extrémités (télomères)**
- Les chiasmas sont toujours visibles

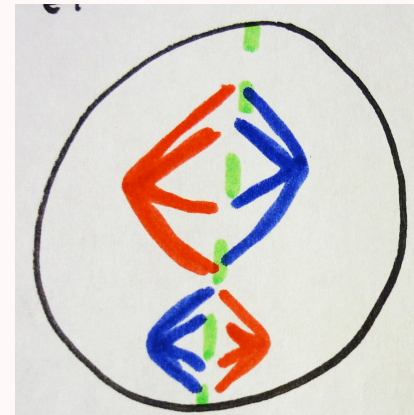


# ( VII. LA MÉIOSE ET GAMÉTOGÉNÈSE )

## 1) La première division méiotique

### STADE DIACINÈSE

- Les **chromosomes migrent vers le pôles** de la cellule
- Les chiasmas se terminent



=> Mnémo général: Le zygot a payé ses diplômes avec des diamants ou lézypadidi

# ( VII. LA MÉIOSE ET GAMÉTOGÉNÈSE )

## 1) La première division méiotique

### 2. METAPHASE I

- **Identique à une mitose SAUF** que lorsque les chromosomes rejoignent la plaque équatoriale, leurs **centromères s'alignent perpendiculairement** sur la plaque équatoriale *(et non parallèlement comme en mitose)*.



### 3. ANAPHASE I

- Chaque chromosome homologue est attiré vers un pôle de la cellule
- Les paires de chromosome homologues sont séparées
- Le centromère de chaque chromosome reste unique, il ne se clive pas

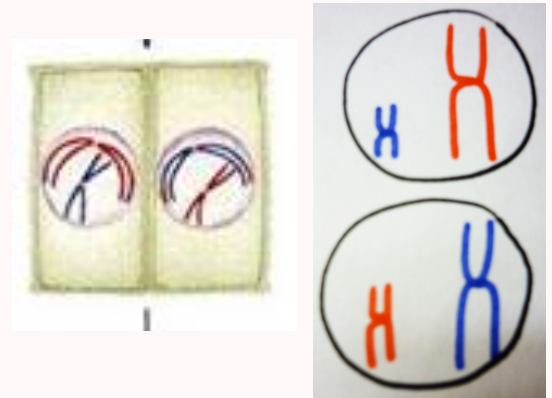


# ( VII. LA MÉIOSE ET GAMÉTOGÉNÈSE )

## 1) La première division méiotique

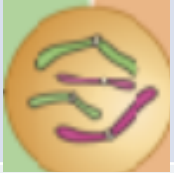
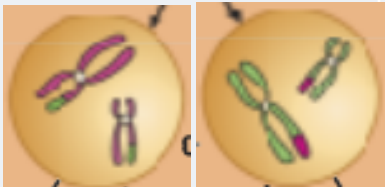
### 4. TÉLOPHASE I

- Il y a reformation de **deux cellules distinctes**
- Chaque cellule fille possède **1 chromosome homologue double, à 2 chromatide ( $nK / 2nADN$ )** de chaque paire
- Elle sont **haploïdes** et ont donc **23 chromosomes** chacunes



# ( VII. LA MÉIOSE ET GAMÉTOGÉNÈSE )

## 1) La première division méiotique

1 <sup>ère</sup> division	CHROMOSOME = K	CHROMATIDE = ADN
<b>Début PROPHASE</b> 	<b>Une</b> cellule à <b>46 chromosomes</b> (23 paires de chromosomes homologues) <b>diploïde</b> <b>→ 2nK</b>	Les chromosomes de chaque paire sont <b>simples</b> Ils possèdent <b>1 chromatide</b> <b>→ 2n ADN</b>
<b>Fin TÉLOPHASE</b> 	<b>Deux</b> cellules de <b>23 chromosomes</b> chacune (un de chaque paire) <b>haploïdes</b> <b>→ nK</b>	Ces chromosomes sont <b>doubles</b> Ils possèdent donc <b>2 chromatides</b> <b>→ 2n ADN</b>
<b>EN RÉSUMÉ</b>	<p style="text-align: center;"><b>2nK → nK</b></p> On <b>DIVISE</b> le nombre de chromosomes (diploïde => haploïde) <b>✓ RÉDUCTIONNELLE en chromosome</b>	<p style="text-align: center;"><b>2n ADN → 2n ADN</b></p> On reste en <b>MÊME QUANTITÉ</b> en qualité <b>d'ADN</b> (de nombre de chromatides) <b>✓ EQUATIONNELLE en ADN</b>

# VII. LA MÉIOSE ET GAMÉTOGÉNÈSE

## 2) La deuxième division méiotique

- Elle est **semblable à une mitose**
- Mais il n'y a **PAS EU DE RÉPLICATION AVANT !!!!** :
  - ✧ *C'est-à-dire que à la fin de la 1ere division on avait une cellule haploïde avec des chromosomes doubles et qu'on commence notre 2<sup>ème</sup> division directement avec ces mêmes chromosomes doubles, sans que de nouvelles chromatides aient apparues (pas de réplication ou augmentation de l'ADN)*

### 1. PROPHASE II

- On part d'une cellule **haploïde** (23 chromosomes / sans aucune paire)
- Ce sont des **chromosomes doubles** (2 chromatides)

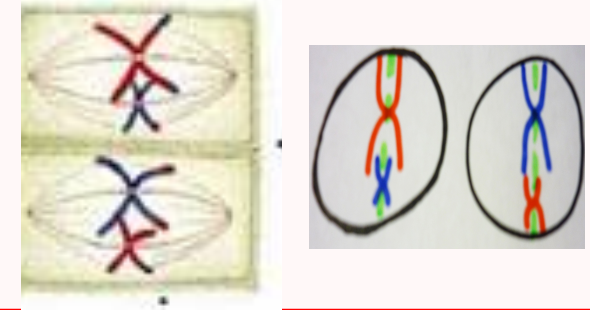


# ( VII. LA MÉIOSE ET GAMÉTOGÉNÈSE )

## 2) La deuxième division méiotique

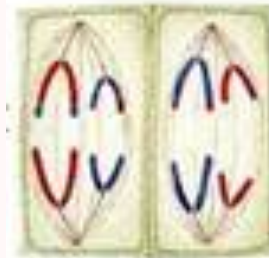
### 2. MÉTAPHASE II

- Chaque chromosome se place (*parallèlement comme en mitose*) sur la plaque équatoriale



### 3. ANAPHASE II

- Les fuseaux de division **séparent les 2 chromatides sœurs de chaque chromosome**



# ( VII. LA MÉIOSE ET GAMÉTOGÉNÈSE )

## 2) La deuxième division méiotique

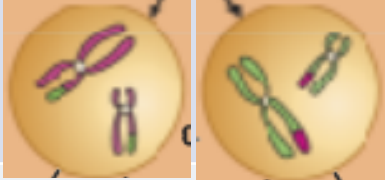
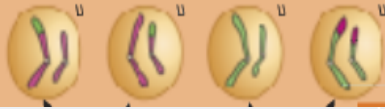
### 4. TÉLOPHASE II

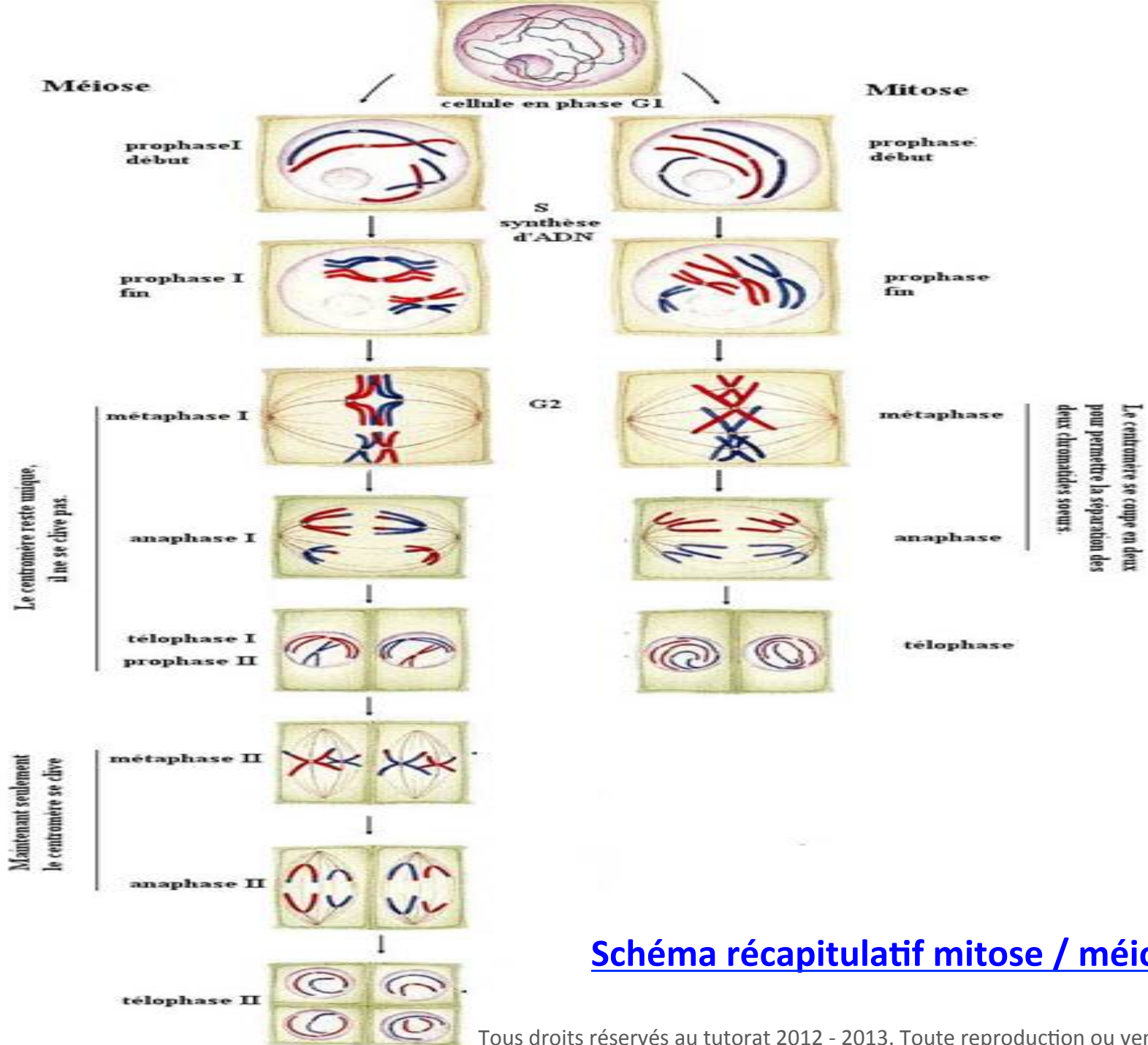
- On obtient **4 cellules HAPLOIDES**
- **Chacune d'entre elle possède 1 chromosome de chaque paire**
- Ces **chromosomes** sont **simples** (*1 chromatide*)



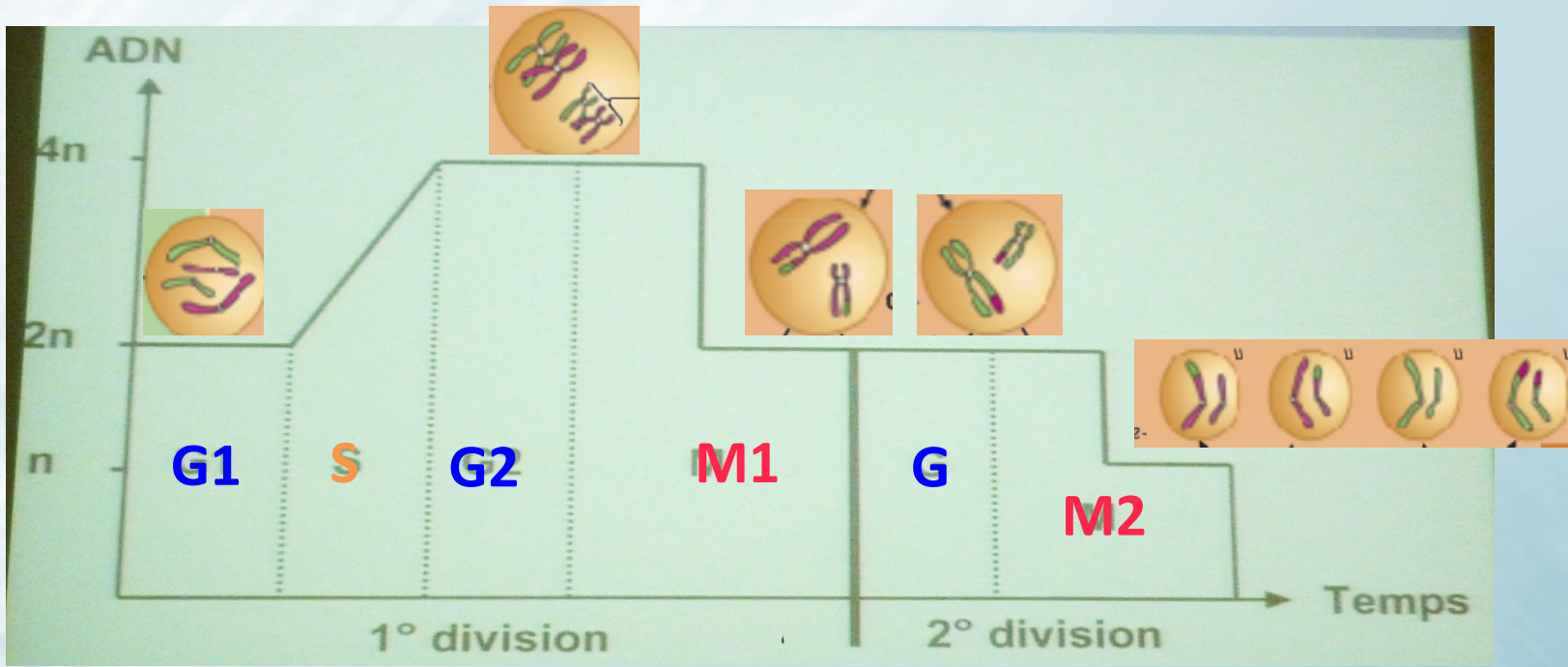
# ( VII. LA MÉIOSE ET GAMÉTOGÉNÈSE )

## 2) La deuxième division méiotique

2 <sup>ème</sup> division	CHROMOSOME = K	CHROMATIDE = ADN
<b>Début PROPHASE</b> 	<b>Deux</b> cellules de <b>23 chromosomes</b> chacune (un de chaque paire) <b>haploïdes</b> <b>→ nK</b>	Ces chromosomes sont <b>doubles</b> Ils possèdent donc <b>2 chromatides</b> <b>→ 2n ADN</b>
<b>Fin TÉLOPHASE</b> 	<b>Quatre</b> cellules de <b>23 chromosomes</b> chacune (un de chaque paire) <b>haploïdes</b> <b>→ nK</b>	Ces chromosomes sont <b>simples</b> Ils possèdent donc <b>1 chromatide</b> <b>→ n ADN</b>
<b>EN RÉSUMÉ</b>	<b>nK → nK</b> On <u>garde le même nombre</u> de chromosomes (la cellule reste haploïde) <b>✓ ÉQUATIONNELLE en chromosome</b>	<b>2n ADN → n ADN</b> On <u>divise par deux</u> la quantité d'ADN (on passe de K doubles à simple) <b>✓ RÉDUCTIONNELLE en ADN</b>



# La variation de quantité d'ADN au cours de la méiose: (Très important !!!)



- ✧ **G1:** Commencement du cycle cellulaire  $\left\{ \begin{array}{l} 2nK \\ 2nADN \end{array} \right.$
- ✧ **S:** **Réplication** de l'ADN:  $\left\{ \begin{array}{l} 2nK \rightarrow 2nK \\ K \text{ simples: } 1 \text{ chromatide } (2nADN) \rightarrow K \text{ doubles: } 2 \text{ chromatides } (4nADN) \end{array} \right.$
- ✧ **G2:** Phase de **croissance**
- ✧ **M1:** **Première division** de méiose:  $\left\{ \begin{array}{l} 2nK \rightarrow nK \\ 2nADN \rightarrow 2nADN \end{array} \right.$  Réductionnelle en K  
Equationnelle en ADN
- ✧ **S:** **PAS** de **Réplication** !!!
- ✧ **G:** Phase de **croissance**
- ✧ **M2:** **Deuxième division** de méiose:  $\left\{ \begin{array}{l} nK \rightarrow nK \\ 2nADN \rightarrow nADN \end{array} \right.$  Equationnelle en K  
Réductionnelle en ADN

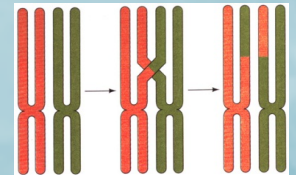
# VII. LA MÉIOSE ET GAMÉTOGÉNÈSE

## 4) Brassage génétique lors de la méiose

➤ Ce brassage génétique, qui permet la création d'individus différents de ses parents repose sur DEUX événements très important de la méiose:

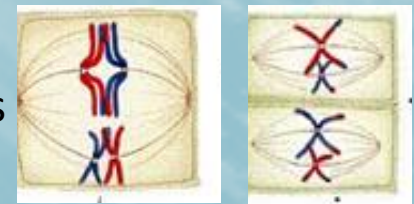
✧ **Les recombinaisons méiotique (chiasma / crossing over) au cours de la première division méiotique**

➔ Elles permettent une variation importante des cellules filles à partir de la même cellule mère car elles porteront une information différentes du fait des recombinaisons.



✧ **La répartition aléatoire des chromosomes ou chromatides lors des métaphases I et II**

➔ En effet les chromosomes ou chromatides migrent vers un pôle ou l'autre de façon aléatoire



✧ On peut en rajouter un troisième: **lors de la formation des gamètes, la répartition aléatoire des chromosomes sexuels (soit X ou Y) dans le sexe masculin au cours de la spermatogénèse**

➔ Spermatozoïde X ou Y

# Ex de QCM

**La spermatogénèse et l'ovogénèse sont des processus qui possèdent en commun certaines caractéristiques parmi celles proposées, lesquelles ?**

- A) La durée
- B) Le potentiel de multiplication des cellules souches maintenu tout au long de la période d'activité génitale
- C) Le rendement
- D) L'obtention de gamètes haploïdes
- E) La possibilité de permettre des recombinaisons génétiques au cours de la méiose

*Ceci est un vieux QCM des annales, mais vous verrez que c'est le genre de question qui revient tout le temps.*

# Correction QCM

- Réponse: **DE**
- A) Faux, la spermatogénèse est rapide, l'ovogénèse très longue
- B) Faux, l'homme peut produire des spz quasi toute sa vie, la femme a un stock d'ovule prédéfini avant même sa naissance
- C) Faux, le rendement est beaucoup plus important pour la spermatogénèse (4 spermatozoïdes produits mais seulement 1 ovocyte)

*Ceci est l'ancien système de QCM, vous aurez maintenant systématiquement en proposition E « les propositions A, B, C et D sont fausses »*

**VOILÀ L'EMBRYO / BDR C'EST FINI**

...

**POUR L'INSTANT ;)**

**MERCI DE NOUS AVOIR ÉCOUTÉ**

**NOUS VOUS SOUHAITONS BON COURAGE**

**!! EN CAS DE BESOIN LAISSEZ NOUS UN  
MESSAGE SUR LE FORUM !!**

**→ [carabinsnicois.fr](http://carabinsnicois.fr)**