

# **Cycle cellulaire-mitose-méiose**

**Dr L. BOUGRINA laboratoire de biologie cellulaire CPMC**

**Dr Y.BOUDIAF laboratoire de biologie cellulaire CHU**

**Nefissa HAMOUD ex PARNET.**

**Dr L.HATEM laboratoire de biologie cellulaire .CPMC.**

# **I - Cycle cellulaire**

**1- Définition**

**2- les phases du cycle cellulaire**

# **I – Le cycle cellulaire**

## **1- Définition**

- Le cycle cellulaire constitue l'ensemble des modifications qu'une cellule subit entre sa formation par division d'une cellule mère et le moment où cette cellule a fini de se diviser par mitose en 2 cellules filles.**
- Les principaux processus du cycle cellulaires tel que la réplication de l'ADN ,la division cellulaire ou mitose et la cytotédiérese sont déclenchés grâce a des signaux ou facteurs de nature biochimique**

## 2-les phases du cycle cellulaire

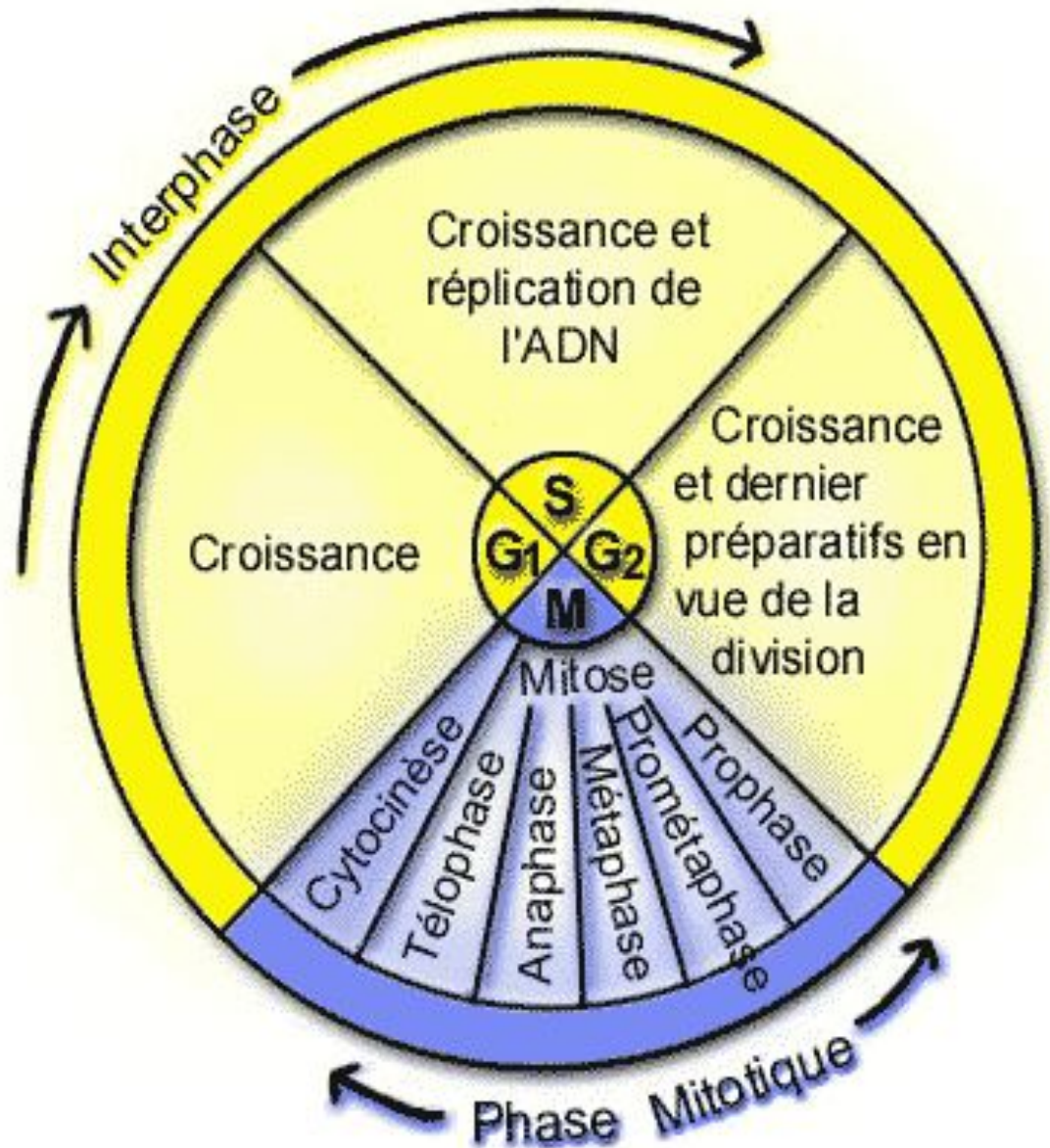
Il comprend 4 phases consécutives:

**-Gap(G)1** (durée variable de 5 a 10h en moyenne),

**-S** (durée relativement stable De 6 a 8h )

**-G2** (durée courte de 4 a 5h), peut être raccourcie ou annulée.

**-M** (mitose)



# L'interphase

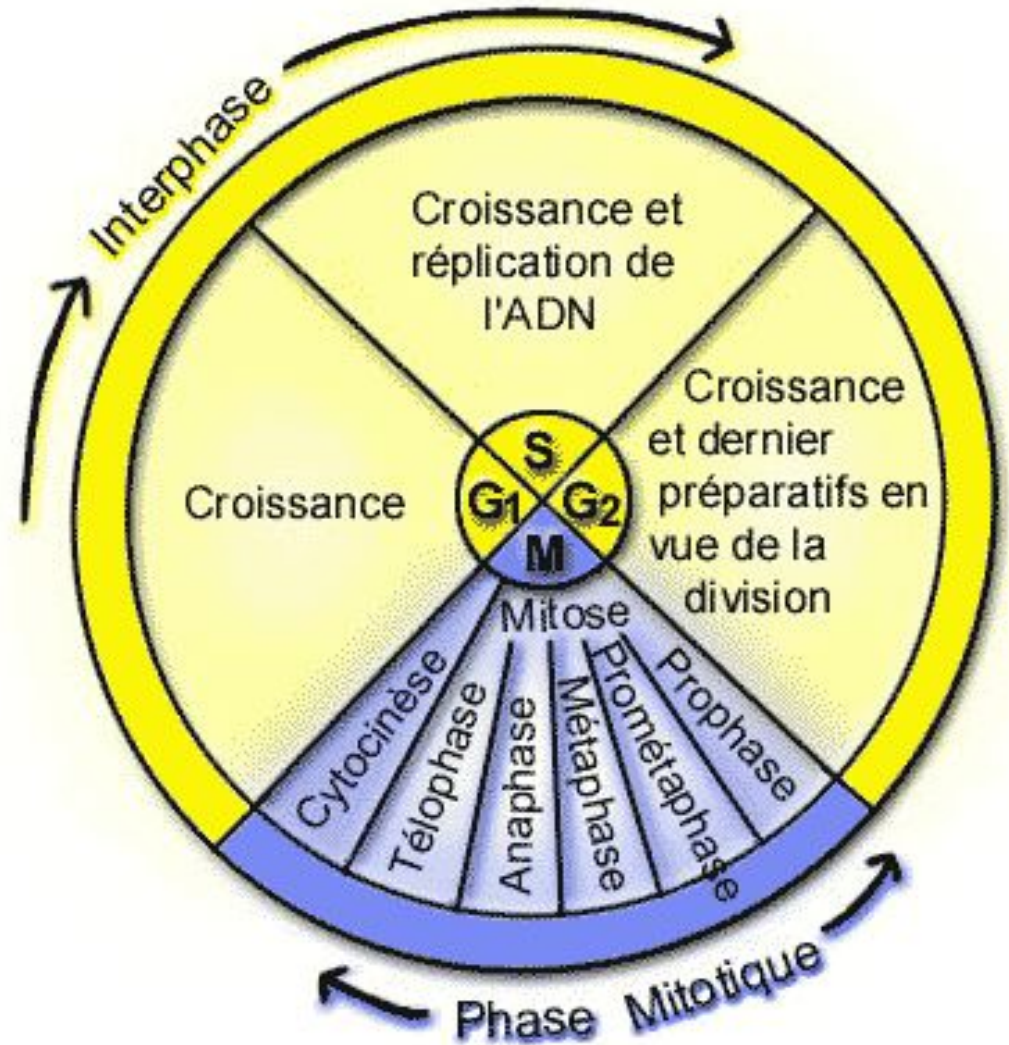
- est La partie du cycle située entre 2 mitoses.

-Elle se définit comme étant la période de préparation Comprise entre la fin d'une division cellulaire et le début de la division suivante.

-durant cette interphase le noyau est mécaniquement Inactif avec des activités de synthèse très augmentées.

- classiquement l'interphase est subdivisée en 3 phases:

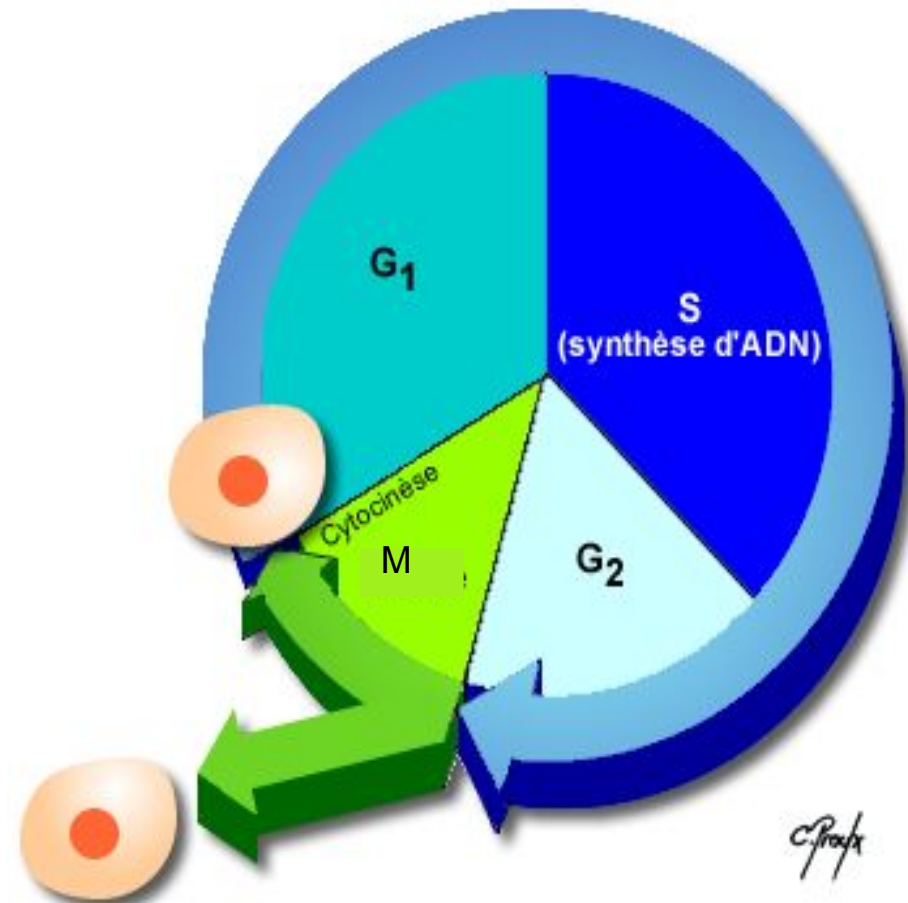
□ **G1-S-G2**



# Interphase

**C'est pendant cette phase qu'aura lieu :**

- un accroissement du volume cellulaire
- La respiration cellulaire
- la synthèse protéique
- la réplication de l'ADN
- la synthèse de nouveaux organites



G1 = Gap 1

S = Synthèse de l'ADN

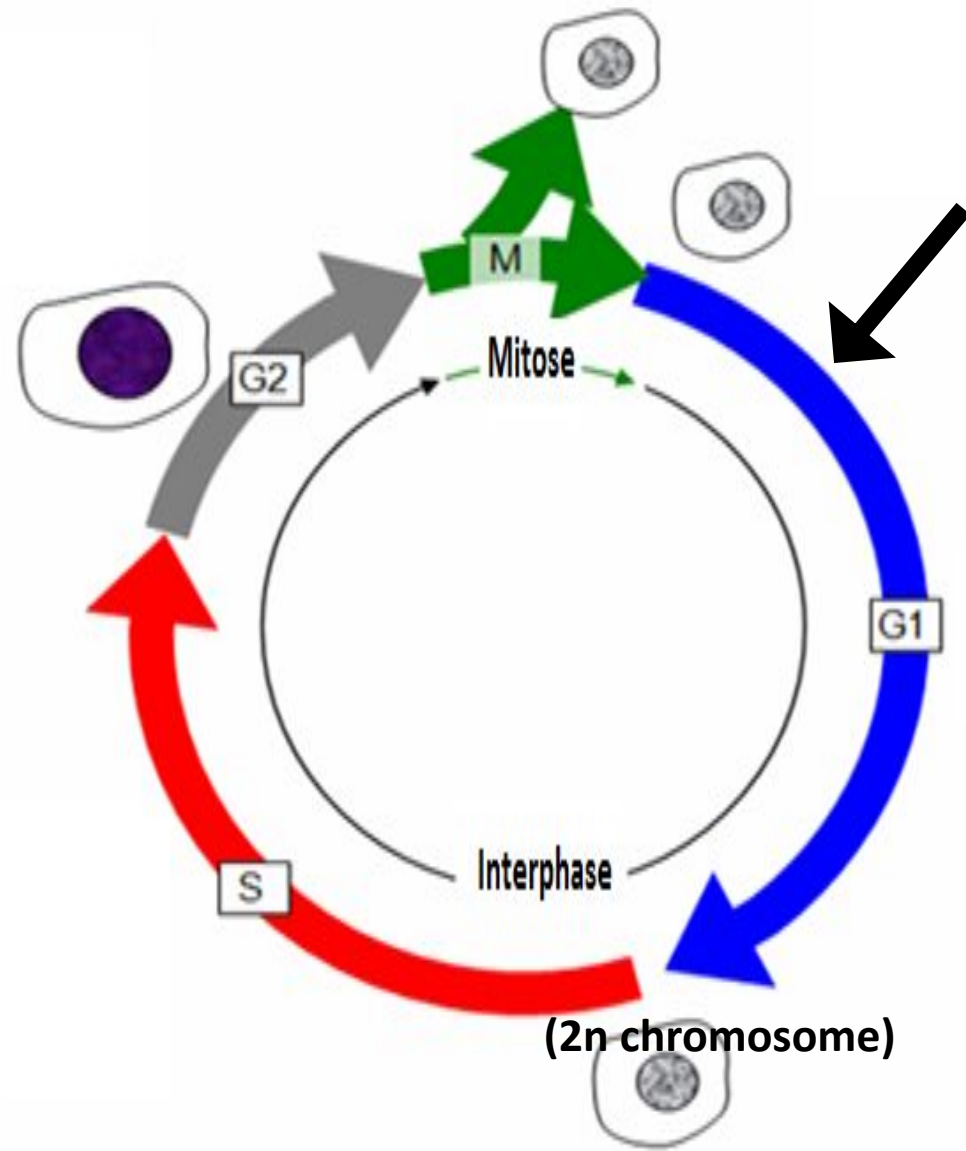
G2 = Gap 2

M = Mitose



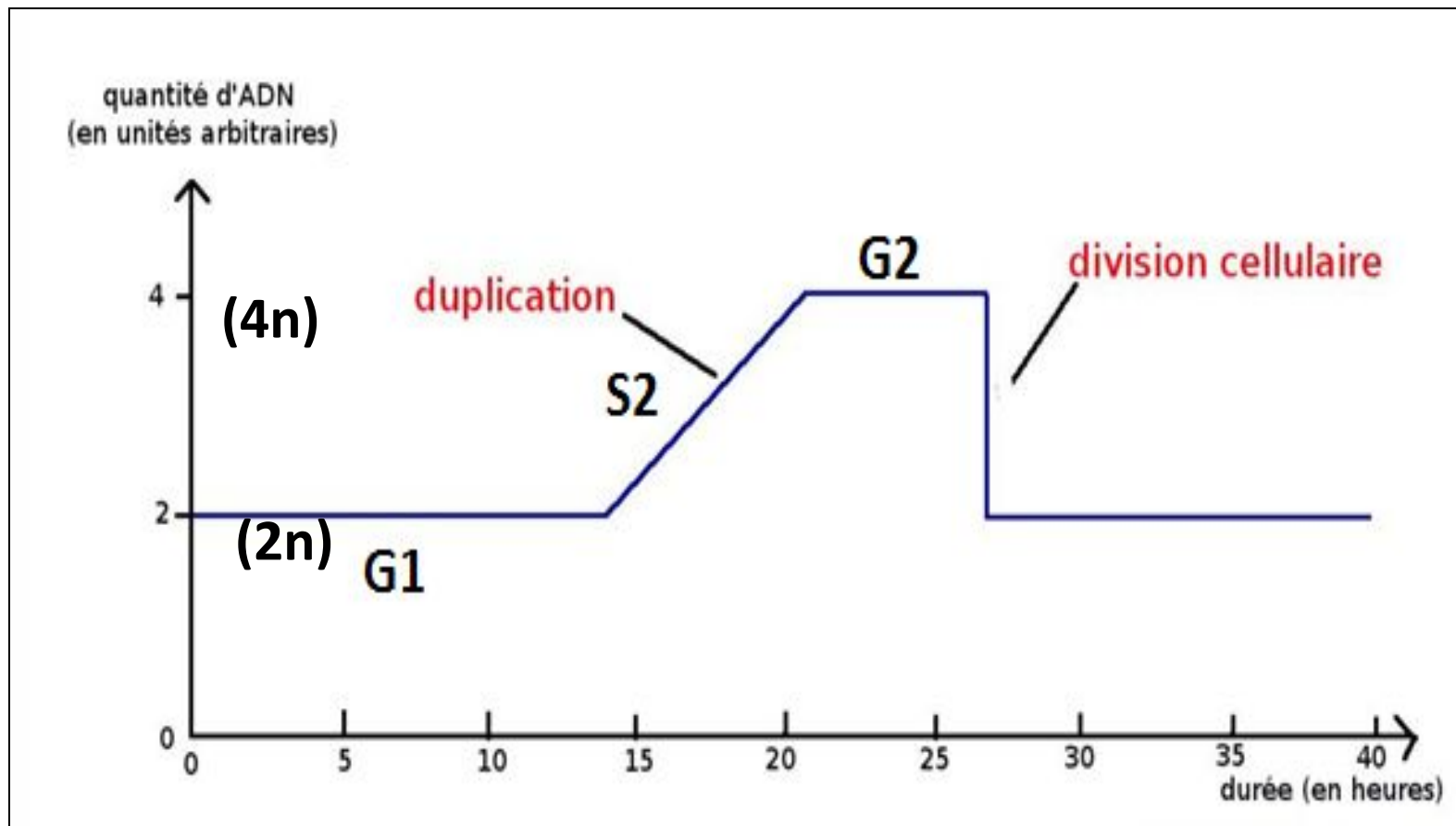
# 1- La phase G1:

- C'est une phase dite de pré-synthèse ou de préduplication.
- pas de synthèse d'ADN.
- C'est la phase de croissance cytoplasmique avec reconstitution du stock de protoplasme et d'organites  
donc synthèse d'ARN et de protéines.



## 2- La phase S.

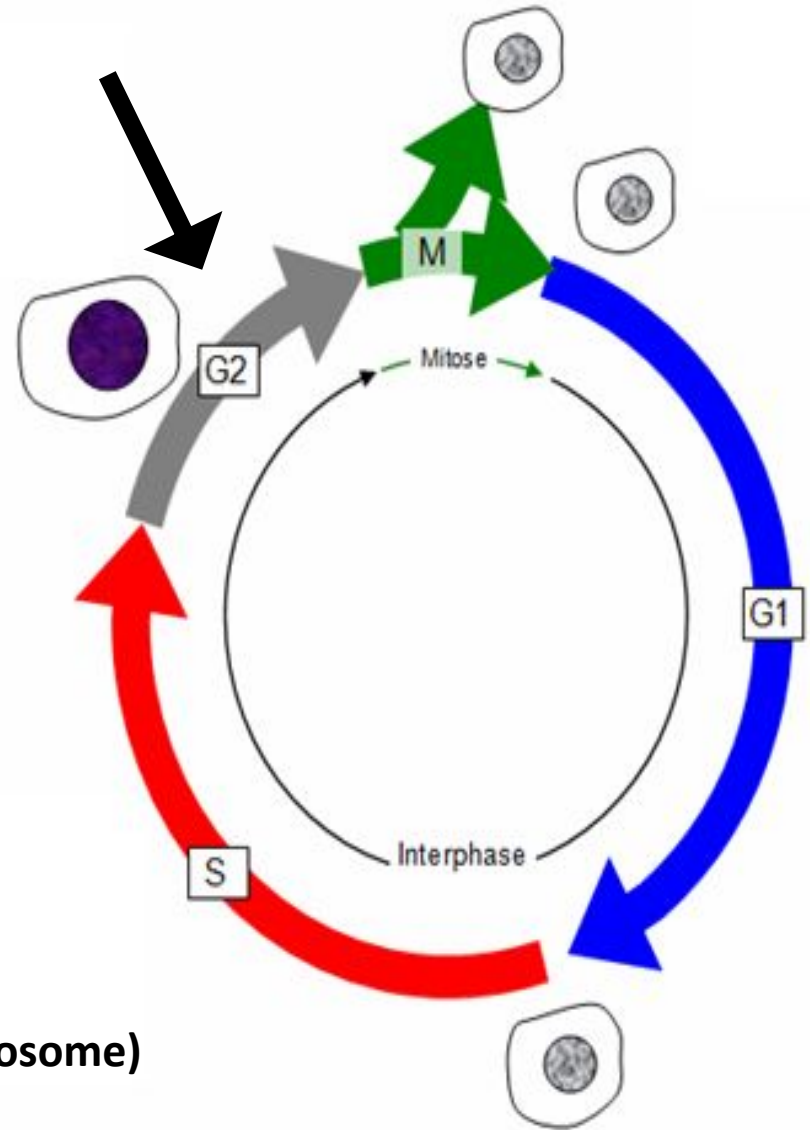
- la phase de duplication de l'ADN dont la quantité passe de  $2n$  à  $4n$ .
- La cellule mère fait une copie de tous les chromosomes avant de se diviser. Cette duplication est appelée la **réplication de l'ADN**.



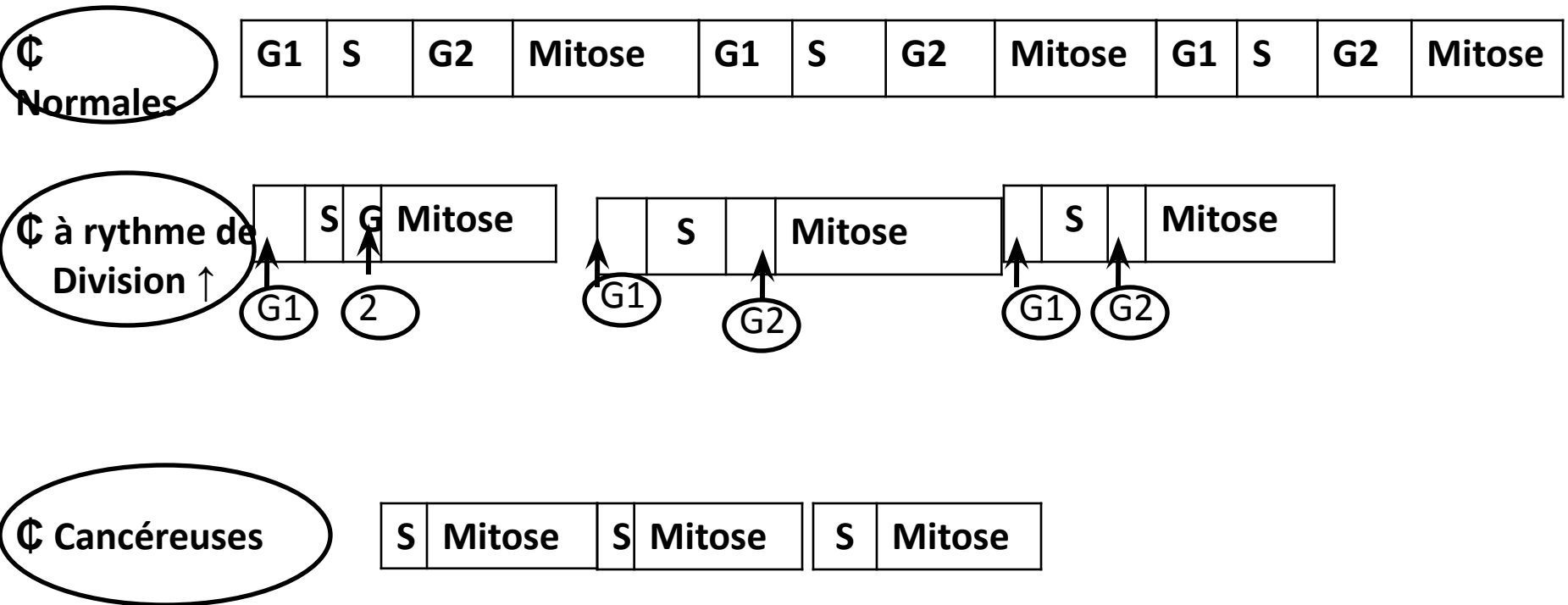


### 3- La phase G2:

- C'est une phase de repos post synthétique
- Cette phase constitue un espace de sécurité permettant à la cellule de vérifier que tout est prêt pour l'entrée en mitose.



□ Le diagramme suivant fait un parallèle entre le cycle cellulaire de cellules normales et celui des cellules à rythme de division augmentés (cellules embryonnaires) et des cellules cancéreuses.



# **II- La mitose**

**1- définition de la mitose**

**2-les étapes de la mitose**

**3 -Son importance**

# **II- La mitose**

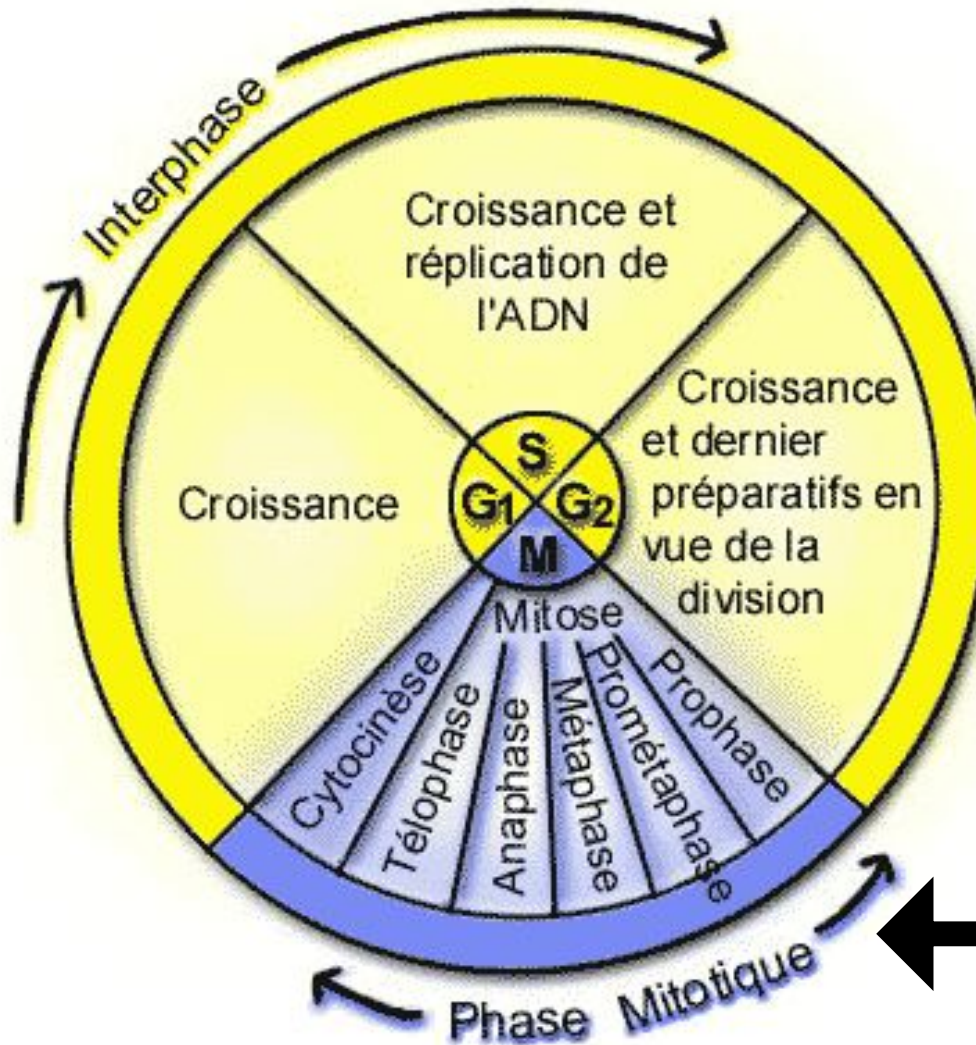
## **1- définition:**

**-Est un processus de division cellulaire qui permet d'obtenir a partir d' une cellule mère; deux cellules filles strictement identiques génétiquement.**

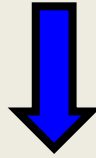
**La mitose s'observe surtout au niveau des cellules somatiques**

**-Elle permet de conserver l' information génétique et assure aussi la prolifération cellulaire**

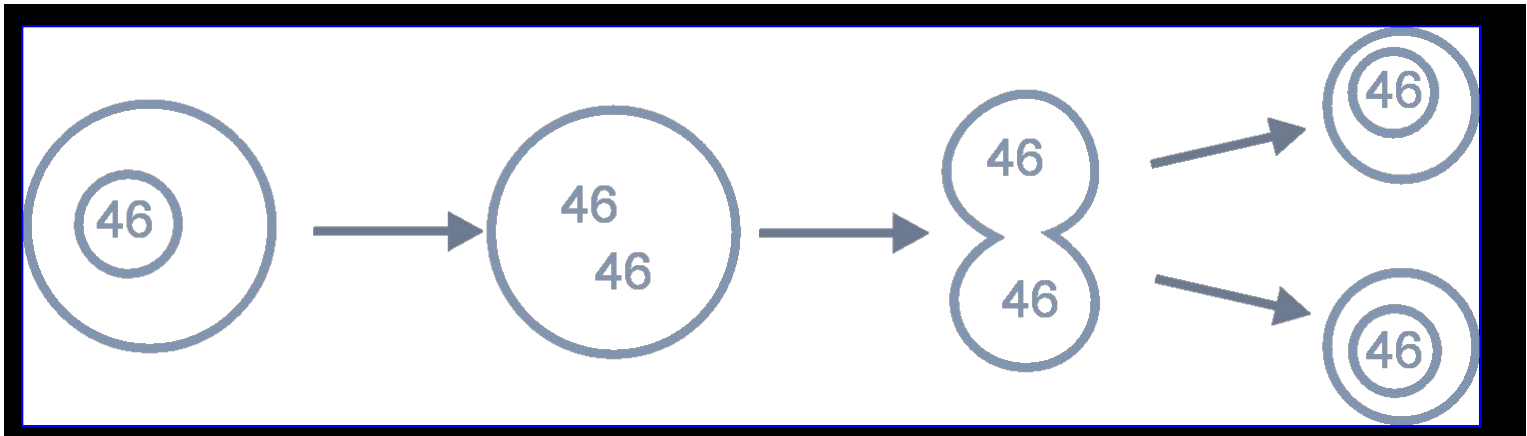
# La mitose



Une cellule



Deux cellules identiques





## **2-Les étapes de la mitose**

- **Il y a 4 étapes principales qui ont toujours lieu dans le même ordre.**
  - 1. Prophase**
  - 2. Metaphase**
  - 3. Anaphase**
  - 4. Télophase**

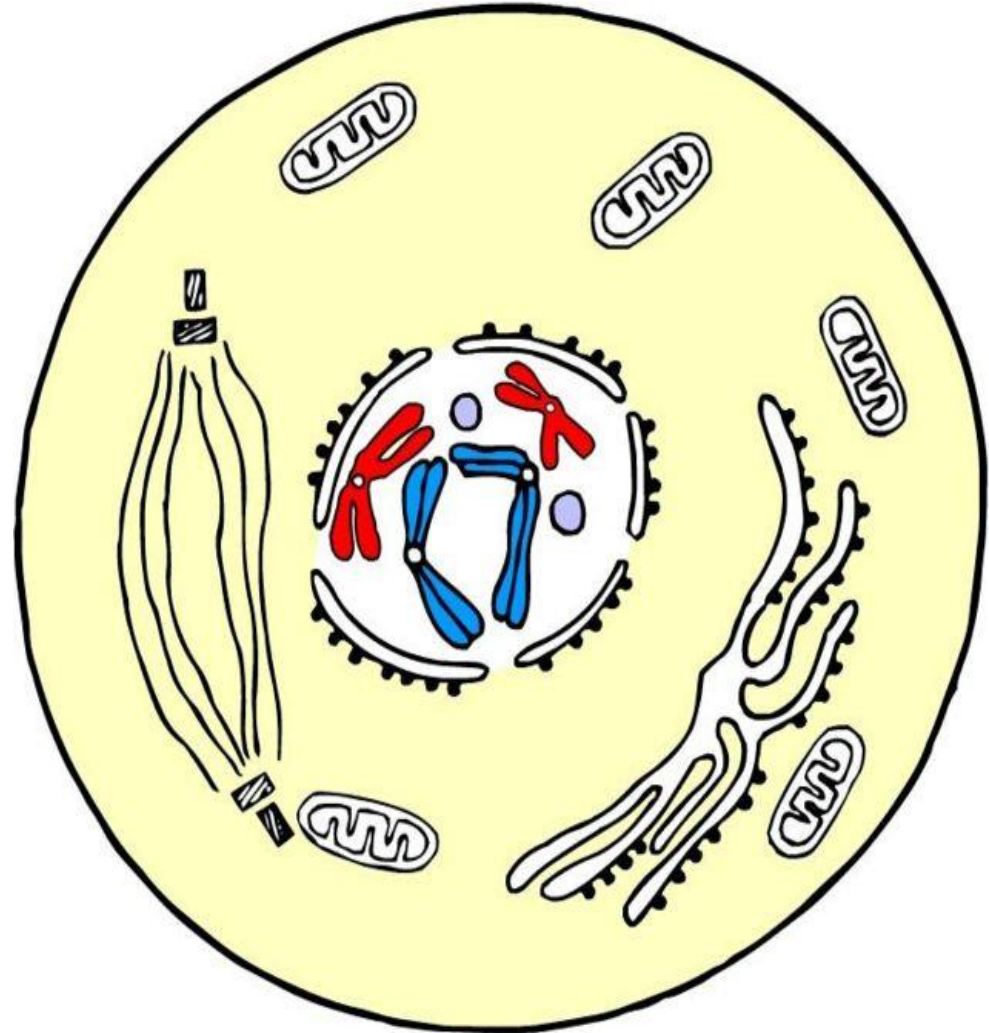
# **1-la prophase 1 à plusieurs heures**

**-L' enveloppe nucléaire s' estompe et la chromatine commence a se condenser sous forme de filaments plus ou moins épais**

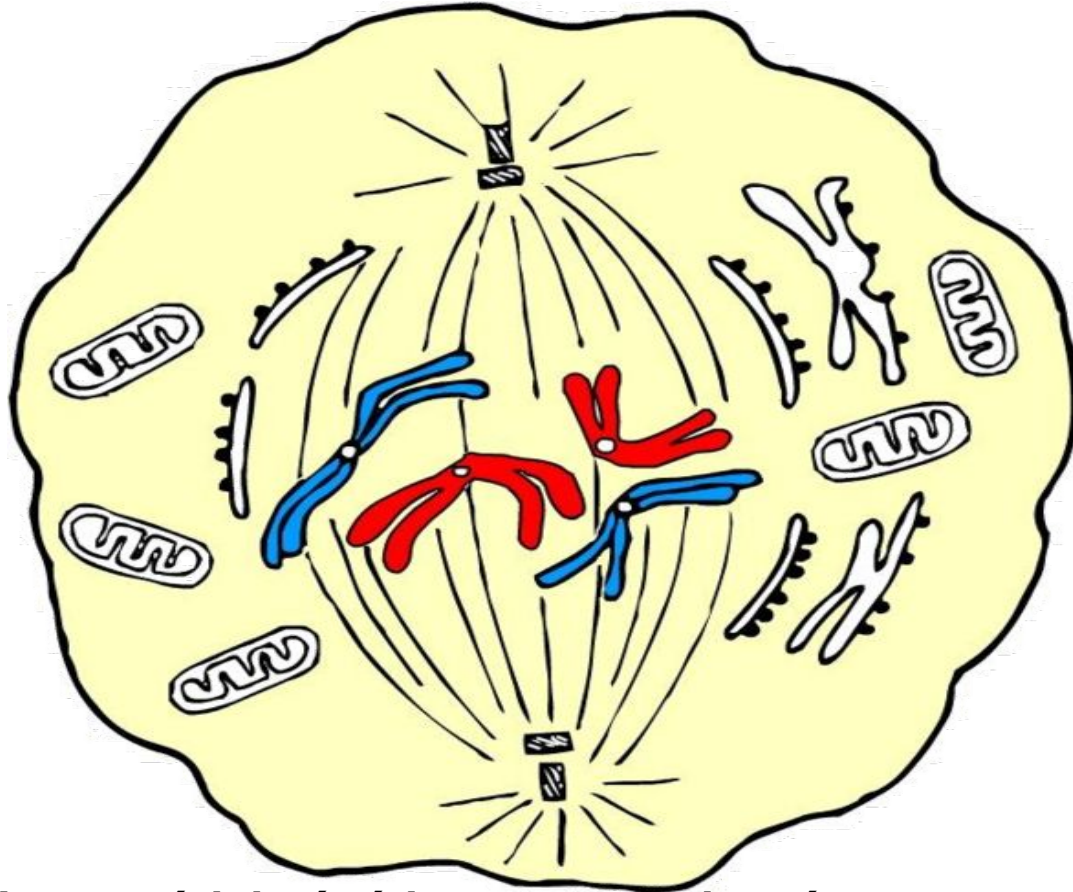
**-Les centrioles se dirigent vers les extrémités opposées de la cellule.**

**-Le nucléole et la membrane nucléaire disparaissent**

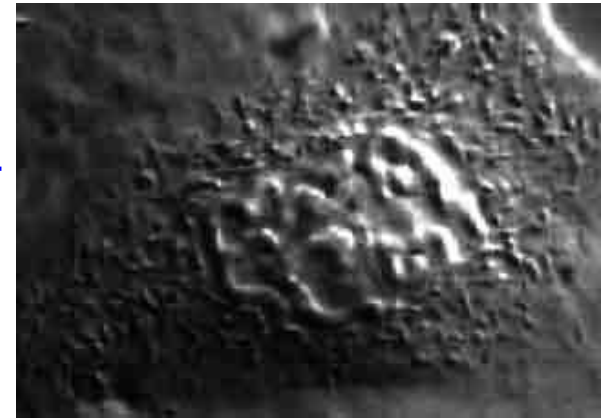
**-Les fibres fusoriales commencent à se former et s'étendent dans la cellule à partir des centrioles**



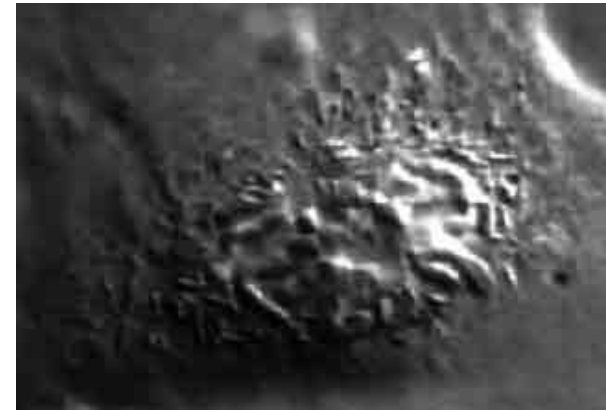
# metaphase : 5 à 15 minutes



Début  
de la métaphase



Métaphase



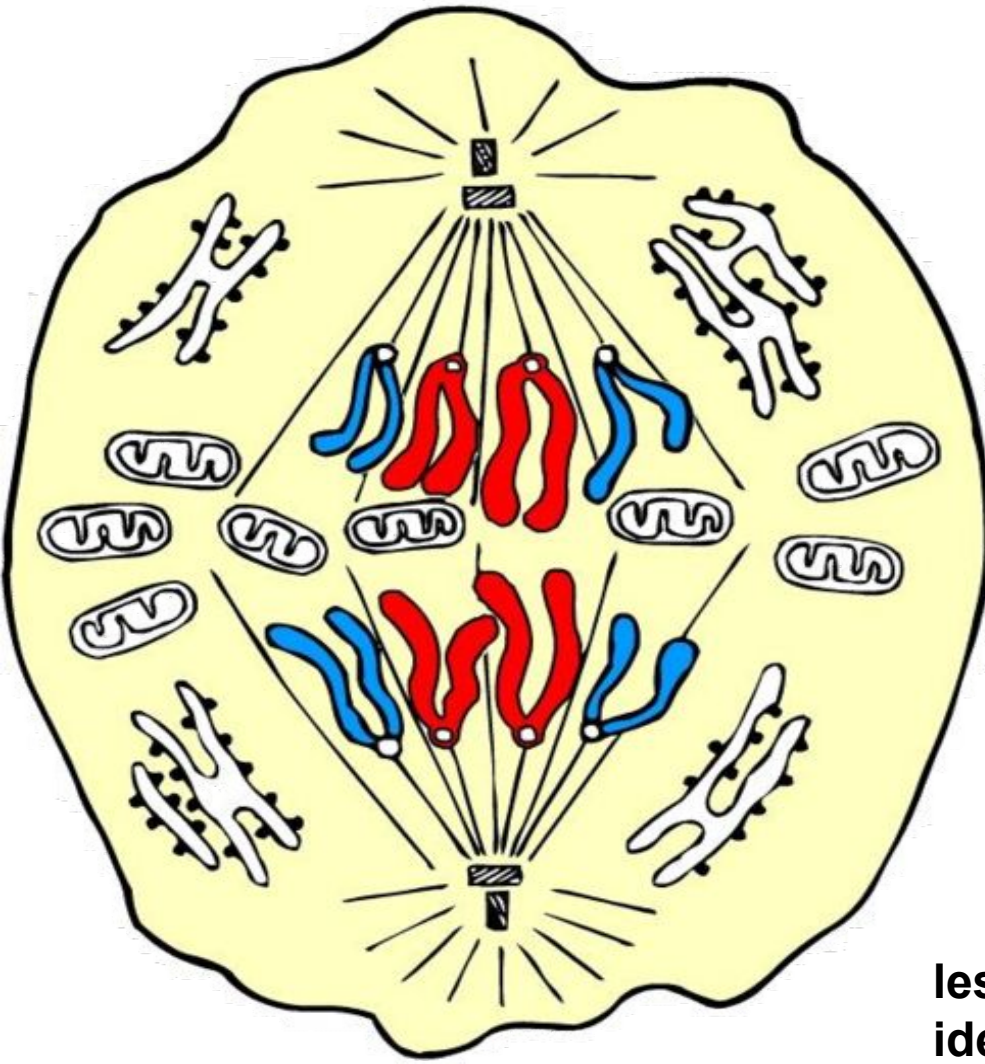
Fin  
de la métaphase



-Le matériel génétique est condensé au maximum sous forme de bâtonnets :les chromosomes

-Les fibres fusoriales s'attachent de part et d'autre des centromères et guident les chromosomes vers le centre de la cellule (équateur).

# Anaphase : 2 à 10 minutes



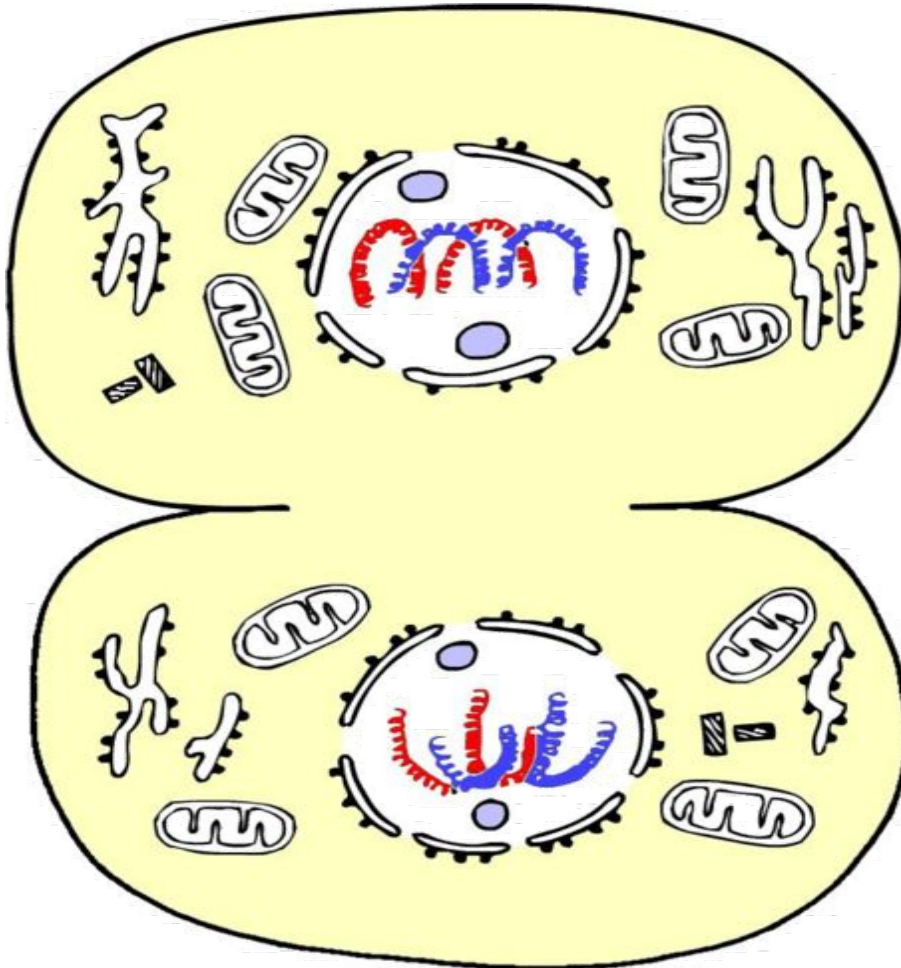
Par le rétrécissement des fibres fusoriales, les -centromères se divisent et les chromatides sœurs sont attirées vers les pôles opposés de la cellule.

les chromosomes se scindent en 2 lots identiques qui migrent vers les pôles opposés de la cellule



## **Télophase** : 10 à 30 minutes

- Les chromosomes commencent à se dérouler pour devenir des brins fins de chromatine.



- Un ensemble complet de chromosomes se trouve à chaque pôle de la cellule
- Les fibres fusoriales disparaissent.
- La membrane nucléaire se ferme autour de chaque ensemble de chromosome formant ainsi 2 nouveaux noyaux.
- Le nucléole apparaît dans chaque nouveau noyau.



# La mitose

1 cellule mère ( $2n$ )

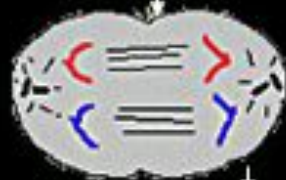
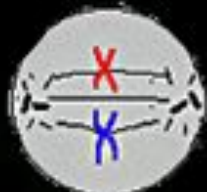
Réplication de l'ADN



$2n$  chromosomes simples



$2n$  chromosomes doubles



$2n$  chromosomes simples

2 cellules filles ( $2n$ )



# **Son importance**

- **La mitose est importante afin de :**
  - ✓ **remplacer les cellules mortes. Par exemple, 3 milliards de cellules meurent chaque minute.**
  - ✓ **permettre la croissance de l'organisme.**
  - ✓ **permettre la cicatrisation et la réparation des tissus (ex : plaies, muscles déchirées, etc).**
  - ✓ **favoriser la reproduction des organismes.**

# **III-La méiose**

**1-Définition**

**2 -les étapes de la méiose**

**3 -Son importance**

# III-La méiose

## 1-Définition

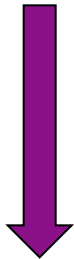
- Est le phénomène de division cellulaire propre aux cellules germinales ( en particulier à partir des spermatocytes I et ovocytes I) qui aboutit à la production des cellules sexuelles haploïdes ou gamètes à partir de cellules diploïdes
  - Elle se déroule durant la gamétogenèse (spermatogénèse ou ovogénèse) chez les espèces diploïdes
- une cellule diploïde ( $2n$ ) -> quatre cellules haploïdes ( $n$ )
- En plus du rôle de division, la méiose a un rôle dans le brassage génétique

# MEIOSE

Cellules germinales

2 divisions nucléaires  
après une ph S

1 cellule DIPLOIDE  
 $2N$



4 cellules HAPLOIDE  
 $N$

# MITOSE

Cellules somatiques

1 division nucléaire  
après une ph S

1 cellule DIPLOIDE  
 $2N$



2 cellules DIPLOIDES  
 $2N$

## 2-Les étapes de la méiose

La méiose comprend deux divisions successives et inséparable précédée d' une seule réplication de l'ADN ,a partir d' une cellule diploïde.

- la 1ere division méiotique dite réductionnelle :  
passage de  $2n$  chromosomes doubles a  $n$  chromosomes doubles
- la 2eme division méiotique dite équationnelle :  
passage de  $n$  chromosomes doubles a  $n$  chromosomes simples(séparation des chromatides)

La méiose permet ainsi la formation de 4 cellules filles haploïdes ou( gamètes)

## Méiose

Une cellule mère (2n) donne 4 cellules filles (n) différentes



. La première division méiotique : la division RÉDUCTIONNELLE

Il y a réduction du nombre de chromosomes :

. La deuxième division méiotique (ou méiose II) : la division ÉQUATIONNELLE :

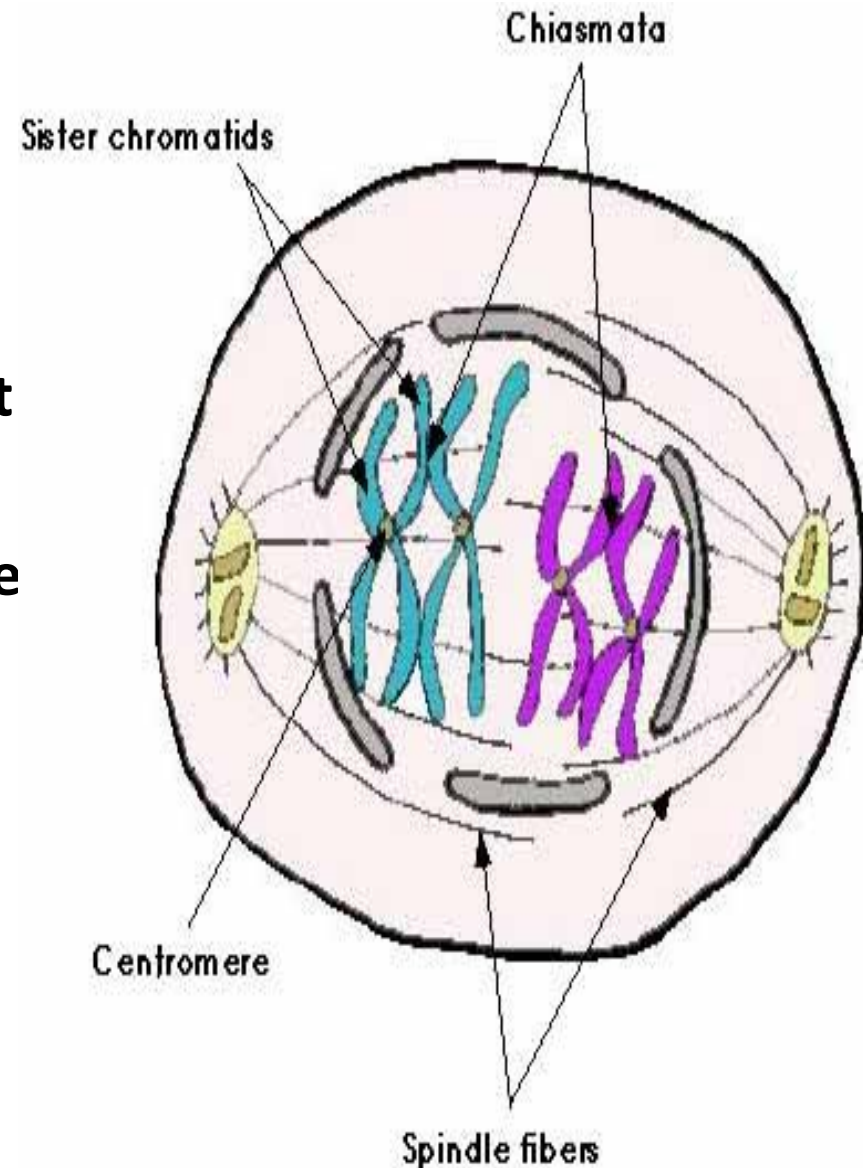
Il y a conservation du nombre de chromosomes. Cette deuxième division est **identique à la mitose** sauf que **les chromosomes ne se répliquent pas avant qu'elle commence**.



# A-Premiere division réductionnelle : Prophase I

- Idem à la mitose + ...
- en plus des phénomènes morphologiques observés dans une prophase normale Les chromosomes homologues s'apparient 2 à 2 pour former une tétrade ou bivalents=complexe De 4 chromatides avec possibilités d'enjambement

Chromosomes homologues = 2 chromosomes formés des mêmes gènes avec des allèles identiques ou différentes.



**-c'est la phase la plus longue de la méiose.**

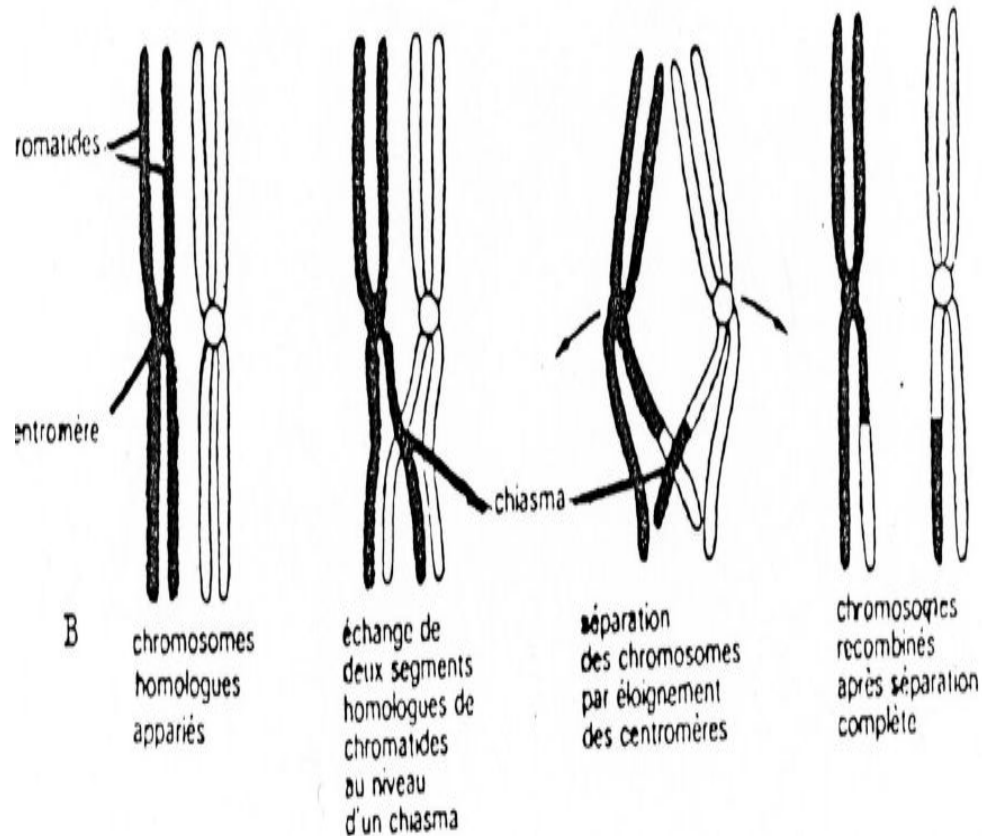
**-les chromatides homologues se croisent en plusieurs endroits et forment des chiasmas (points de chevauchement de 2 chromatides)**

**-il ya alors possibilité d'échanges de fragments de chromatides entre chromatides homologues.**

**- Ce phénomène d'échange,appelé crossing over,est a l'origine du brassage intra chromosomique se produisant en prophase 1 de méiose**

➤ **Brassage intrachromosomique :**

échange de fragments de chromatides par crossing over lors de la prophase I



## . La prophase faite de 5 stades:

- stade leptotène= condensation apparition des filaments chromatiques
- stade zygotène: appariement des chromosomes homologues
- stade pachytène:échange de segments chromosomiques(crossing over)
- stade diplotène :persistance des chiasmas
- stade diacinese: phase pré migratoire des chromosomes

Prophase	<u>Ordre</u>	<u>Stade</u>	<u>Définition</u>
	1	Leptotène	Raccourcissement des chromosomes
	2	Zygotène	Appariement des chromosomes → bivalents
	3	Pachytène	Epaississement des chromosomes
	4	Diplotène	Echange de segments chromosomiques (chiasmas)
	5	Diacinèse	Phase pré migratoire des chromosomes

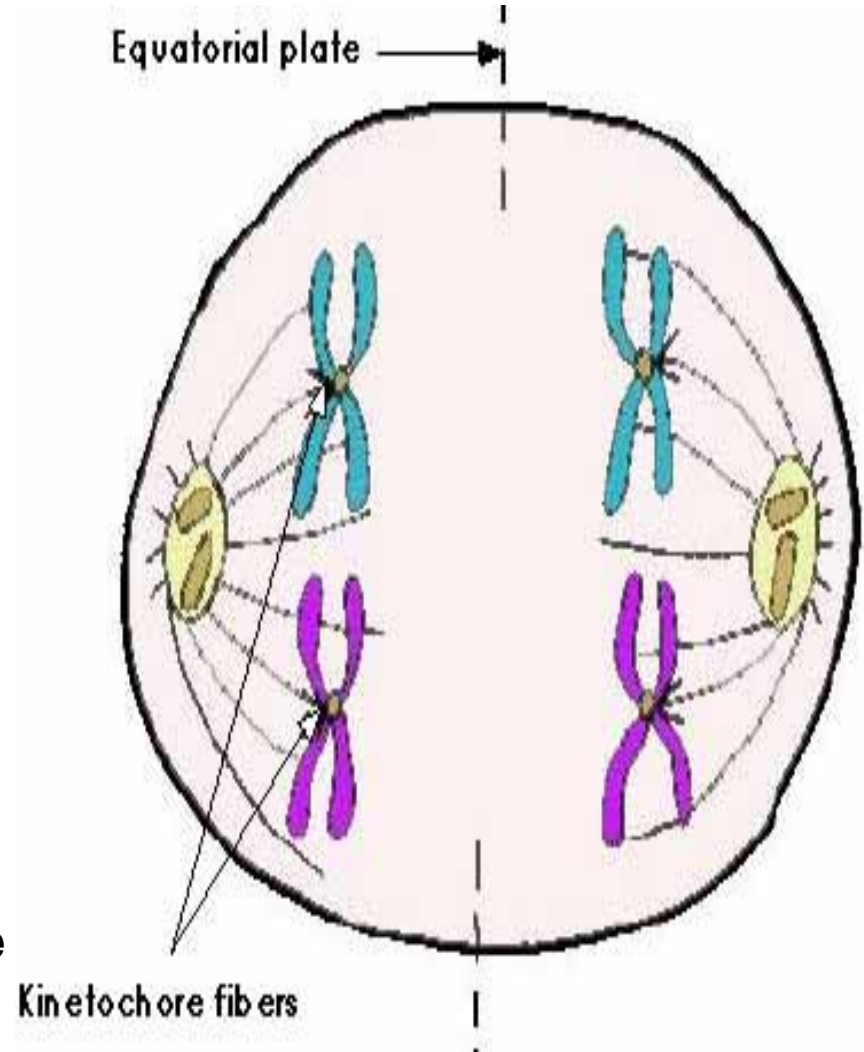
# \* Métaphase I

-Idem à la mitose sauf...

- Les chromosomes homologues s'alignent par paires et un des chromosomes est reliés à un pôle et l'autre au pôle opposé.

-Les chromosomes du père et de la mère sont répartis au hasard (loi de Mendel).

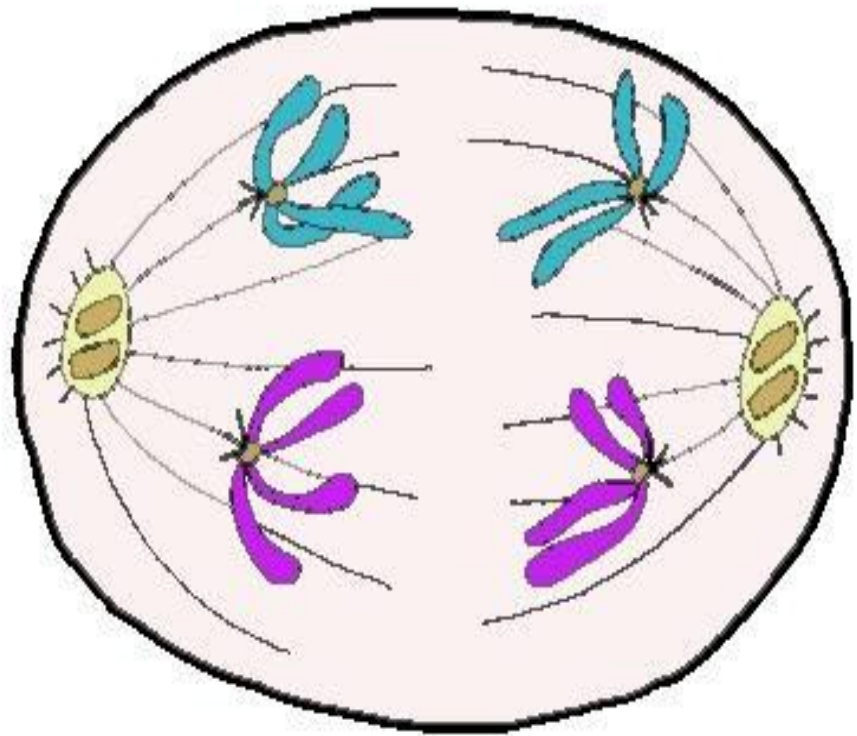
C'est a ce niveau que se fait le brassage génétique interchromosomique (223 soit 8 millions de possibilités).





# \*Anaphase I

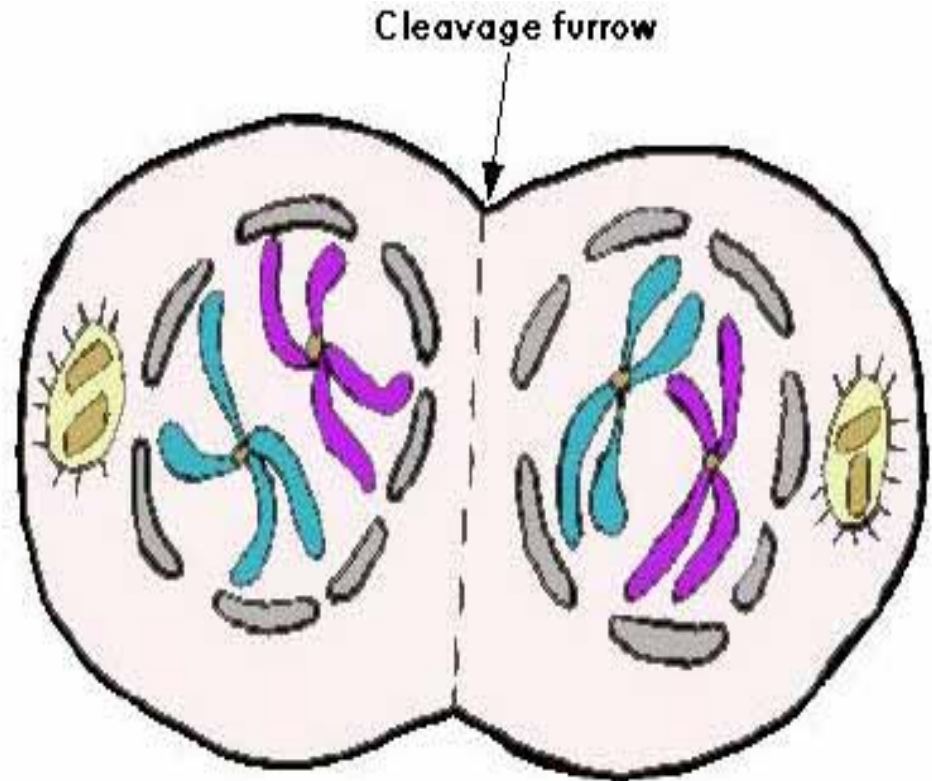
- Idem à la mitose sauf...
- Le centromère n'est pas clivé donc ce
- sont les chromosomes homologues qui se séparent.



# **\*Télophase I et cytodierese**

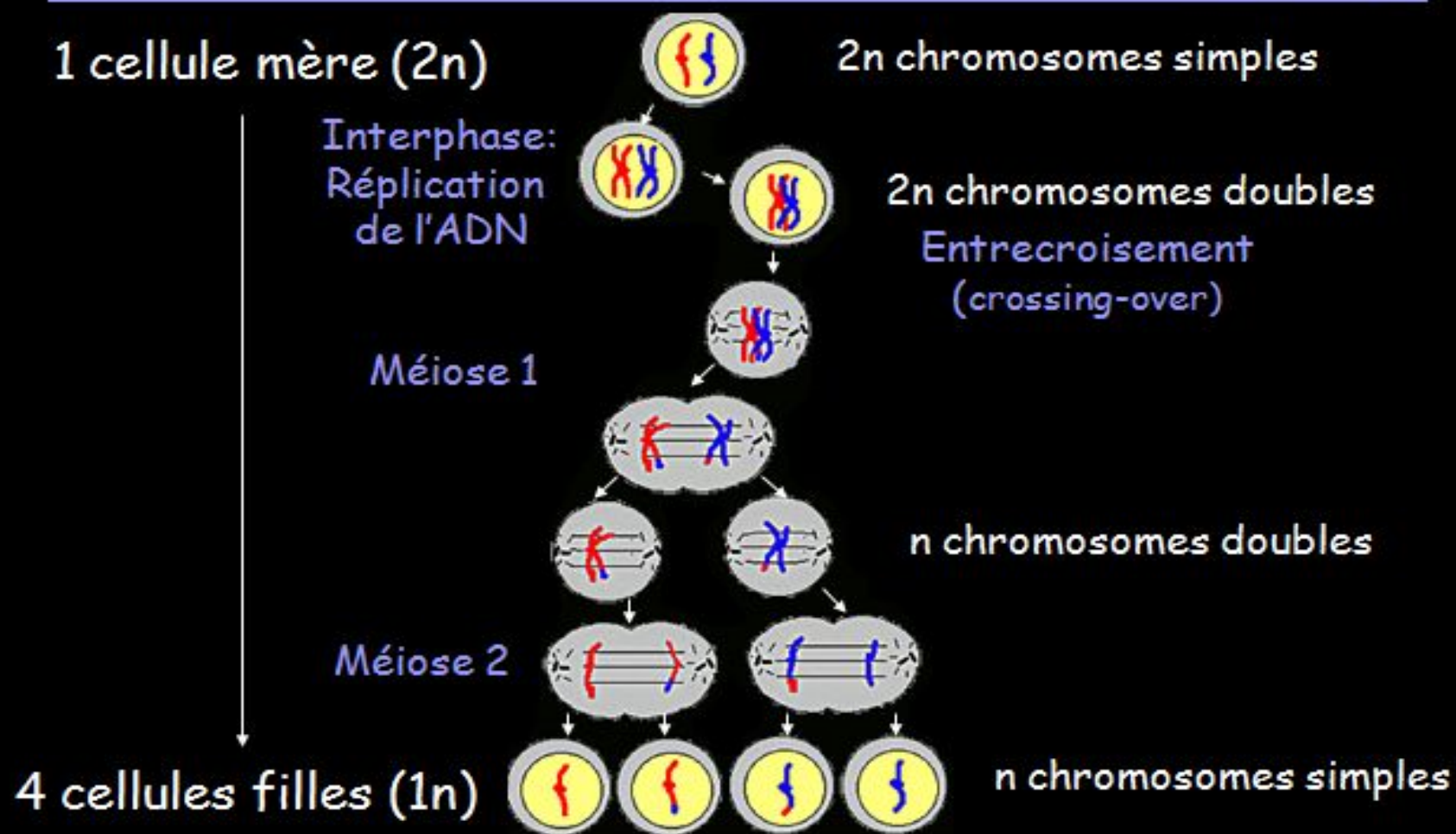
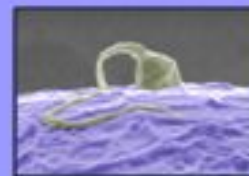
**2 lots haploïdes de chromosomes a 2 chromatides sont disposes a chaque pole de la cellule, les nucléoles et les membranes nucléaires se reforment**

**La prophase II commence presque immédiatement.**





# La méiose



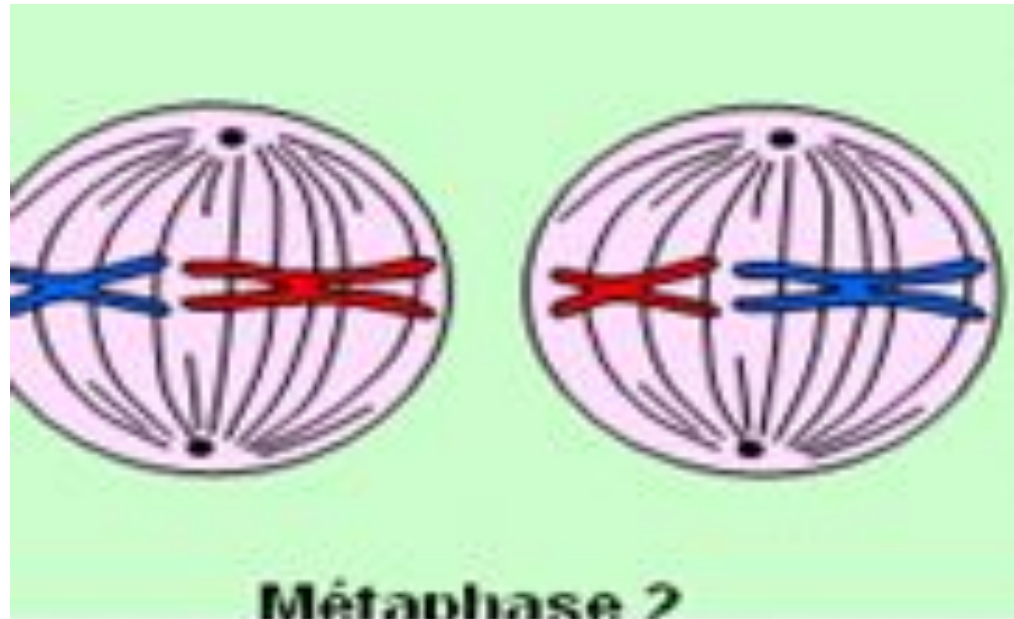
## **B- la deuxième division de méiose**

### **Equationnelle**

- La *méiose II* est identique à la mitose.
- au niveau de sa production, nous avons 4 nouvelles cellules différentes de la cellule mère.

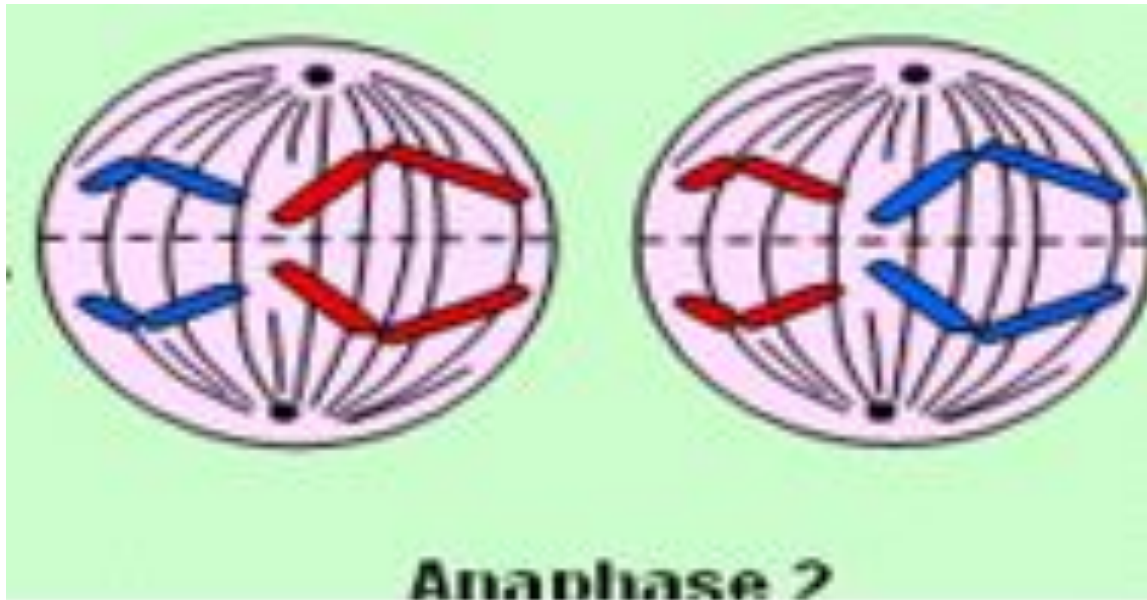
## -la métaphase 2

les chromosomes se placent sur la plaque équatoriale par leurs centromères. Leur condensation est maximale.



# -anaphase 2

les chromatides sœurs de chaque chromosome se séparent après rupture au niveau du centromère et migrent vers les pôles opposés de la cellule tirés par les microtubules du fuseau de division .

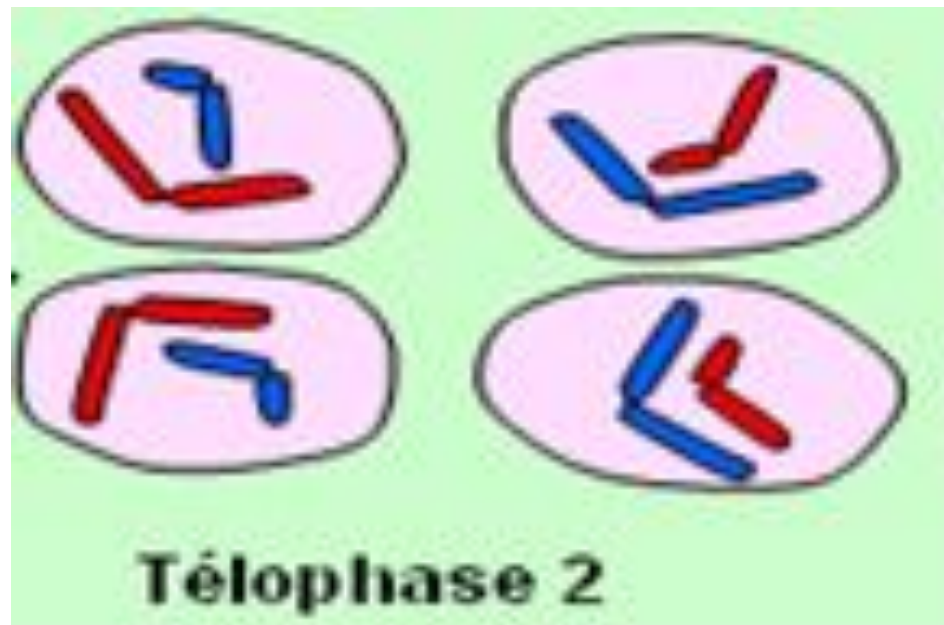


# **-la télophase 2 et cytotédiérese**

durant cette phase , l' enveloppe nucléaire se reforme et le sillon de division Sépare la cellule en 2.

puisque la 1ere division de méiose a produit 2cellules ,

il ya en télophase 2 de méiose 4 cellules . Les 4 cellules haploïdes issues de la méiose possèdent n chromosomes simples.

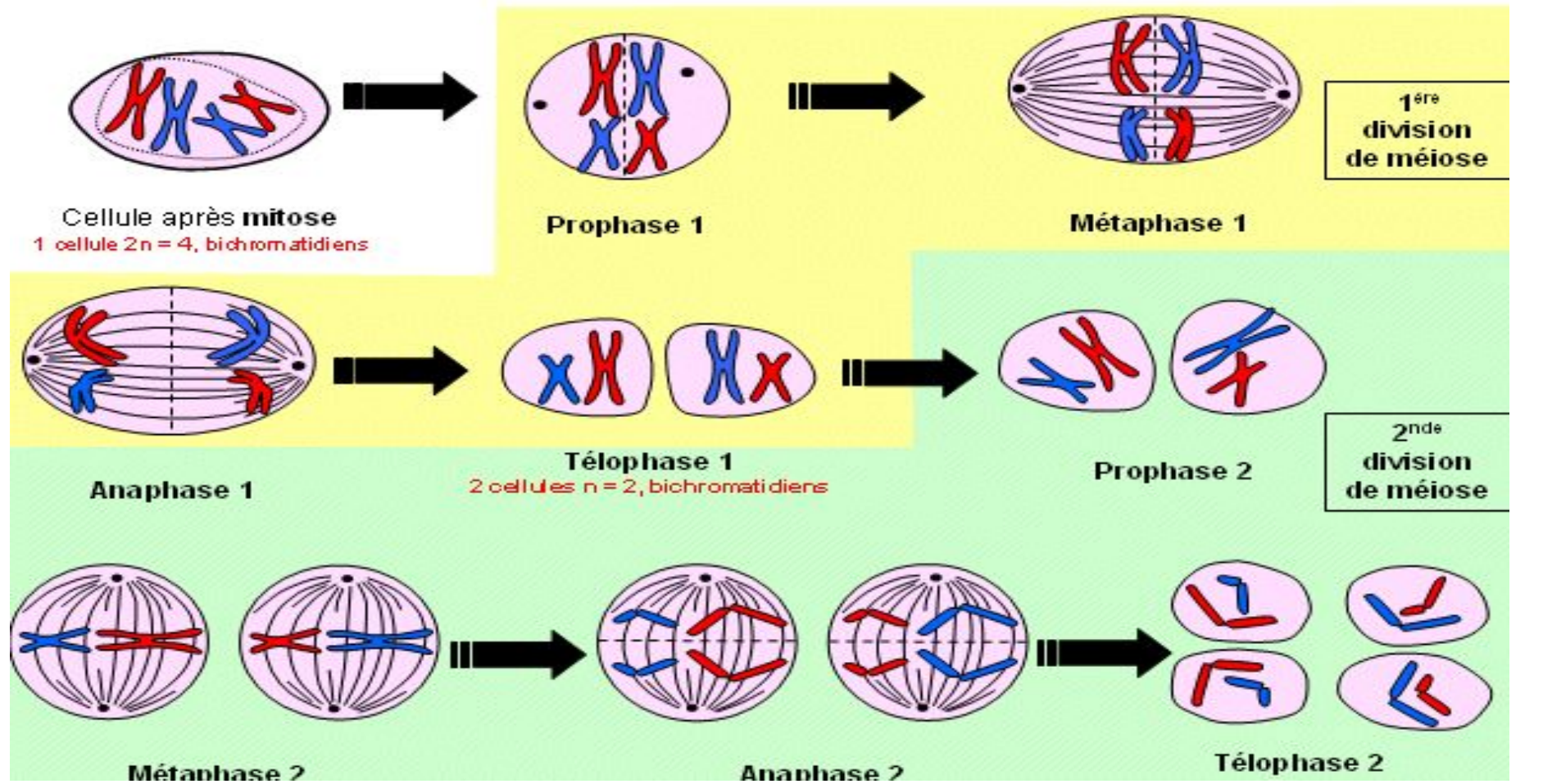




B- la 2 eme division équationnelle: ou deuxieme division meiotique très courte, ressemble a une mitose classique.

Elle permet la séparation des chromatides sœurs, elle est semblable a la méiose avec quelques particularités.

Les transformations cytologiques lors de la méiose



# **La méiose permet :**

- De réduire de moitié le contenu génétique**
- De brasser l'information génétique(recombinaisons et répartition au hasard des chromosomes)**
- Et de transmettre l'information génétique a la génération suivante (2 gamètes a 23 chromosomes reconstituent une cellule a 46 chromosomes )**

# Tableau de synthèse

## Mitose

## Méiose

Type de division	1 division conforme	2 divisions successives à réduction chromatique
<b>Cellules concernées</b>	<b>Somatiques</b>	<b>Germinales</b>
<b>Nombre de cellules filles</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Ploïdie des cellules filles</b>	<b>Diploïdes</b>	<b>Haploïdes</b>
<b>Qualité des cellules filles</b>	<b>Génétiquement identiques à la cellule mère</b>	<b>Génétiquement différentes les unes des autres et de la cellule mère</b>
<b>Activité dans le temps</b>	<b>Toute la vie</b>	<b>A partir de la puberté</b>
<b>Fonction des cellules produites</b>	<b>Reproduction asexuée</b>	<b>Reproduction sexuée</b>
<b>Durée de la division</b>	<b>Courte</b>	<b>Relativement longue</b>



# Glossaire

- **Cellule DIPLOIDE : 23 PAIRES de chromosomes**
- **Cellule HAPLOIDE : 23 chromosomes = cellules de la lignée germinale ayant achevé leur 1ere division méiotique - n**
- **Chromosomes HOMOLOGUES = chromosomes d'une même paire**
- **Une chromatide = une molécule formée de 2 brins d'ADN complémentaires**
- **Avant la réplication, un chromosome contient une chromatide**
- **Après la réplication (ph S) un chromosome contient deux chromatides SOEURS (identiques) réunies par leurs centromères**
- **Deux chromatides HOMOLOGUES diffèrent (peuvent présenter des allèles parentaux différents pour un même gène)**