



جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES TRONCS COMMUNS

Module : Biologie Cellulaire

Cours 5

Le cycle cellulaire : la mitose

Mr. ADJEBLI Ahmed & Mme. DJAOUD Kahina

2021 / 2022

1. Introduction

1.1. Généralités

❖ Définition

Le **cycle cellulaire** est l'ensemble des modifications qu'une cellule subit depuis sa formation, après la division d'**une cellule mère** en **deux cellules filles** identique à la cellule mère.

❖ But du cycle cellulaire

- ✓ Assurer la **reproduction** cellulaire **asexuée** des organismes unicellulaires et pluricellulaires ;
- ✓ Assurer le **développement embryonnaire** des organismes à reproduction **sexuée** à partir d'un œuf fécondé ou zygote ;
- ✓ **Remplacer** les cellules mortes (mort naturelle **apoptose** ou accidentelle **nécrose**) ;
- ✓ **Réparer** les tissus endommagés.

1. Introduction

1.1. Généralités

❖ La **reproduction** constitue l'une des caractéristiques des **êtres vivants** qui permet de les différencier des **non vivants**. Elle comprend la **réplication du matériel génétique** (l'ADN) suivie d'une **division cellulaire**.

❖ La **division cellulaire** est un processus qui permet à une **cellule mère** de produire **deux cellules filles**. Il existe deux types de division cellulaire chez les eucaryotes :

(1). La **MITOSE** : division des **cellules somatiques** (les cellules musculaires, épithéliales, rénales, neurones ...) qui produit 2 cellules génétiquement identiques → **2 clones**, reproduction ASEXUÉE.

(2). La **MEÏOSE** : division des **cellules reproductrices** (ovocytes et spermatocytes) qui produit 4 cellules génétiquement réduites de moitié → **4 gamètes (ovules et spermatozoïdes)**, reproduction SEXUÉE.

1. Introduction

1.1. Généralités

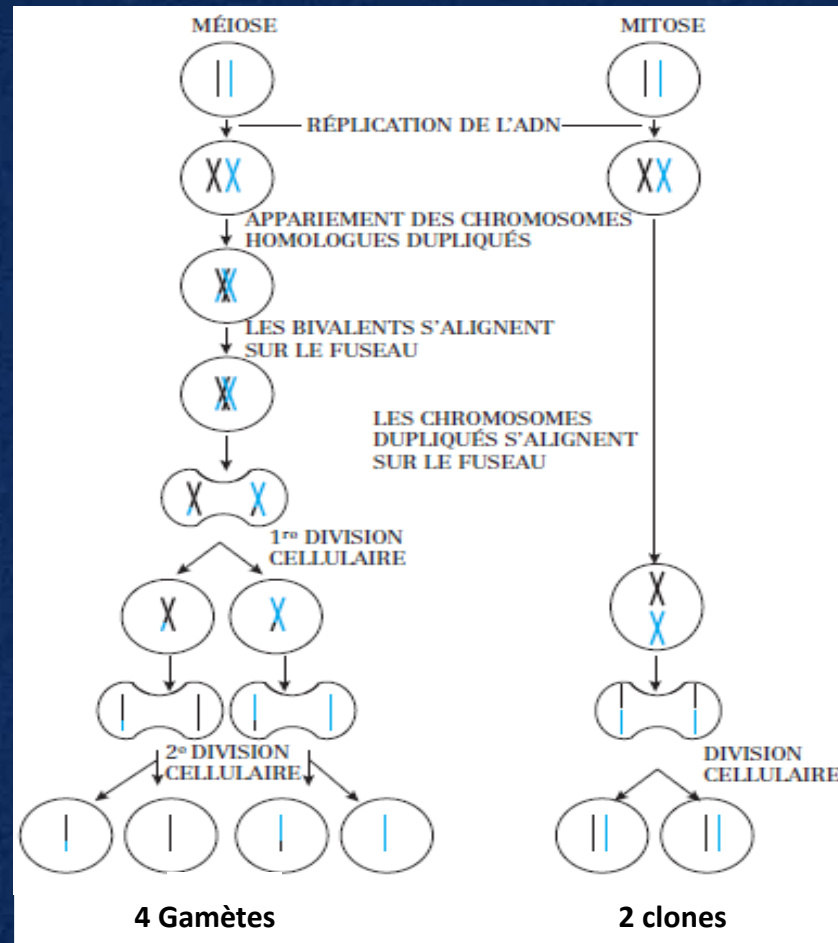


Figure 1 : Comparaison entre la méiose et de la mitose

(une seule paire de chromosomes homologues est représentée)

2. Les phases du cycle cellulaire

Le cycle cellulaire comprend deux grandes étapes :

- (1) **L'INTERPHASE** (en 3 phases : G1, S et G2) ;
- (2) **LA MITOSE** (en 5 phases : prophase, prométaphase, métaphase, anaphase et télophase) suivie d'une **cytotcinèse**.

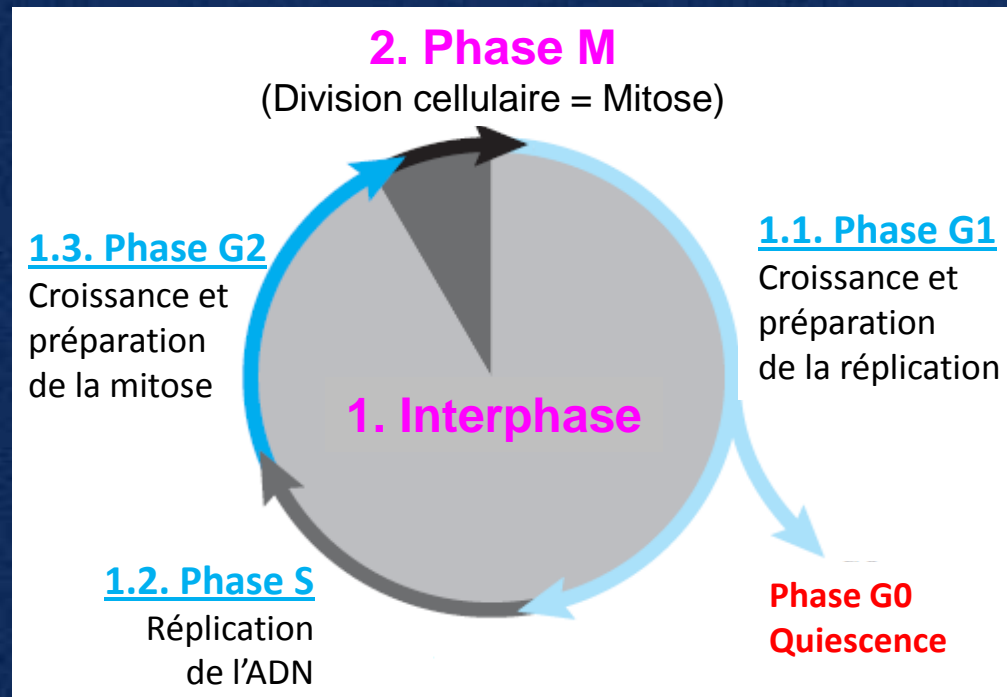


Figure 2 : Les différentes phases du cycle cellulaire.

2. Les phases du cycle cellulaire

2.1. Interphase

L'**interphase** se décompose en 3 phases : G1, S et G2.

1. **Phase G1** : Phase de **croissance** et de **reconstitution des réserves** pendant laquelle la cellule synthétise de l'ARN (messagers, ribosomiaux et de transfert) et des protéines nécessaires à l'accroissement cellulaire.
2. **Phase S** : Phase essentiellement caractérisée par la **duplication de l'ADN**, la **synthèse des histones** et la **duplication du centriole**.
3. **Phase G2** : C'est une phase d'**attente** et de **contrôle** avant de lancer la mitose. Un certain nombre de facteurs y sont synthétisés, en particulier les facteurs de condensation de la chromatine.

2. Les phases du cycle cellulaire

2.1. Interphase



Phase G1 : = 1 molécule d'ADN
= 1 chromatide

Réplication ↓ de l'ADN



Phase G2 : = 2 molécules d'ADN identiques
= 2 chromatides sœurs

- La cellule peut interrompre sa progression dans le cycle et entrer en **phase G0** de **quiescence** ou elle reste des jours, des semaines ou même des années sans se multiplier.

2. Les phases du cycle cellulaire

2.2. Les phases de la mitose

- A la fin de l'interphase (en phase G2), le génome (ADN) est **dupliqué** mais **décondensé** et se présentent sous forme de **CHROMATINE**. Cette chromatine sera par la suite **compactée** (condensée) en phase **mitose** pour former des **CHROMOSOMES**.
- **La mitose** est une étape bien particulière du cycle de vie des cellules eucaryotes, qui désigne **la division d'une cellule mère en deux cellules filles identiques**. C'est l'étape durant laquelle les chromosomes sont bien visibles.

Conséquences:

1. La **caryocinérèse** : division du noyau.
2. La **cytocinérèse** : division du cytoplasme.

2. Les phases du cycle cellulaire

2.2. Les phases de la mitose

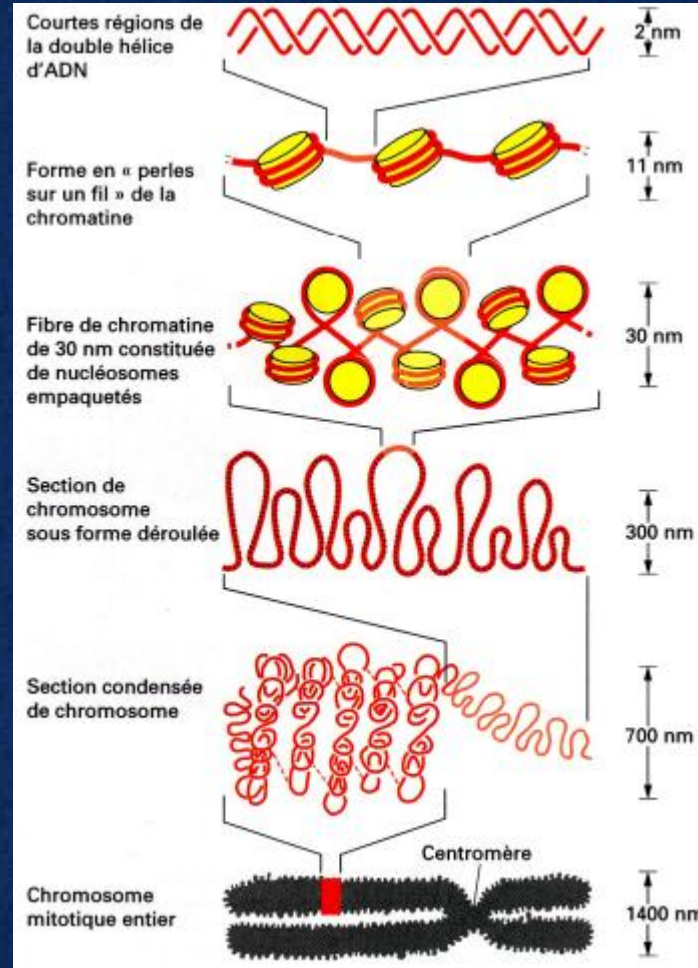


Figure 3 : Condensation des chromosomes.

2. Les phases du cycle cellulaire

2.2. Les phases de la mitose

2.2.1. Prophase

Elle est caractérisée par :

- La condensation de la **chromatine** en **chromosomes**, suite à une **compaction** de la fibre chromatinienne ;
- Les **4 centrioles** se séparent formant **2 centrosomes** ;
- La disparition du nucléole ;
- La formation des **fuseaux de division** (microtubules) ;
- La formation des **kinétochores** au niveau des centromères.

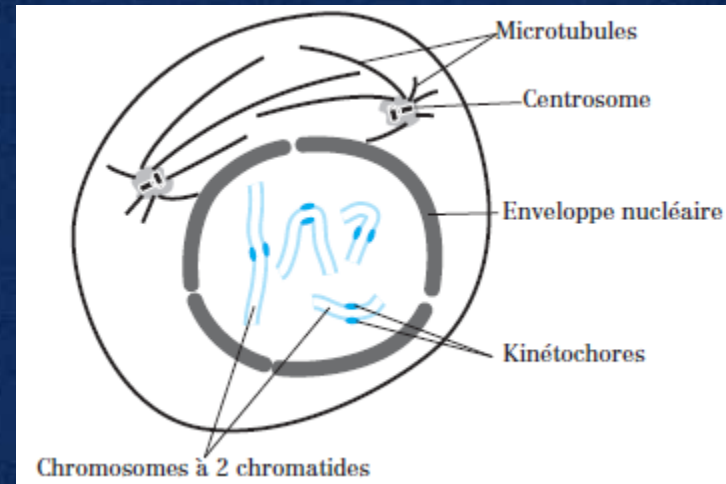


Figure 4 : Prophase.

2. Les phases du cycle cellulaire

2.2. Les phases de la mitose

2.2.2. Prométaphase

Elle est caractérisée par :

- La rupture de l'enveloppe nucléaire ;
- Le fuseau mitotique entre en contact avec les chromosomes, qui se fixent sur les microtubules par l'intermédiaire du kinétochore.

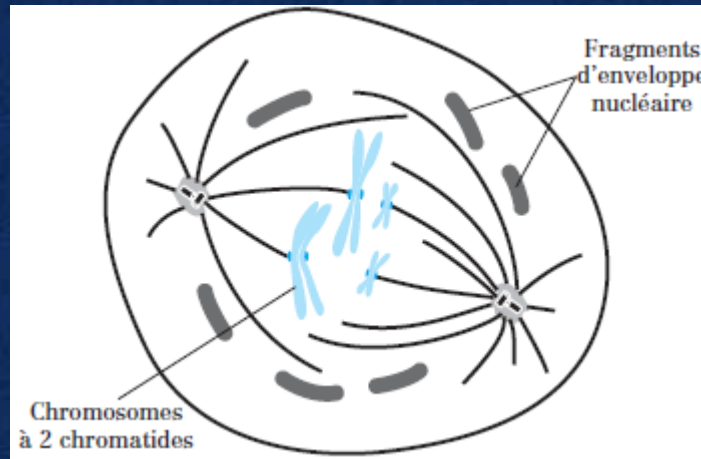


Figure 5 : Prométaphase

2. Les phases du cycle cellulaire

2.2. Les phases de la mitose

2.2.3. Métaphase

Elle est caractérisée par :

- Un rassemblement de tous les chromosomes sur la plaque équatoriale (plaque métaphasique) ;
- Condensation maximale des chromosomes.

Le chromosome métaphasique: est au maximum de sa condensation. Il est constitué de **deux chromatides** reliés par un **centromère**.

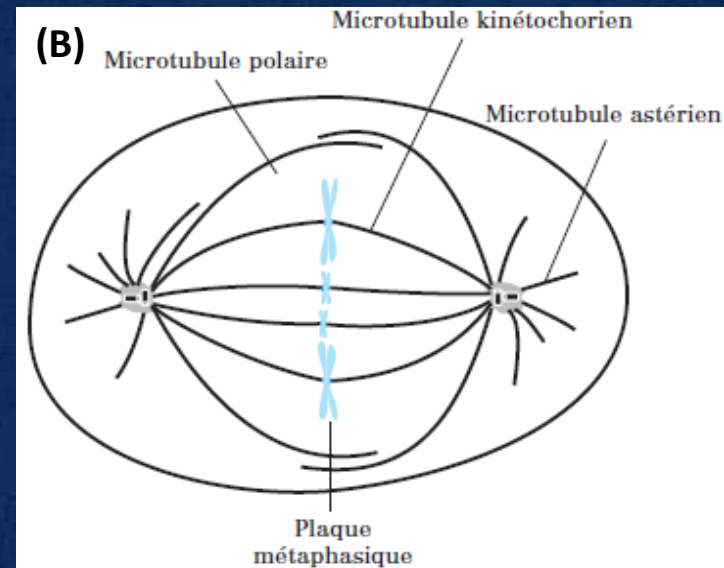
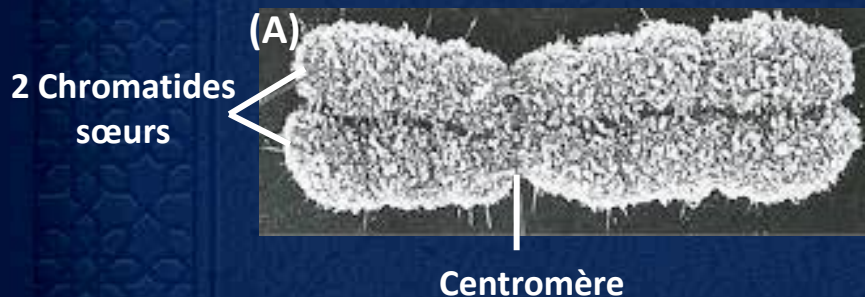


Figure 6 : (A) Chromosome métaphasique (B) Métaphase.

2. Les phases du cycle cellulaire

2.2. Les phases de la mitose

2.2.4. Anaphase

Elle est caractérisée par :

- Séparation des chromatides sœurs ;
- Déplacement des chromosomes fils vers les pôles.

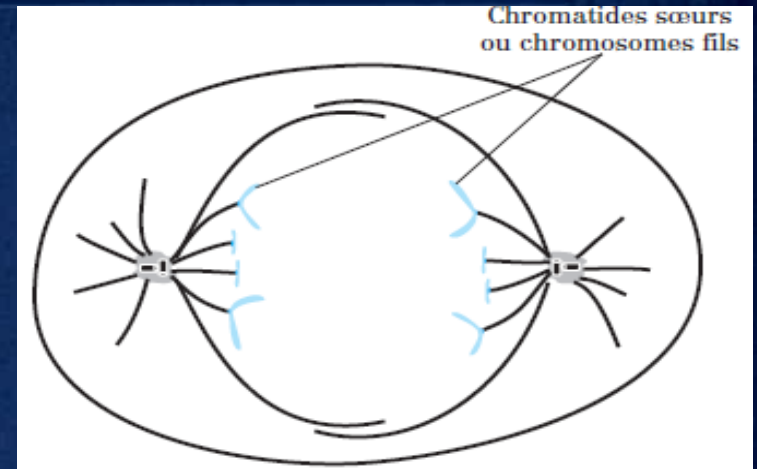


Figure 7 : Anaphase

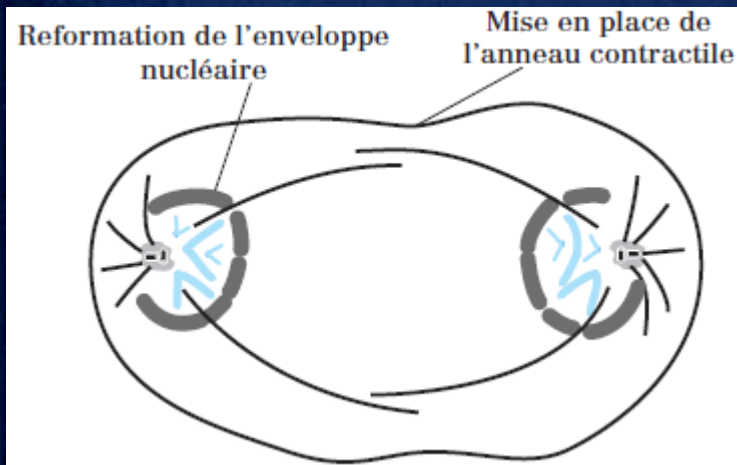


Figure 8 : Téléphase

2.2.5. Téléphase

Elle est caractérisée par :

- Arrivée des chromosomes fils aux pôles ;
- Reconstitution de l'enveloppe nucléaire ;
- Décondensation des chromosomes ;
- Mise en place de l'anneau contractile.

2. Les phases du cycle cellulaire

2.2. Les phases de la mitose

2.2.6. Cytocinèse

Elle est caractérisée par :

- Différenciation de l'anneau contractile, constitué de microfilaments d'actine et de myosine qui resserre la cellule et l'étrangle en deux ;
- Séparation des 2 cytoplasmes ;
- Reconstitution du noyau.

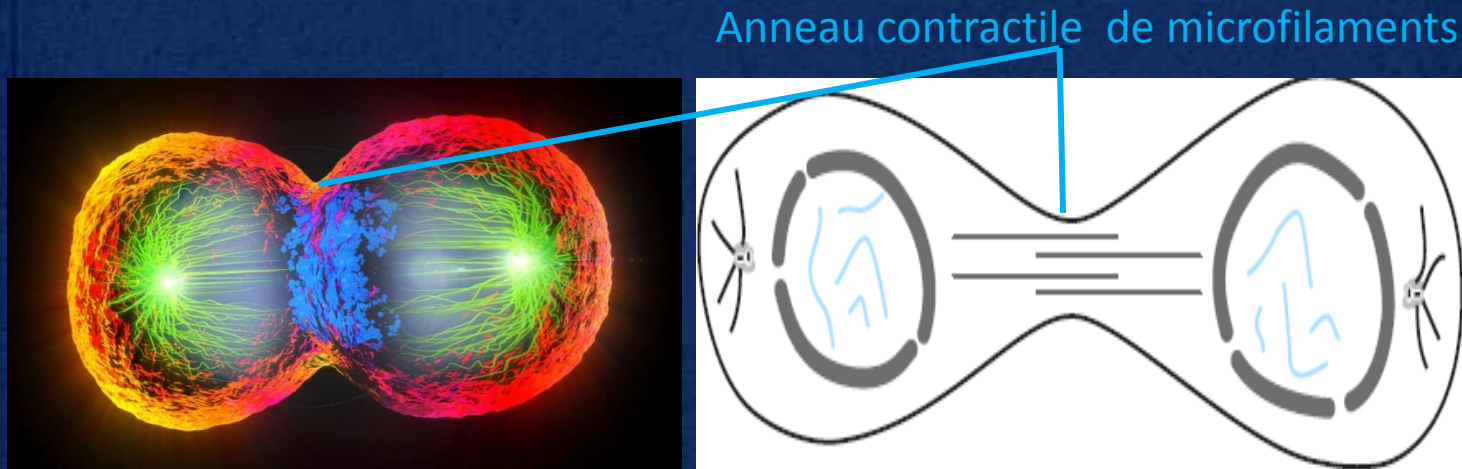


Figure 9 : Cytocinèse.

2. Les phases du cycle cellulaire

Variation de la quantité d'ADN au cours du cycle cellulaire

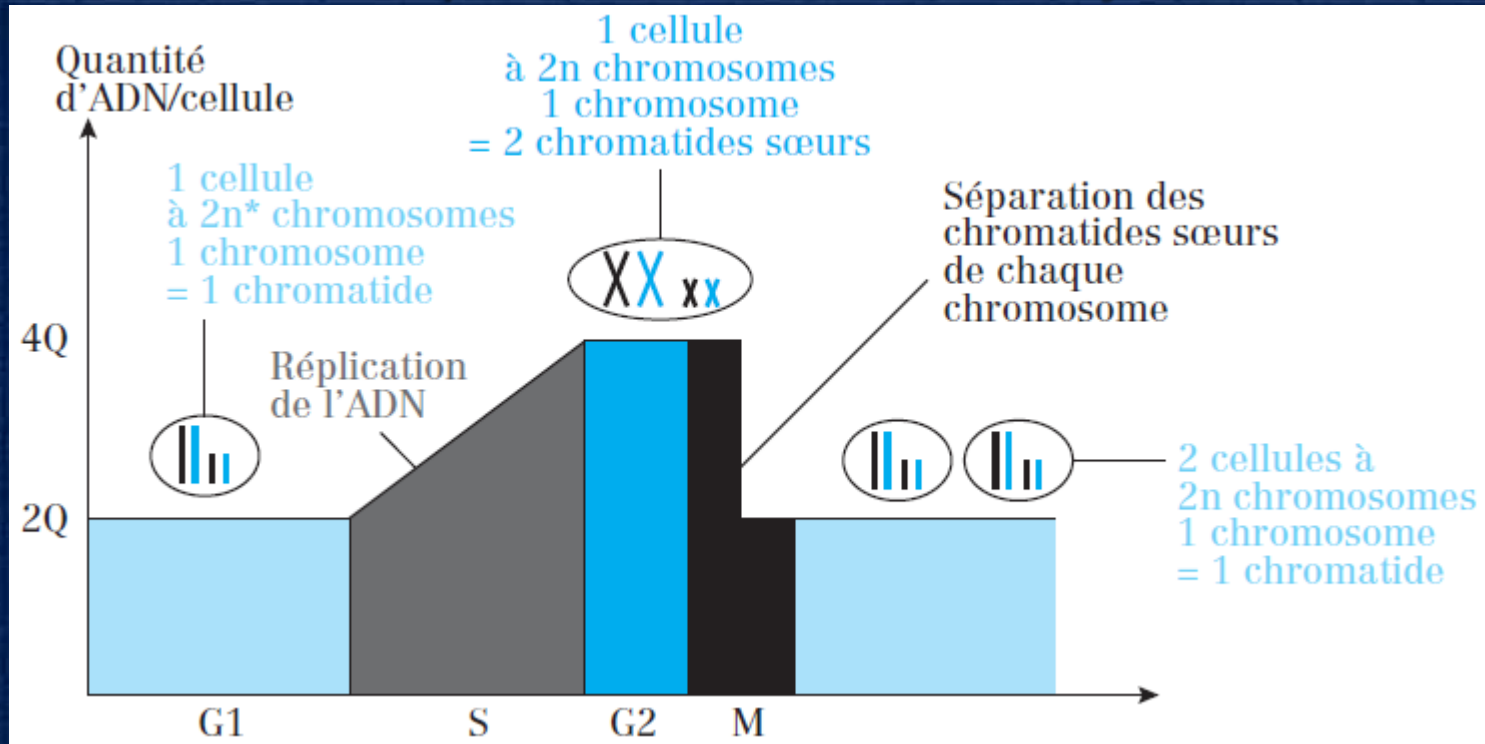


Figure 10 : Variation de la quantité d'ADN au cours du cycle cellulaire.

*Dans cet exemple :

- $n = 2$
- le chromosome noir est d'origine paternelle
- le chromosome bleu est d'origine maternelle

3. La durée du cycle cellulaire

- C'est la période comprise entre deux divisions cellulaires. Elle comprend les phases **G1**, **S**, **G2** et **M**.
- La durée du cycle cellulaire dépend de la **nature** de la cellule et aussi de son **âge** :
 - **cellules épithéliales** : renouvellement de la peau, 10h pour le cycle ;
 - **cellules hépatiques** : 1 an pour ce répliquer ;
 - **les neurones** : cellules extrêmement différenciées donc pas de renouvellement (max de neurones à 15-18 ans).
 - Les cellules les plus rapides sont cellules de l'**embryon**, 1h (car ici que de la mitose).

Durée relative moyenne

90% pour l'interphase

10% pour la mitose et la cytokinèse

Durée absolue moyenne

Cellule animale : 18 à 24 h

Cellule végétale : 10 à 30 h

4. La mitose végétale

Les principales différences entre la **mitose végétale** et la **mitose animale** sont l'**absence de centrioles** chez les plantes et la présence d'une paroi qui conduit à une cytokinèse particulière.

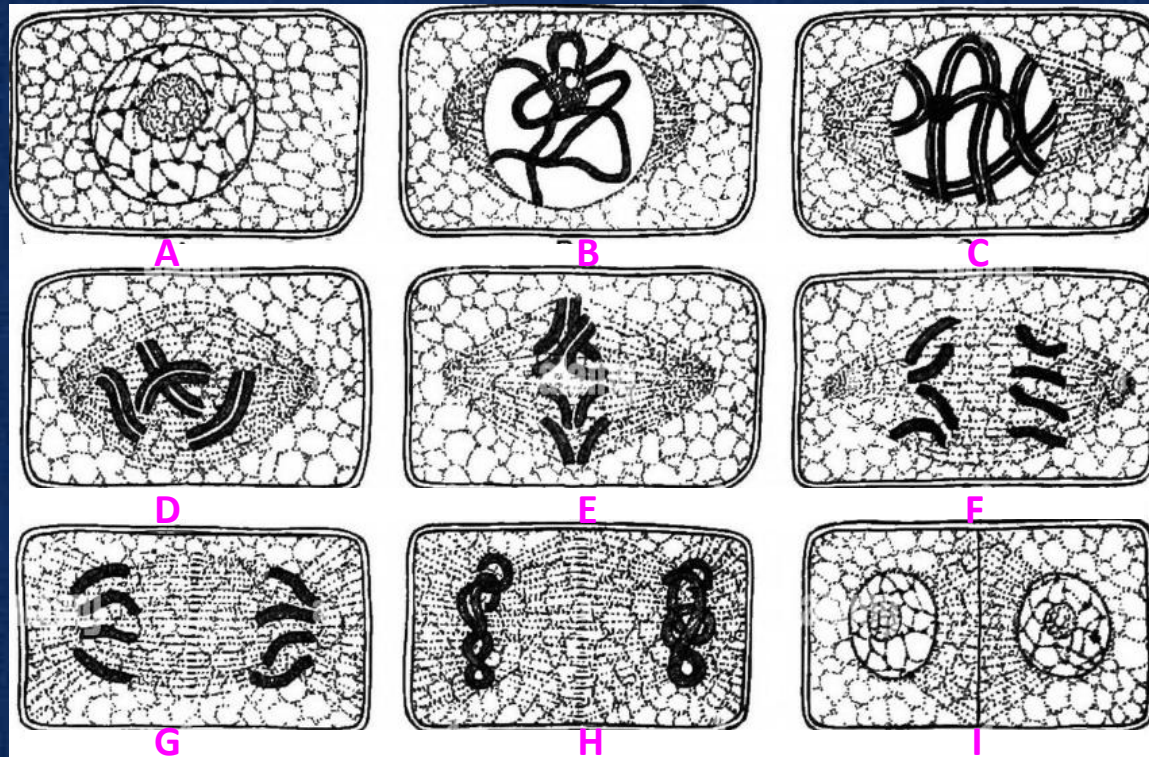


Figure 11 : Les étapes d'une mitose végétale.

5. La scissiparité (fissiparité)

La **scissiparité** est un mode de division asexué des **procaryotes**, consistant à **doubler de longueur**, puis à se **séparer en deux cellules identiques**, comme le font de nombreuses bactéries.

Les étapes de la scissiparité

1. Réplication de l'ADN ;
2. Allongement de la cellule ;
3. Etranglement de la membrane cellulaire ;
4. Séparation des cellules filles (clones).

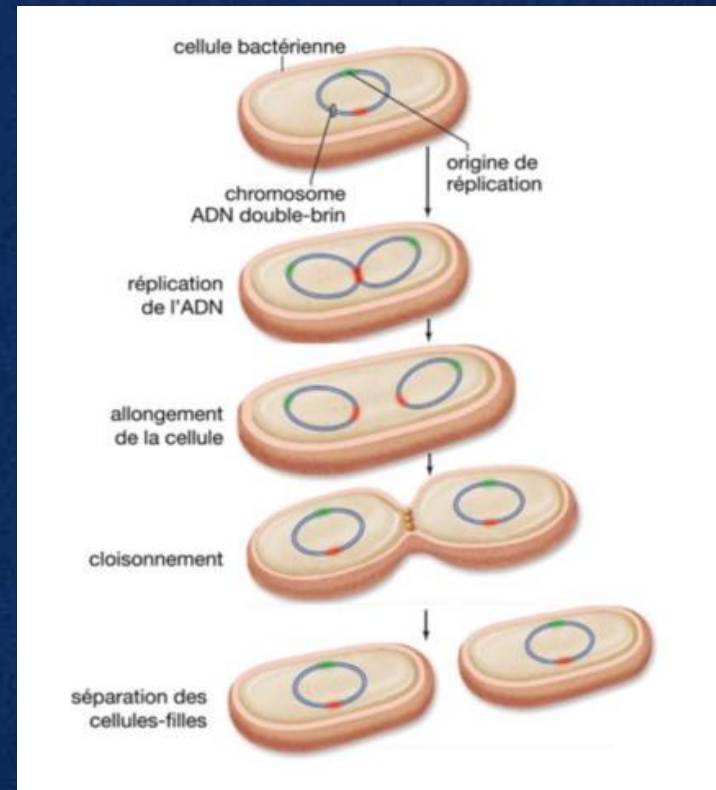


Figure 12 : Les étapes de la scissiparité.

6. Contrôle du cycle cellulaire

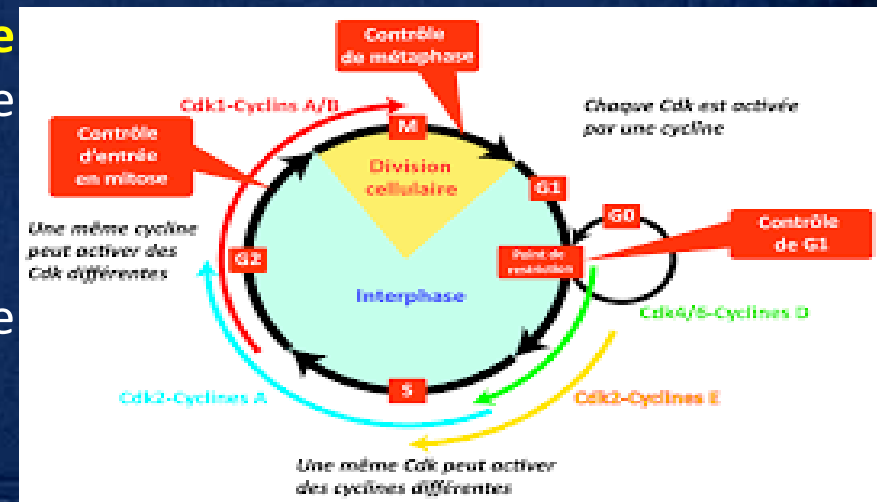
Le bon déroulement du cycle cellulaire dépend des 3 points de contrôle :

G1	S	G2	M
1. Point de départ : Contrôle de la présence de conditions favorables à la croissance.	-	2. Point G2 (entrée en mitose) : Contrôle de la qualité de l'ADN obtenu par réplication qui a eu lieu en phase S.	3. Point M : Contrôle de la séparation correcte des chromatides des chromosomes

Aux points de contrôle (**G1**, **G2** et **M**), le génome est vérifié et réparé au besoin avant l'étape suivante. Si le dommage est trop grand, la cellule se suicide (**apoptose**)

Le franchissement des **3 points de contrôle** est sous la dépendance de trois familles de protéines :

- (1) **les cyclines**
- (2) **les Cdk** (kinases cycline dépendante)
- (3) **les protéines inhibitrices.**



7. Les erreurs mitotiques

Lors de la réplication et de la mitose, il y a une reproduction conforme de la cellule. Mais au sein de la molécule d'ADN des erreurs peuvent survenir donnant lieu à des **mutations génétiques** qui affectent l'individu et aussi l'espèce.

Les **tumeurs** se composent de cellules qui n'obéissent pas aux mécanismes de régulation (tumeur maligne et tumeur bénigne).

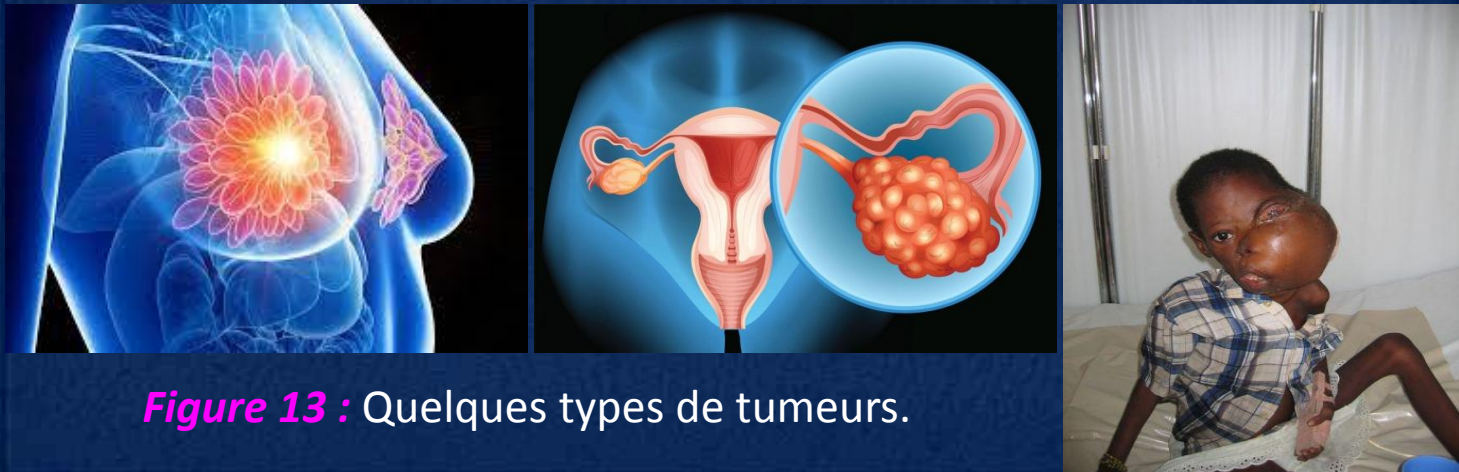


Figure 13 : Quelques types de tumeurs.