

## I- LE CYCLE CELLULAIRE

Un cycle c'est un événement qui se répète. Le cycle cellulaire est une succession de phases commandant des événements importants qui aboutissent à la division cellulaire ou mitose. Il représente l'intervalle de temps séparant deux mitoses. La cellule, au cours de sa vie, va connaître successivement plusieurs phases. Il existe, pour elle, trois options :

- Suivre le cycle de façon continue
- Quitter le cycle temporairement pour entrer dans une phase G0 dite de quiescence
- Quitter le cycle définitivement et mourir, par apoptose, sans participer à une nouvelle division.

## II- ETAPES DU CYCLE CELLULAIRE

### 1- L'INTERPHASE : C'est une phase de croissance cellulaire continue on y distingue :

- **La phase G1** : (environ 12 heures), correspond à la phase de croissance optimale. Les organites sont répartis dans le cytoplasme, et exploités au mieux de leurs capacités. Elle constitue la phase durant laquelle la cellule synthétise de l'ARN et donc, plus tard, des protéines et des enzymes. Durant cette phase, la cellule se différencie.

- **La phase S** : (environ 8 heures), correspond à la synthèse ou réPLICATION de l'ADN, nécessaire à sa future division (mitose). C'est également pendant cette phase que se dupliquent les centrioles du centrosome, ce qui permet la formation de deux asters (centrosome entouré de microtubules rayonnants).

- **La phase G2** : (environ 3 heures), c'est la phase pré-mitotique durant laquelle la cellule synthétise de nouveau, de l'ARN et donc des protéines, en particulier celles nécessaires à l'édition du fuseau cellulaire.

- **La phase G0** : C'est la phase de repos. Lorsqu'une cellule est en phase G0, elle ne prolifère plus temporairement. La plupart des cellules dans un organisme adulte n'est cyclent pas. Ça veut dire qu'elles sont dans un état où il n'y a pas de progrès de G1 vers S. On dit qu'elles sont en quiescence ou G0. Ces cellules en G0 peuvent, par contre, retourner au cycle cellulaire et ré-initier la progression G1-S et la prolifération cellulaire.

**2- LA MITOSE :** La mitose représente l'étape du cycle cellulaire durant laquelle les chromosomes et la cellule se divisent. Elle dure environ 1 heure. Elle correspond à la division cellulaire ou mitose. Elle comporte une succession d'événements pour réorganiser le matériel génétique en chromosomes. La mitose (M) comprend les étapes suivantes : Prophase – Pro métaphase – Métaphase – Anaphase – Télophase.

**A- PROPHASE :** Au début de la mitose, dans le noyau légèrement gonflé, la chromatine commence à se condenser et apparaissent les 2n chromosomes séparés en deux chromatides en même temps le nucléole rentre en résorption. L'enveloppe nucléaire commence à se désagréger. De nombreux changements ont lieu dans le cytoplasme. Les centrosomes, dupliqués en interphase, se séparent et entament leur migration vers les deux pôles diamétralement. Ils formeront les futurs pôles du fuseau mitotique.

**B- METAPHASE :** Elle est caractérisée par une condensation maximale des chromosomes.

Les chromatides sœurs sont alors physiquement liées l'une à l'autre uniquement grâce aux cohésines centromériques. Chaque chromatide de chaque paire de chromosomes est reliée à un pôle opposé du fuseau mitotique par l'intermédiaire des microtubules kinétochoriens. Les kinétochores des centromères de chaque chromosome à deux chromatides se joignent aux microtubules du fuseau mitotique viennent se placer dans le plan équatorial du faisceau et forment ce qu'on appelle la plaque équatoriale.

**C- ANAPHASE :** Elle marque la séparation des chromosomes à deux chromatides en deux lots égaux de chromosomes à une chromatide et le début de leur décondensation.

Chacune des deux chromatides sœurs d'un même chromosome sont tirées vers un pôle opposé de la cellule par les microtubules kinétochoriens, qui se dépolymérisent à mesure de la progression de la migration des chromosomes.

Les microtubules polaires, quant à eux, s'allongent pour préparer la future séparation des deux cellules filles.

**D- TELOPHASE :** A la télophase, les deux lots identiques de chromosomes atteignent les pôles du faisceau de division. Les fibres chromosomiques se raccourcissent de plus en plus, puis disparaissent, de même que les fibres astériennes, alors que les fibres interzonales subsistent dans la région équatoriale. Les chromosomes se désérialisent et des membranes du réticulum endoplasmique viennent s'accorder à eux. En se soudant les unes aux

autres, ces membranes engendrent une nouvelle membrane nucléaire. Les nucléoles se reforment et dans la région équatoriale de la cellule, un étranglement apparaît qui sera de plus en plus net c'est le sillon de division et finalement les deux cellules filles se séparent. Cette dernière étape de la mitose est nommée cytokinèse. Les deux cellules filles qui en résultent ont un noyau à  $2n$  chromosomes qui ne sont plus visibles, ce qui correspond à l'état interphasique en possédant chacune un diplosome.

### III- Les chromosomes :

Un chromosome (du grec *chroma*, couleur et *soma*, corps), est une structure microscopique représentant le support physique des gènes. Il est constitué essentiellement d'ADN et de protéines, le tout constituant la chromatine.

Ils ont la forme d'un bâtonnet chez la plupart des espèces animales et végétales et peuvent se présenter sous forme de V à branches plus ou moins égales. Leur longueur pouvant varier de  $0,2\mu$  à  $50\mu$  et leur diamètre de  $0,2$  à  $2\mu$ . Le plus souvent, ils montrent deux bras formant entre eux un angle et séparés par une construction primaire qui porte le centromère. C'est par son centromère qu'au cours de la division le chromosome se fixera sur les fibres du fuseau le long desquelles il pourra se déplacer. C'est en fonction de la disposition du centromère que nous distinguons les différents types de chromosomes. La position du centromère est définie par le rapport de la longueur du bras court P sur la somme de la longueur du bras court et du bras long Q. **Indice centromérique =  $P/P+Q$ .**



#### La position du centromère et l'indice centromérique

**Chromosome métacentrique (D):** le centromère divise la chromatide en 2 bras égaux (il est en position médiane).

**Chromosome acrocentrique (B) :** le centromère divise la chromatide en 2 bras inégaux: un bras court P, un bras long Q.

**Chromosome télocentrique (A) :** le centromère se confond avec le téloïdème (en fait il est très proche du téloïdème, mais reste une région différente du téloïdème et le bras P est tellement réduit qu'on ne l'observe pas).

Remarque: Le chromosome C est appelé submétacentrique.

L'ADN des chromosomes constitue le matériel héréditaire de la cellule et est transmis de génération en génération de cellule, il est donc le support de l'information génétique. Les chromosomes se trouvent dans les cellules de tous les êtres vivants, en nombre variable et spécifique à chaque espèce. L'espèce humaine en compte 46.

Dans les cellules de l'organisme (diploïdes), les chromosomes vont toujours par paire de taille et de forme identique sauf dans les cellules reproductrices, ou gamètes qui sont des cellules haploïdes et ne possèdent qu'un exemplaire de chaque paire de chromosomes.

Chez l'homme, chaque cellule (exception faite des cellules reproductrices) compte 23 paires de chromosomes dont 22 sont des autosomes ou chromosomes homologues, c'est-à-dire que les deux chromosomes d'une paire sont semblables morphologiquement. Ces paires sont différencierées et numérotées sur des caryotypes, de 1 à 22.

Les chromosomes de la vingt-troisième paire sont les chromosomes sexuels, ou hétérochromosome ou également appelés gonosomes. Ils se présentent d'une manière différente selon le sexe de l'individu. Chez la femme, ils sont tous les deux identiques et appelés X, tandis que chez l'homme, ils sont dissemblables : l'un est le chromosome X et l'autre, plus petit est le chromosome Y.

C'est la même chose pour la majorité des espèces animales. Mais parfois c'est le mâle qui présente les deux chromosomes identiques, c'est le cas des oiseaux, le mâle porte la paire ZZ et la femelle ZW.

## **EXERCICES**

**Exercice N°1** : une cellule mère ayant subit 7 mitoses successive aura donné naissance à combien de cellules filles.

**Réponse**

.....  
.....  
.....  
.....

**Exercice N°2**: un chromosome possédant un indice centromérique (IC) de 0,25 et un bras court (l) mesurant 0,2 µm. Quelle est la longueur de son bras long (L) ?

- Quelles sont les valeurs extrêmes que peut prendre l'Ic ?
- Quel est l'Ic d'un chromosome métacentrique ?
- Quel est l'Ic d'un chromosome télocentrique ?

**1ere question : calcule du bras long du chromosome**

❖ .....

.....  
.....  
.....  
.....

**2eme question : les valeurs extrêmes que peut prendre l'Ic**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Exercice N°3**: Un certain nombre d'expériences ont été menées sur un poisson adulte.

A) La quantité d'ADN contenue dans les cellules d'un poisson adulte a été mesurée dans différents tissus : - Foie : 1,38 mg d'ADN pour  $4,3 \times 10^8$  cellules.

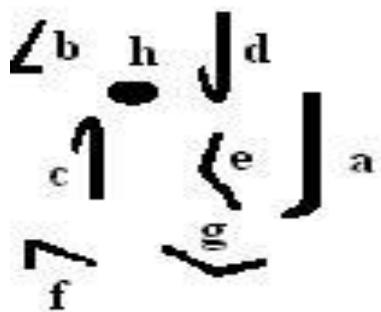
    - Spermatozoïdes : 1,16 mg d'ADN pour  $7,1 \times 10^8$  cellules.

1) quelle est la teneur d'ADN exprimée en mg d'ADN par cellule pour chaque type cellulaire ?

2) Comment expliquez-vous les différences observées entre les 02 types cellulaires ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

- B)** Voici une représentation des chromosomes de ce poisson.
- 1) Appariez les chromosomes 2 à 2 en les désignant par leurs lettres.
  - 2) pouvez-vous dire s'il s'agit d'une cellule provenant d'un mâle ou d'une femelle.



Questions	Réponse
1	
2	

**Exercice N°4 :** La lignée de cellules CCL 39 se divise toutes les 24h en culture. A l'observation, la proportion de cellules en mitose d'une culture asynchrone (dont toutes les cellules se divisent pas en même temps) semble toujours constante de l'ordre de 4,2%, on peut à l'aide d'un cytomètre et d'un colorant de l'ADN, estimer la proportion de cellules ayant une quantité donnée d'ADN : on trouve 50% des cellules ont une quantité 2C ADN, 16,7% une quantité 4C ADN et 33% une quantité intermédiaire entre 2C et 4C ADN.

En admettant que la chance d'observation d'une phase du cycle cellulaire sont proportionnelles à la longueur de cette phase, estimez la durée des différentes phases du cycle de ces cellules.

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....