

1

Divisions cellulaires et réplication de l'ADN pendant le cycle cellulaire 2 leçons regroupées

Introduction: Les animaux adultes sont souvent constitués de milliards de cellules qui ont toutes le même patrimoine héréditaire. Or, elles proviennent toutes d'une cellule, la cellule - oeuf.

Au cours du développement, les cellules doivent synthétiser de l'ADN et répartir les nouvelles molécules d'ADN dans les jeunes cellules de manière équitable.

Problème à résoudre: comment?

1) Cycle cellulaire et états de condensation des chromosomes

On appelle « cycle cellulaire », la période qui s'étend depuis la formation d'une cellule jusqu'au moment elle se divise elle-même.

*Le cycle cellulaire comporte 2 phases : A) l'interphase : c'est le moment où la cellule n'est pas entrain de se diviser. Cette phase peut elle-même est subdivisée en 2 périodes : * la phase G1 : pendant laquelle la cellule synthétise des protéines et exprime son patrimoine héréditaire. A ce stade, les chromosomes ne sont constitués que d'une seule chromatide * la phase S : pendant laquelle la cellule produit de nouvelles molécules d'ADN. C'est à cet instant là que la quantité d'ADN contenue dans la cellule double. * Et la phase G2 où chaque chromosome est formé de 2 filaments encore bien décondensés B) et la mitose: pendant laquelle les chromosomes bien visibles, se répartissent entre les 2 cellules filles.*

2) états de condensation des chromosomes et étapes du cycle cellulaire

L'ADN est une molécule enroulée en hélice.

Pendant l'interphase, le degré d'enroulement est faible: on dit que l'ADN et les chromosomes sont décondensés. Dans cet état, ils ne sont visibles qu'au microscope

électronique. Ce faible enroulement facilite la synthèse de nouveaux brins d'ARN et d'ADN.

Au début des divisions cellulaires, l'ADN s'enroule fortement: les chromosomes deviennent alors visibles au microscope optique. On dit qu'ils sont condensés. Cet état rend plus facile le déplacement des chromosomes d'un point à l'autre de la cellule.

Une fois les divisions cellulaires terminées, l'ADN se décondense et le cycle recommence .

Les chromosomes et l'ADN subissent donc une alternance de condensation et de décondensation, au cours du cycle cellulaire.

2

II Mitose et conservation du nombre de chromosomes

C'est pendant cette phase du cycle cellulaire que se produit la division cellulaire. Elle est également appelée « mitose ».

Elle se déroule en 4 étapes : * la prophase : durant cette phase, les chromosomes dupliqués se condensent et deviennent visibles au microscope optique. Ensuite, l'enveloppe nucléaire éclate et les chromosomes commencent à se déplacer. * La métaphase : les chromosomes se concentrent dans une zone étroite souvent située au centre de la cellule. * L'anaphase : les chromatides de chaque chromosome se séparent et migrent vers les pôles de la cellule. * Et enfin la télophase : les chromosomes se décondensent et l'enveloppe nucléaire se reconstitue.

Cette phase est généralement suivie d'une division du cytoplasme.

A l'issue de la mitose, on obtient 2 cellules ayant exactement le même nombre de chromosomes que la cellule initiale.

La morphologie des chromosomes est également identique, chez les 2 cellules.

III Méiose et réduction du nombre de chromosomes 1) caryotype des cellules d'un individu

La plupart des cellules de l'organisme participent à son fonctionnement. Ces cellules sont qualifiées de « cellules somatiques ». L'analyse de leur caryotype fait apparaître qu'elles possèdent un nombre pair de chromosomes et qu'ils peuvent être regroupés par paires de chromosomes « semblables » (= homologues). Comme les cellules somatiques possèdent l'information génétique en 2 exemplaires, on dit qu'elles sont diploïdes. Le nombre de chromosomes qu'elles contiennent est noté « $2n$ ».

En revanche, les chromosomes des spermatozoïdes et des ovules ne peuvent pas être groupés par paires d'homologues : ils n'ont l'information génétique qu'en un seul exemplaire : on dit qu'ils sont « haploïdes » et le nombre de chromosomes qu'on y trouve est noté « n ».

Pourtant, elles sont issues de cellules à $2n$ chromosomes.

2) méiose et réduction du nombre de chromosomes

La méiose désigne un ensemble de 2 divisions qui aboutit à la formation de 4 cellules haploïdes.

Comme lors des divisions classiques (= mitoses), la première division de la méiose est précédée d'une répllication de l'ADN. Au début de cette division, les cellules contiennent $2 \times 2n$ chromosomes dédoublés.

3

Lors de la prophase, l'enveloppe nucléaire éclate. Ensuite, les chromosomes homologues se rapprochent et s'accolent sur toute leur longueur. Pendant la métaphase, les chromosomes se disposent sur le plan équatorial. Durant l'anaphase, ce sont les chromosomes homologues qui se séparent et non les chromatides comme dans le cas d'une mitose. A l'issue de la télophase, 2 cellules s'individualisent. Les cellules qui résultent de cette division ne contiennent plus qu'un seul exemplaire de chaque paire d'homologues. Le nombre de chromosomes a donc été réduit : on parle de « division réductionnelle ». Cependant, la quantité d'ADN reste la même : en effet, on est passé de

cellules à $2n$ chromosomes simples à des cellules à n chromosomes dédoublés ($2n = n \times 2$).

La 2^o division n'est pas précédée d'une réplication de l'ADN. La membrane nucléaire n'a pas le temps de se reformer. Cette division ressemble beaucoup à une mitose. Ici, la prophase est de courte durée. Lors de l'anaphase, ce sont les chromatides de chaque chromosome qui s'éloignent. Cette division a reçu le nom de « division équationnelle ». On obtient alors 2 cellules à n chromosomes simples et la quantité d'ADN est divisée par 2.

Remarque :

Si la 2^o division ressemble à une mitose, la 1^o présente 2 différences majeures par rapport à une division classique : accolement des chromosomes homologues et formation de « ponts » entre ces chromosomes : on parle aussi de « chiasmas », séparation des chromosomes homologues et non des chromatides lors de l'anaphase.

4

IV Réplication de l'ADN et conservation du patrimoine héréditaire Nathan nouveau pages 44 et 45

Pour obtenir 2 cellules identiques à partir d'une seule, il est nécessaire que les molécules d'ADN soient dupliquées. Cette réplication de l'ADN se produit pendant la phase S du cycle cellulaire.

3 modèles ont été proposés pour rendre compte de cette duplication : * le modèle dispersif : où chaque molécule fille est un mélange de fragments anciens et nouveaux. * le modèle conservatif : les 2 brins d'ADN restent associés et se retrouvent dans une seule des 2 cellules filles. * et le modèle semi - conservatif : où chaque molécule « fille » d'ADN hérite d'un brin ancien et d'un brin nouveau.

Activité :

Questions 1,2 et page 18

Si le modèle conservatif est valable alors on devrait obtenir un brin d'ADN lourd et un brin d'ADN léger. Si les autres modèles sont bons, On devrait avoir des molécules de densité intermédiaire en première génération. Les mesures font apparaître une densité intermédiaire pour les molécules d'ADN obtenues en première génération. Le modèle semi - conservatif est donc validé.

La réplication de l'ADN se déroule donc en 3 phases (voir animation) : écartement des 2 brins d'ADN, fixation des nucléotides libres par complémentarité des bases, et liaison des nucléotides ainsi fixés.

Le mécanisme de synthèse de l'ADN serait donc voisin de celui de la transcription.

Comme cette dernière, la synthèse d'ADN nécessite des enzymes (ici ADN - polymérase s) des nucléotides libres et de l'énergie.

Enfin, durant cette phase, les chromosomes sont déroulés et presque invisibles.

A l'issue de la phase, chaque chromosome comporte 2 chromatides rigoureusement identiques. Conclusion générale :

Au cours du cycle cellulaire, 2 mécanismes maintiennent l'intégrité de l'information génétique, à savoir : * la complémentarité des bases azotées lors de la phase S * et la séparation des chromatides de chaque chromosome lors de la phase G et plus précisément de l'anaphase.