

51 Vers l'épreuve écrite : rédiger un texte argumenté

SUJET

Montrer comment la réplication de l'ADN et la mitose permettent la reproduction conforme des cellules.

Exemple de corrigé

Remarques

- Le texte proposé ci-dessous n'est qu'un exemple : sa construction (plan, choix des schémas) et sa longueur (arguments sélectionnés) peuvent être modulées selon la durée de l'épreuve.
- Le texte argumenté peut contenir soit des « petits » schémas dans les différents paragraphes, soit un schéma bilan, soit les deux.

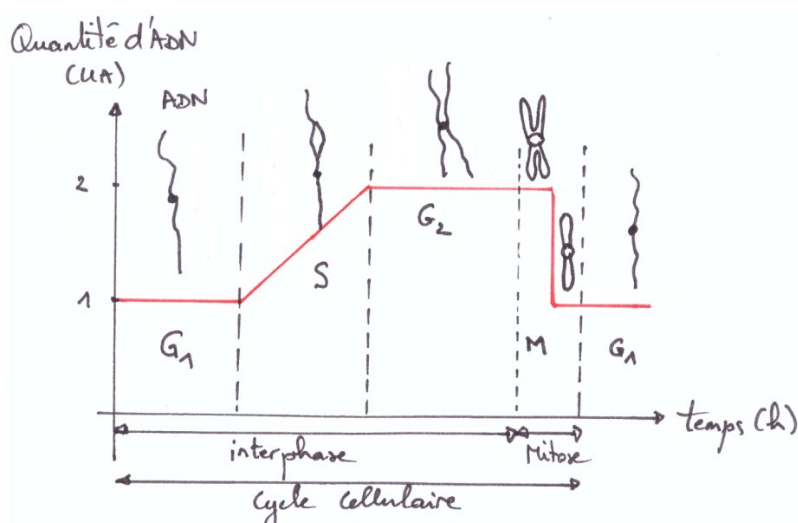
Dans cet exercice, le schéma bilan est obligatoire car demandé dans la consigne.

La fécondation forme une cellule-œuf qui se multiplie pour produire un organisme. Cela est permis par la mitose, une division cellulaire précédée par la réplication de l'ADN qui copie le matériel génétique. Comment la réplication de l'ADN et la mitose permettent-elles la reproduction conforme des cellules ? Dans un premier temps, nous verrons que la réplication permet de former une copie quasi exacte de l'ADN. Puis nous verrons que la mitose partage équitablement les copies formées par la réplication.

I. Réplication et copie de l'ADN

a. Place de la réplication dans le cycle cellulaire

La réplication correspond à la phase S (synthèse) qui a lieu entre la phase G₁ et la phase G₂ du cycle cellulaire. Ces trois phases (G₁, S et G₂) correspondent à l'interphase durant laquelle les chromosomes sont décondensés et accessibles aux enzymes telles que l'ADN polymérase.



Graphique de l'évolution de la quantité d'ADN et de l'aspect des chromosomes au cours du cycle cellulaire

On peut identifier les différentes phases du cycle cellulaire grâce à la quantité d'ADN présente dans chaque cellule et en observant la forme des chromosomes. La réplication (phase S) correspond au doublement de la quantité d'ADN : il y a une copie du matériel génétique. Ceci permet le passage de chromosomes simples (monochromatidiens) à des chromosomes doubles (bichromatidiens).

b. Réplication semi-conservative : l'expérience de Meselson et Stahl

Au milieu du XX^e siècle, les scientifiques envisagent trois hypothèses concernant la réplication. Meselson et Stahl ont déterminé les modalités de la réplication en marquant l'ADN avec de l'azote radioactif (^{15}N : azote lourd). Ils réalisent ensuite plusieurs réplications sur un milieu avec de l'azote non radioactif (^{14}N : azote léger). Ils distinguent ensuite les molécules par centrifugation et par leur masse moléculaire (azote lourd/léger).

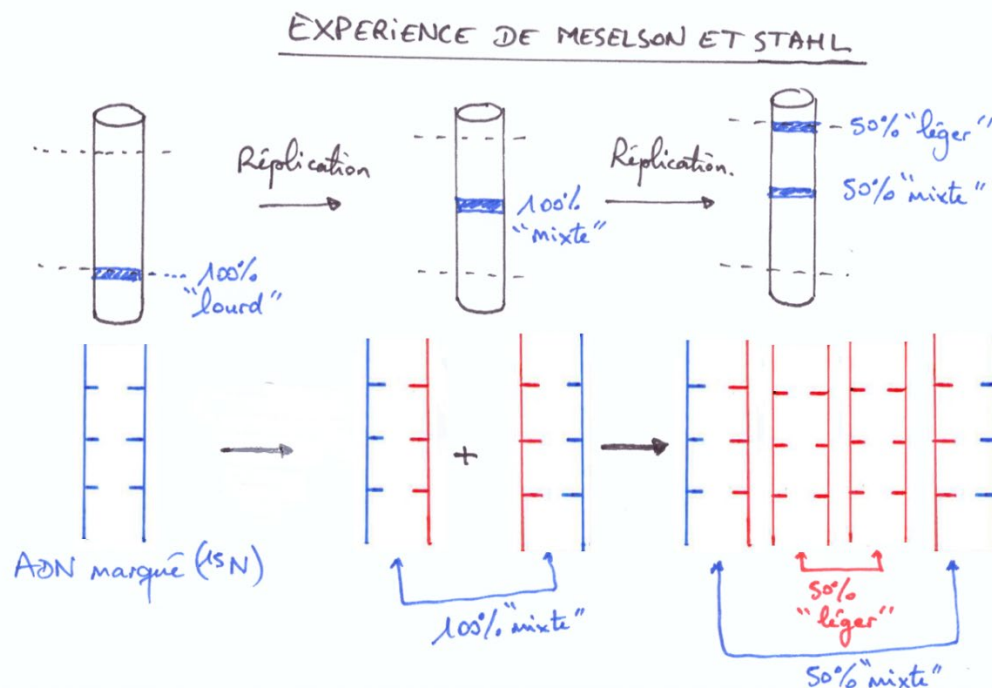
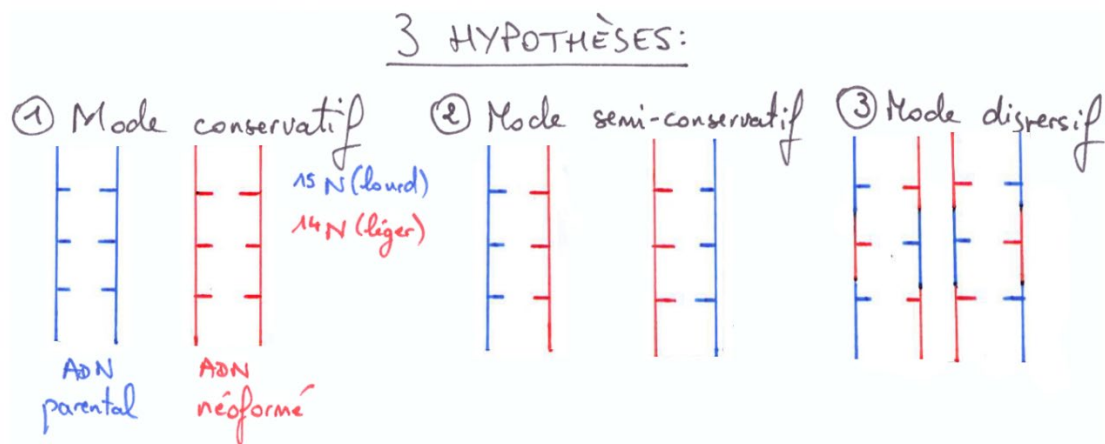


Schéma des hypothèses de réplication et des résultats et interprétation de l'expérience de Meselson et Stahl

Après une première répllication, ils observent que toutes les molécules d'ADN sont mixtes (mélange d'azote lourd et léger), ce qui indique que les molécules produites ne suivent pas une répllication conservative. Après une deuxième répllication, ils obtiennent 50 % d'ADN mixte et 50 % d'ADN léger, ce qui invalide le mode dispersif qui produirait 100 % d'ADN mixte. La répllication est donc semi-conservative : elle produit des molécules d'ADN composées d'un brin préexistant, dit brin parental, et d'un nouveau brin, dit brin néoformé.

c. Le mode d'action de l'ADN polymérase

La répllication a lieu dans le noyau. Les deux brins d'ADN vont s'ouvrir, ce qui forme un œil de répllication, et permettre l'action de l'enzyme ADN polymérase. Cette enzyme se fixe sur un brin d'ADN parental pour produire un brin d'ADN néoformé contenant les nucléotides complémentaires du brin parental. La répllication a lieu sur les deux brins parentaux, ce qui permet de former deux molécules d'ADN complètes : l'ADN est donc entièrement copié.

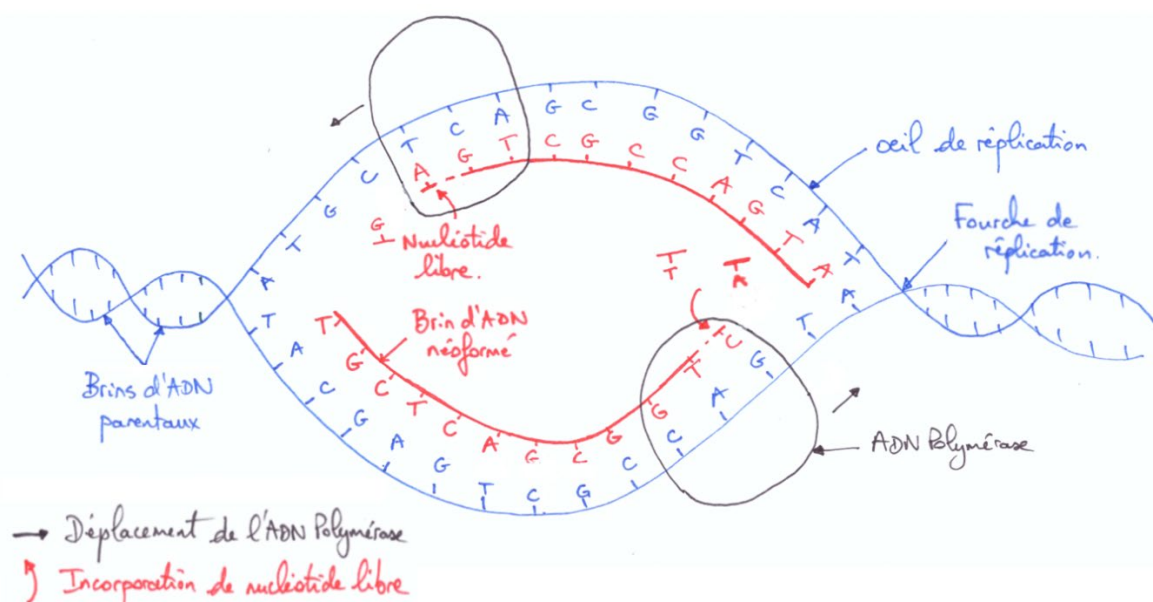


Schéma des modalités moléculaires de la répllication

Nous venons de voir que la répllication correspond à la phase S du cycle cellulaire qui permet la copie complète et quasi-exacte de l'ADN pour former des chromosomes à deux chromatides à partir de chromosomes à une chromatide. Nous allons maintenant étudier la mitose qui va permettre le partage équitable des copies d'ADN formées par la répllication.

II. Mitose et partage équitable de l'ADN

a. Place de la mitose (phase M) dans le cycle cellulaire

La mitose correspond à la division d'une cellule mère pour former deux cellules-filles. L'étude des cellules en division peut se faire au microscope optique en colorant les chromosomes. Ceux-ci deviennent nettement visibles au moment de la mitose car ils se condensent sous forme de chromosomes mitotiques.

L'étude de la quantité d'ADN (voir graphique I. a.) montre qu'elle diminue brutalement de 2 UA à 1 UA durant la mitose. Il y a donc une séparation de l'ADN en deux parts égales.

b. Les phases de la mitose

Les observations microscopiques montrent que la mitose comprend quatre phases (voir schéma bilan) :

- la prophase : les chromosomes se condensent et l'enveloppe nucléaire disparaît ;
- la métaphase : les chromosomes se placent au centre de la cellule, avec leurs centromères alignés sur la plaque métaphasique ;
- l'anaphase : les chromatides de chaque chromosome double se séparent et migrent chacune à un pôle de la cellule ;
- la télophase : les chromatides ainsi isolées reforment deux lots de chromosomes simples. L'enveloppe nucléaire va alors se reconstituer et les chromosomes vont se décondenser.

c. L'évolution de la quantité d'ADN et reproduction conforme

La mitose forme deux cellules-filles diploïdes ($2n$) à partir d'une cellule-mère également diploïde. Les cellules-filles ont le même patrimoine génétique que la cellule-mère. En effet, si on étudie le cas d'une cellule-mère à $2n = 4$, on comprend que celle-ci possède 4 chromosomes (2 paires), qui sont d'abord simples (phase G1 et S) puis qui deviennent doubles (phase S). Les deux chromatides formés se séparent lors de l'anaphase de la mitose. Ainsi, il y a toujours 2 paires de chromosomes (simples ou doubles) dans la cellule : c'est une reproduction conforme (voir schéma bilan).

La réplication (phase S) permet la copie quasi exacte de l'ADN par l'ADN polymérase, ce qui produit des chromosomes doubles (quantité d'ADN doublée). Ensuite, la mitose permet la condensation des chromosomes et la séparation des chromatides au cours de l'anaphase, ce qui forme des chromosomes simples, qui sont répartis équitablement dans les deux cellules-filles. Ces processus présentent parfois des erreurs, telles que des mutations.

Schéma bilan page suivante

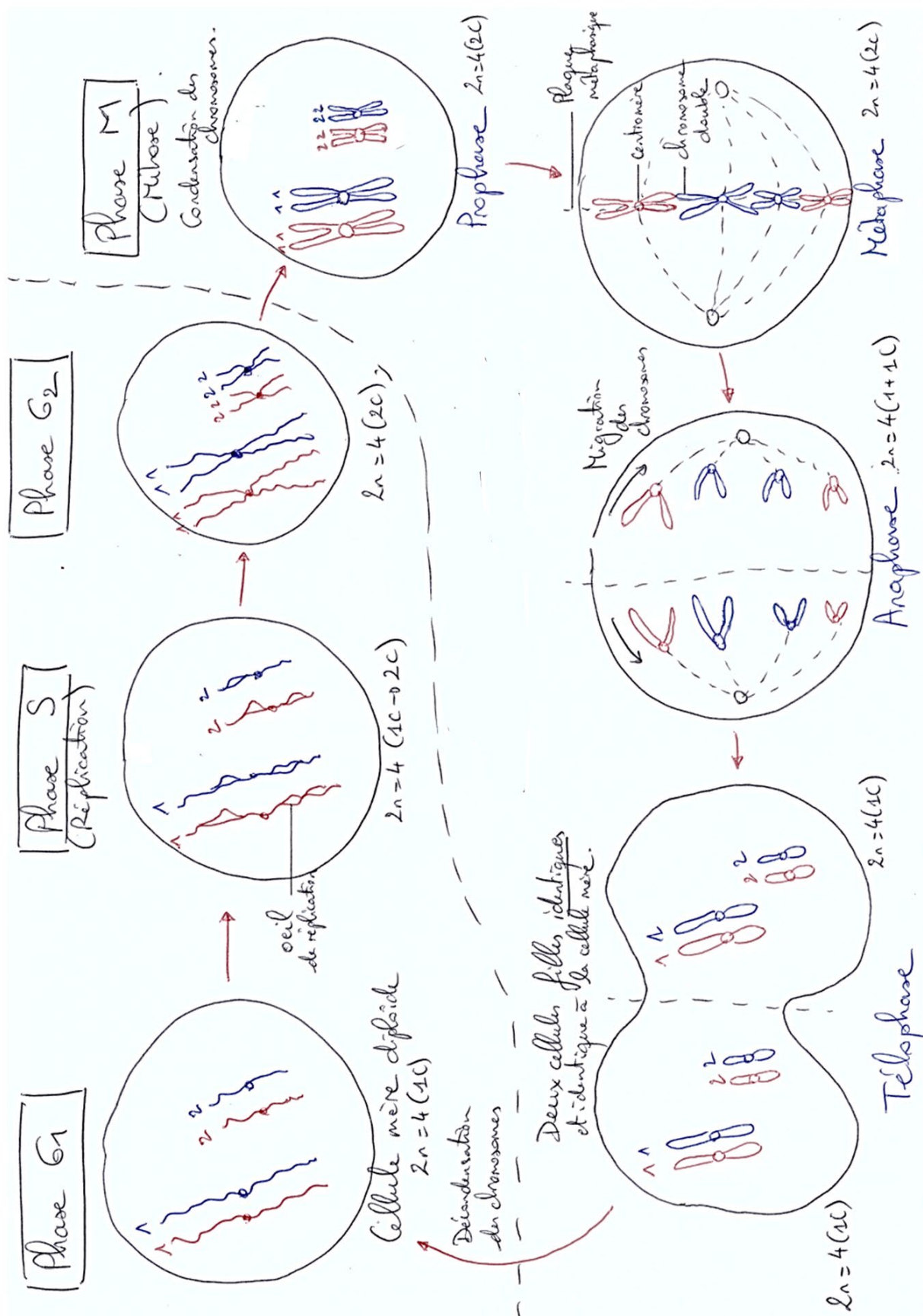


Schéma bilan du cycle cellulaire et de la reproduction conforme d'une cellule