

THEME 1A - Expression, stabilité et variation du patrimoine génétique

## TP1 - Le maintien du matériel génétique au cours du cycle cellulaire

La construction d'un organisme débute juste après la **fécondation** de l'ovule par le spermatozoïde, qui produit une cellule unique appelé **zygote**. Un humain adulte de 75 kg est constitué d'environ 100 000 milliards de cellules équipées du même patrimoine génétique. On se demandera donc quelles sont les processus nécessaires pour obtenir autant de cellules à partir d'une seule mais également quels sont les étapes préalables permettant de préserver l'intégrité du matériel génétique dans toutes les cellules.

**Problématique : Comment le cycle cellulaire permet-il de maintenir l'intégralité de l'information génétique dans toutes les cellules?**

**Matériel :**

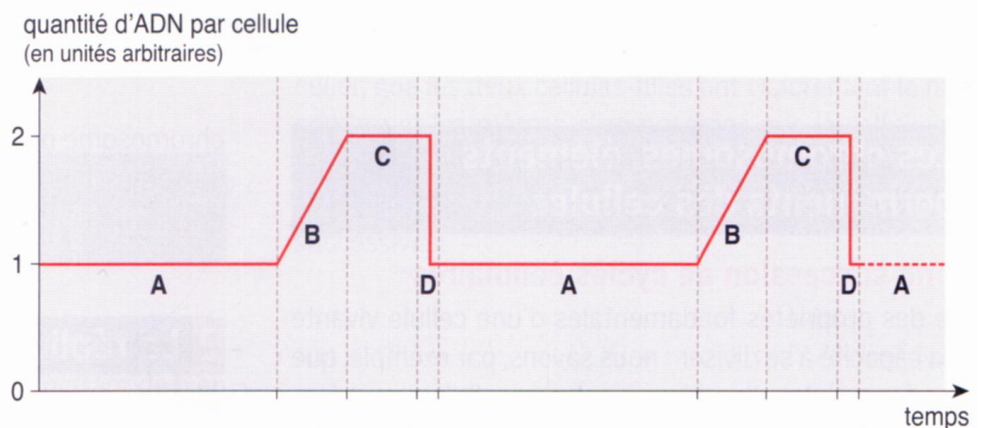
- Documents A à E
- Votre livre p12-13 et 18-19
- Fiche Bilan « Le cycle cellulaire »

Activités et déroulement des activités	Capacités	Barème
<p><b><u>Problème 1 : Comment se comporte le matériel génétique au cours du cycle cellulaire ?</u></b></p> <p><b>1- Décrivez succinctement le <u>document A</u></b> afin de montrer quelles sont les 2 étapes nécessaires au maintien de la quantité d'ADN au cours du cycle cellulaire. Identifiez également les différentes phases du cycle cellulaire grâce au <b><u>document B</u></b>.</p> <p><b>2- Analysez le <u>document C</u> afin de décrire l'aspect des chromosomes au cours des différentes phases du cycle</b></p> <p><b>3- Reportez les informations obtenues sur la fiche « Le cycle cellulaire ».</b></p> <p><b><u>Problème 2 : Comment doubler la quantité d'ADN ?</u></b></p> <p><b>4- Exploitez les informations du <u>document D</u></b> pour déterminer les deux hypothèses permettant d'aboutir à production de 2 molécules d'ADN à partir d'une seule.</p> <p><b>5- Exploitez les informations du <u>document E</u></b> pour valider une de vos hypothèses. Vous expliquerez sous forme de schémas la réplication de l'ADN (bleu pour ADN normal, rouge pour ADN radioactif).</p> <p><b>6- Reportez les informations obtenues sur la fiche « Le cycle cellulaire ».</b></p> <p><b>7- Rangez et nettoyez</b> votre espace de travail.</p>	<p><b>Appliquer une démarche explicative</b></p> <p><b>Appliquer une démarche explicative</b></p> <p><b>Réaliser un schéma fonctionnel</b></p> <p><b>Appliquer une démarche explicative</b></p> <p><b>Réaliser un schéma fonctionnel</b></p> <p><b>Gérer et organiser le poste de travail</b></p>	

## Document A : Quantité d'ADN au cours du cycle cellulaire

Ce graphique présente l'évolution de la quantité d'ADN d'une cellule au cours du temps. À l'issue d'une division, on ne prend en compte que la quantité d'ADN dans l'une des cellules.

Les mesures ont été effectuées après incorporation de nucléotides radioactifs et sont présentées en unités arbitraires.



## Document B : Les étapes du cycle cellulaire

**G<sub>2</sub> = Intervalle entre S et M**

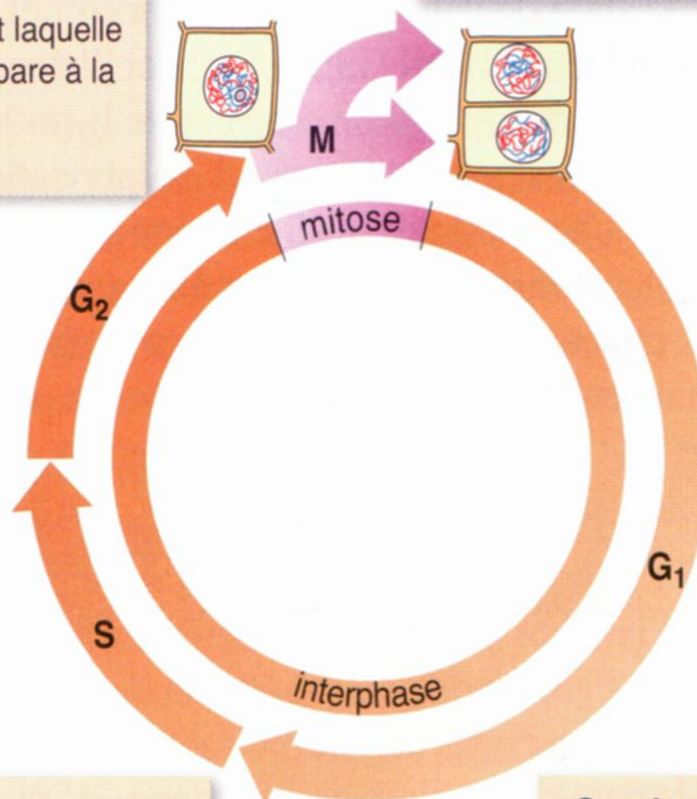
Période pendant laquelle la cellule se prépare à la mitose.

**Durée : 2 à 6 h.**

**M = Mitose**

Période pendant laquelle les chromosomes sont très condensés et pendant laquelle a lieu le partage du matériel génétique.

**Durée : 1 à 2 heures.**



**S = Synthèse d'ADN**

Phase au cours de laquelle a lieu la réplication de l'ADN.

**Durée : 6 à 20 h.**

**G<sub>1</sub> = Intervalle entre M et S**

La cellule synthétise les protéines nécessaires à sa croissance et à ses fonctions.

**Durée : de quelques heures à plusieurs années.**

### Document C : Observation du matériel génétique au cours du cycle cellulaire.

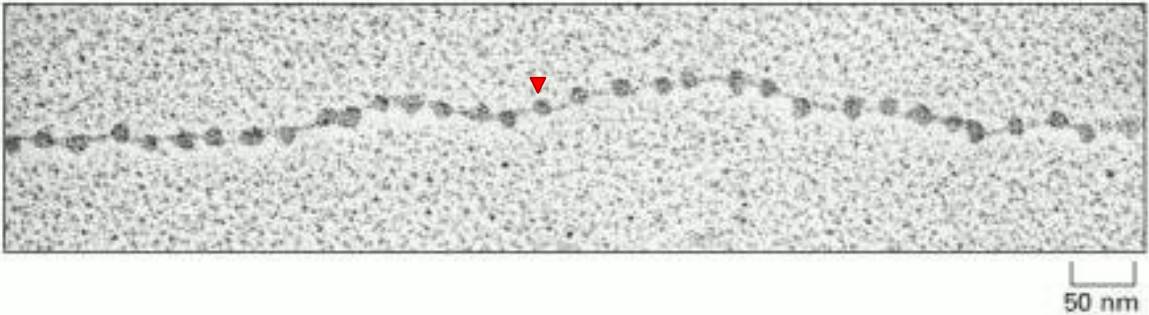
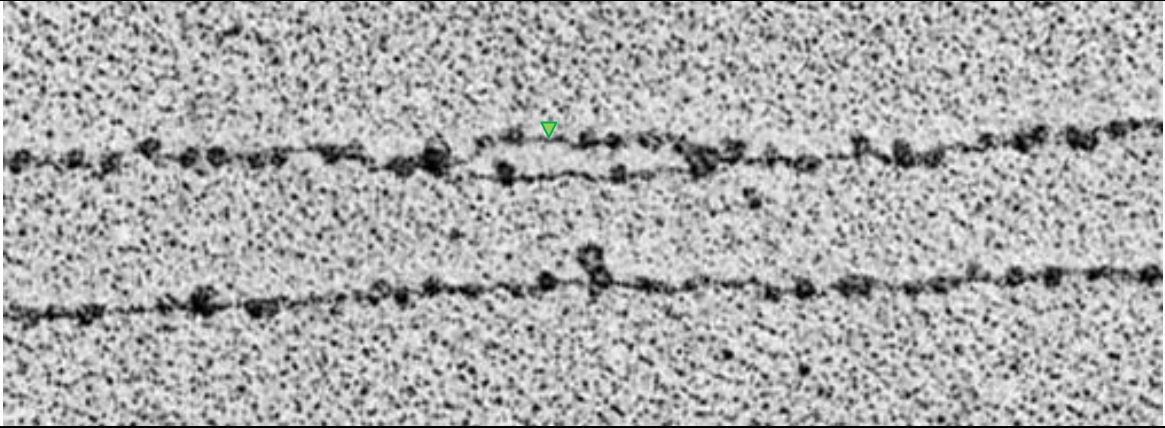
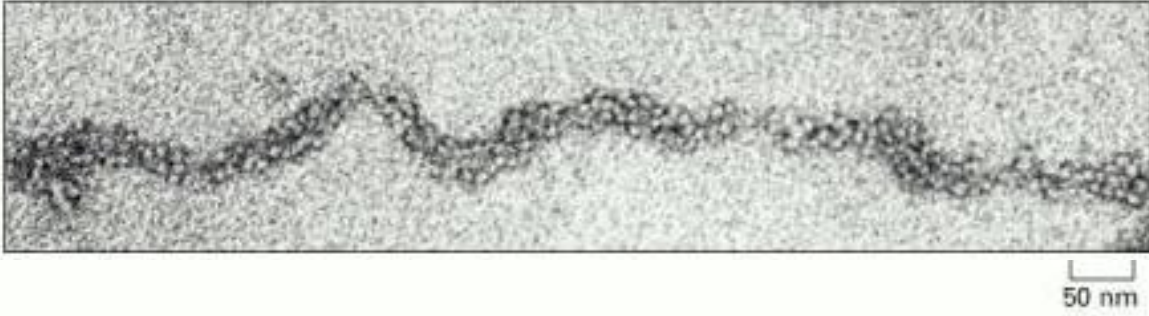
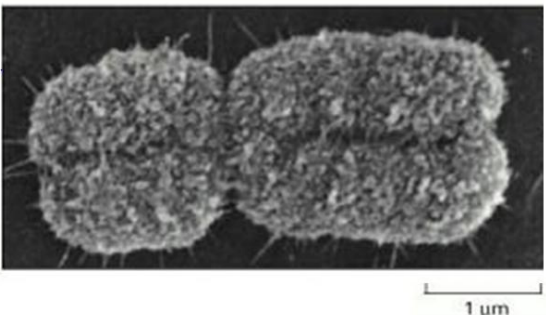
Les observations de l'ADN ont été réalisées grâce au microscope électronique à transmission (MET) qui permet d'agrandir très fortement les structures.

Lors de la phase G1, l'ADN est alors observé sous la forme d'un filament (1 chromatide) unique, très fin, et présentant des sortes de « perles » (flèche rouge) appelés **nucléosomes** (ce sont des protéines qui maintiennent l'ADN). On dit que l'ADN est **décondensé**.

Lors de la phase S, on observe des structures en forme d'ellipse appelés « **yeux de réplication** ».

Lors de la phase G2, on observe que l'ADN est alors formé de 2 filaments. L'ADN comporte alors 2 chromatides.

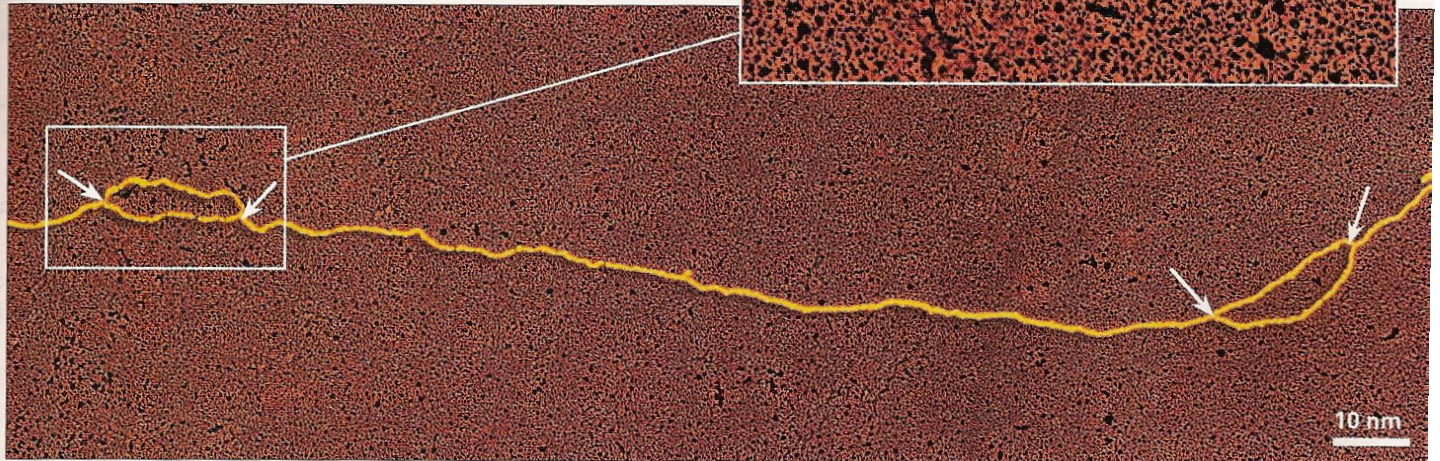
Lors de la mitose (M), l'ADN est **condensé** sous la forme d'un chromosome. Ce chromosome est en forme de X : il comprend 2 chromatides (chromosome bichromatidien).

Phases	Observation microscopique
Phase G1	
Phase S	
Phase G2	
Phase M	

## Document D : Morphologie de l'ADN lors de la réplication (observation au MET) :

- Les flèches indiquent les zones d'ouverture de la molécule d'ADN et délimitent un **œil de réplication** : c'est une région dans laquelle l'ADN a été répliqué à l'intérieur d'une région plus longue non répliquée.

- Les zones d'ouverture, ou fourches de réplication, d'un œil progressent en sens inverse. Elles sont le siège de la copie de l'information génétique par complémentarité des bases et polymérisation des nucléotides par une enzyme : l'ADN polymérase.



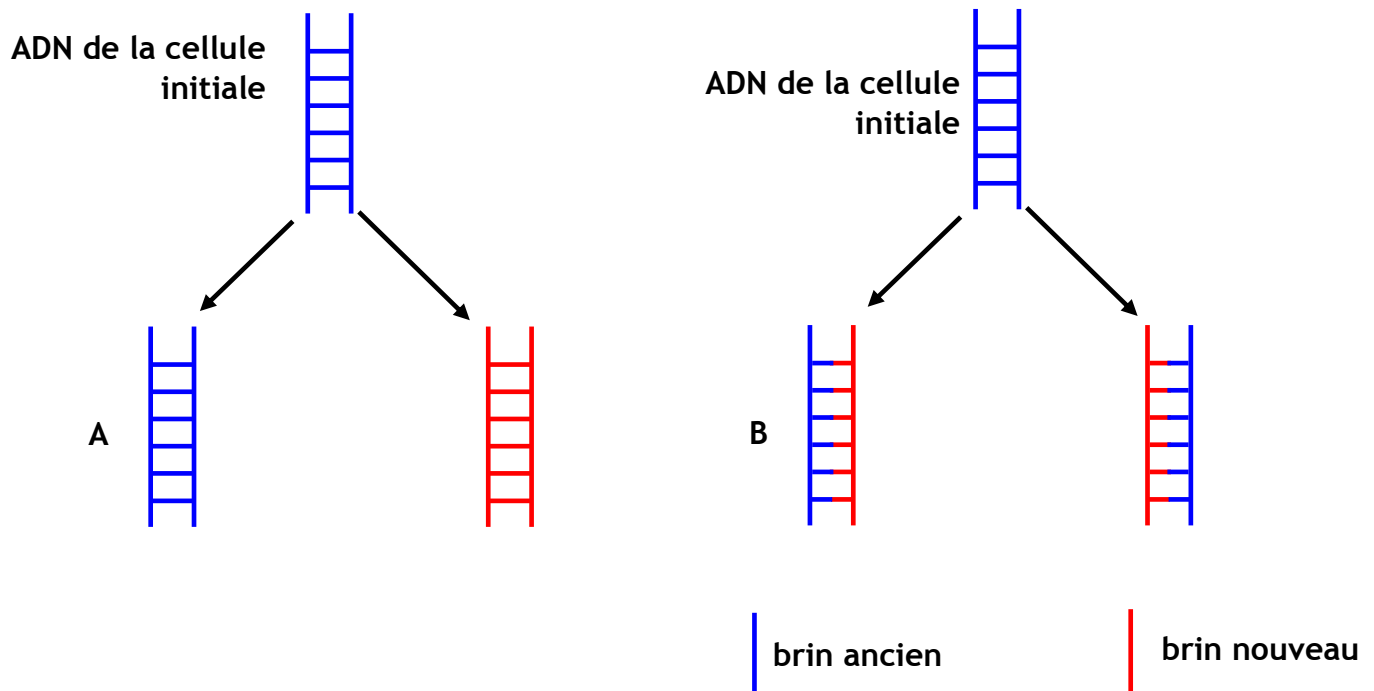
■ Molécule d'ADN (MET, fausses couleurs). On remarque deux yeux de réplication.

### Hypothèses :

#### **Les 2 théories de la duplication de l'ADN (jusqu'en 1958)**

A : la théorie ségrégative : une cellule -fille hérite d'une molécule d'ADN nouvelle et l'autre cellule -fille reçoit l'ancienne molécule.

B : la théorie semi -conservative : chaque cellule -fille hérite d'une molécule formée d'un brin ancien et d'un brin nouveau.



## Document E : Nature de la réplication : les expériences de Meselson et Stahl

Afin de tester ces hypothèses, Meselson et Stahl ont réalisé des expériences sur des bactéries (cellules procaryotes : sans noyau) en 1958.

Exploiter les informations apportées par les expériences de Meselson et Stahl pour valider une de vos hypothèses. Vous expliquerez sous forme de schémas la réplication de l'ADN (bleu pour ADN normal, rouge pour ADN radioactif).

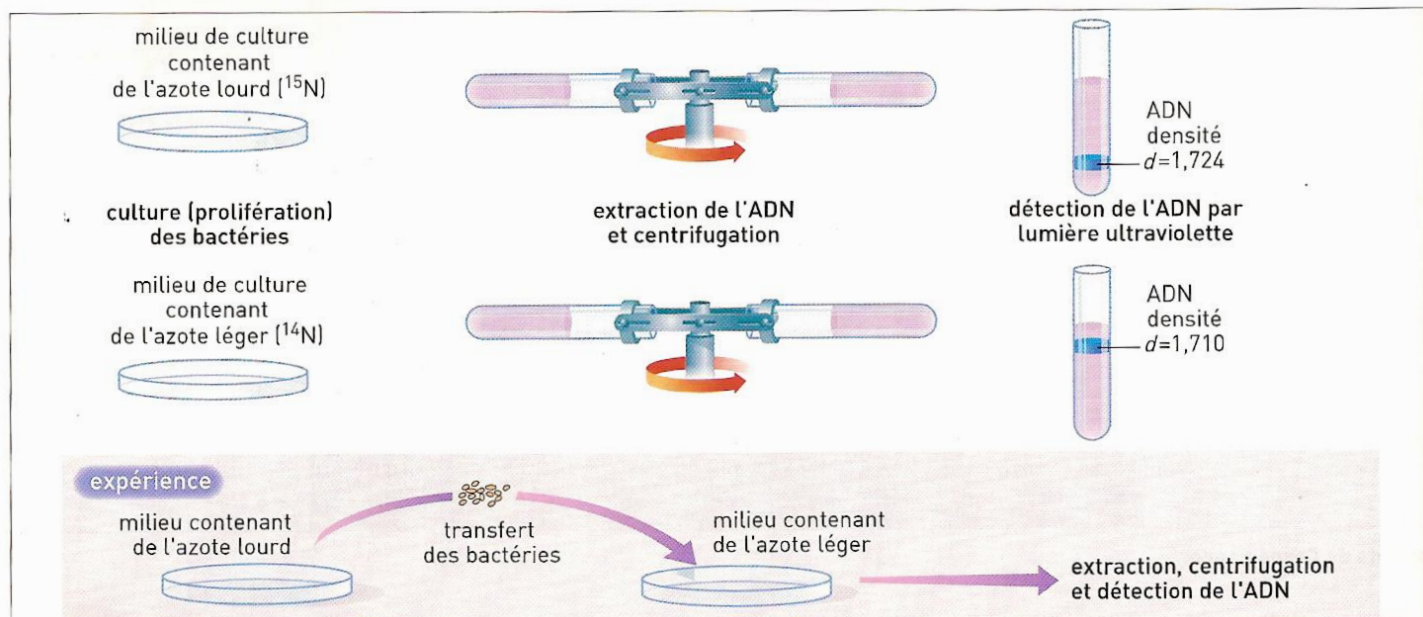
**Pour cela, répondez aux questions suivantes :**

1. Expliquer comment il est possible de différencier l'ADN marqué par l'isotope  $^{15}\text{N}$  de l'ADN dans cette expérience.
2. Relever la densité de l'ADN obtenue après une première division, au premier prélèvement et préciser combien il y a de types d'ADN.
3. Expliquer à quelle seule condition il est possible d'obtenir ce résultat.
4. En utilisant du bleu pour représenter l'ADN normal et du rouge pour l'ADN radioactif, schématiser le ou (les) ADN obtenu(s).
5. Expliquer en quoi les résultats du deuxième prélèvement confirment cette hypothèse de réplication.
6. Schématiser les ADN obtenus.
7. Si un troisième prélèvement était effectué, schématiser l'aspect du tube obtenu.

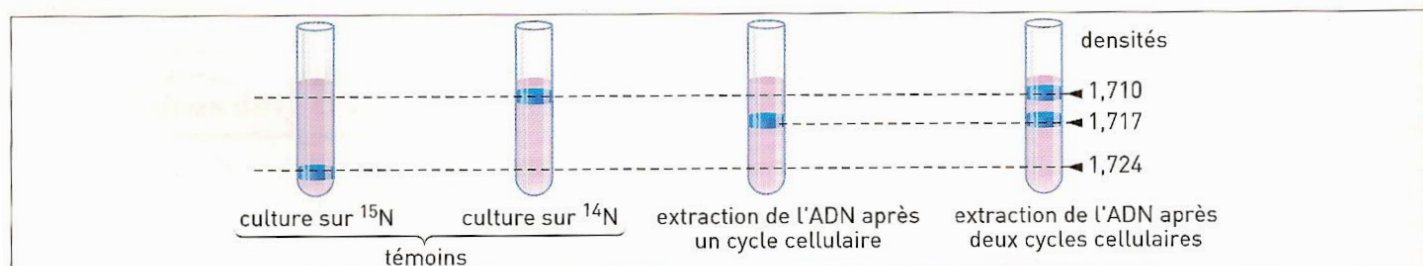
- Trois hypothèses peuvent être formulées pour la réplication de l'ADN : conservative, semi-conservative ou dispersive.
- Pour faire un choix entre ces hypothèses, Meselson et Stahl réalisèrent en 1958 une série d'expériences sur les bactéries. Ils utilisèrent les isotopes lourd ( $^{15}\text{N}$ ) et léger ( $^{14}\text{N}$ ) de l'azote, l'un des atomes constitutifs de l'ADN.
- Des bactéries sont cultivées pendant de nombreuses générations sur un milieu ne contenant que de l'azote lourd ( $^{15}\text{N}$ ).

Elles sont prélevées puis transférées sur un milieu contenant de l'azote léger ( $^{14}\text{N}$ ).

- Des bactéries sont prélevées à différents moments et l'ADN extrait est soumis à une centrifugation. Pendant la centrifugation, les fragments d'ADN se positionnent dans le tube en fonction de leur densité : la densité de la molécule d'ADN est directement liée à la proportion des atomes d'azote  $^{14}\text{N}$  ou  $^{15}\text{N}$  qu'elle contient.



Document 1. Schéma du protocole expérimental.



Document 2. Résultats de l'expérience de Meselson et Stahl (1958).