



THEME 1A - Transmission, variation et expression du patrimoine génétique

TP1 - Le cycle cellulaire et le maintien de l'information génétique



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 quelles sont les étapes préalables permettant de maintenir la même quantité de matériel génétique dans toutes les cellules.

Problème : Comment les cellules procèdent-elles pour ne pas perdre de matériel génétique au cours de leurs divisions ?

Matériel : - Documents 1 à 6 - Manuel BELIN p16-17 et 22-23 - Tableau à compléter (hypothèses de réplication)	Aide : - <i>Apport de connaissances : rappel structure ADN (cours 2nde)</i> - <i>Aide METHODE Tableau à double entrée</i> - <i>Fiche Protocole – Expériences de Meselson et Stahl</i>
---	---

Activités et déroulement des activités	Capacités et critères de réussite
<p><u>Activité 1 : Le cycle cellulaire</u> 1- Utiliser les documents 1 à 3 pour construire un tableau à double entrée montrant les caractéristiques (durée, rôle, quantité d'ADN, état de l'ADN ...) des phases du cycle cellulaire.</p> <p>2- A partir du tableau et des documents 1 à 3, rédigier un court texte qui détermine quelles sont les 2 phases nécessaires au maintien de la quantité d'ADN au cours du cycle cellulaire.</p> <p><u>Activité 2 : La réplication</u> 3- A partir du document 4, identifier les 3 modes possibles de réplication et les schématiser.</p> <p>4- Réaliser la manipulation proposée en suivant le protocole donné puis déterminer si l'une des hypothèses peut être validée. Si ce n'est pas le cas, proposer une expérience complémentaire.</p> <p style="text-align: center;">📞 Appeler le professeur pour vérification</p> <p>5- A l'aide du document 5 et des données complémentaires, identifier le mode</p> <p>6- Ranger et nettoyer votre espace de travail</p>	<p style="text-align: center;">Construire un tableau à double entrée <i>Techniquement correct : titre, refermé, case de double entrée</i> <i>Renseignement : Complet, adéquat, logique</i> <i>Organisé de façon correcte : utilisation de la double entrée</i></p> <p style="text-align: center;">Communiquer à l'écrit (rédiger) <i>Identifier les phases de modification de la quantité d'ADN</i> <i>Décrire (valeurs), interpréter (expliquer), mettre en relation</i> <i>Identifier le lien entre les phases du cycle cellulaire et l'aspect de l'ADN.</i></p> <p style="text-align: center;">Pratique une démarche expérimentale <i>Identifier différentes scénarios de réplication et les conséquences vérifiables (attendus expérimentaux).</i></p> <p style="text-align: center;">Suivre un protocole, organiser son espace de travail <i>Manipuler calmement et délicatement ; tenir le tube droit et déposer les solutions goutte à goutte ; à chaque dépôt, placer l'extrémité de la pipette juste au-dessus de la surface du liquide ; éviter tout mouvement brusque (risque de mélange).</i></p> <p style="text-align: center;">Gérer et organiser le poste de travail</p>

Fiche protocole « Modéliser les expériences de Meselson et Stahl »

Identifier le mode de réplication de l'ADN

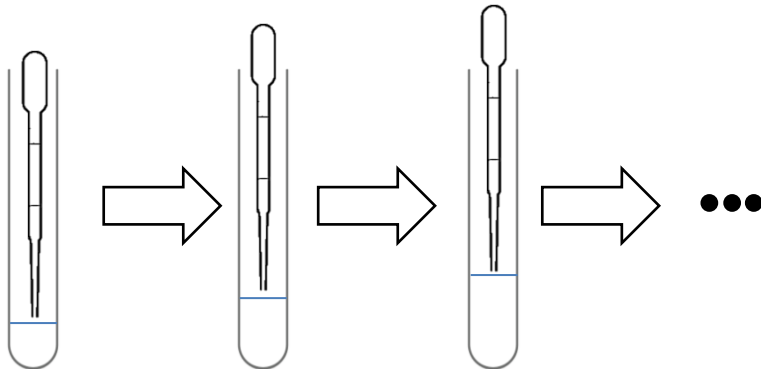
Matériel

- 3 tubes à essai
- 1 porte tubes
- Solution de saccharose à 65%
- Solution de saccharose à 45%
- Solution de saccharose à 25%
- Solution de saccharose à 5% (eau distillée)
- Solution bleue « ADN ¹⁵N »
- Solution rouge « ADN ¹⁴N »
- Solution verte « résultat après un cycle sur milieu avec ADN ¹⁴N »
- 7 Pipettes
- 1 marqueur



Remarques

- Les expériences de Meselson et Stahl ont été réalisées avec de l'ADN radioactif (azote 15, lourd). Il n'est donc pas possible de les reproduire au lycée.
- Cette expérience correspond donc à une **modélisation** (analogie) pour permettre de découvrir et mieux comprendre leur expérience.
- La manipulation exige beaucoup de **délicatesse**.
- Tenir le **tube droit** et déposer les solutions **goutte à goutte**
- A chaque dépôt, placer l'extrémité de la pipette juste au-dessus de la surface
- Les solutions doivent être **froides** pour que les colorants forment une bande nette.



• Créer un gradient de saccharose :

- 1- **Numéroter** les tubes de 1 à 3.
- 2- **Verser** 2 mL de solution de saccharose à 65 % dans chacun des 3 tubes. Pour cela, tenir le tube à 45° et faire couler doucement le liquide contre la paroi en verre.
- 3- **Verser** délicatement 2mL de solution de saccharose à 45 % dans chacun des 3 tubes. Cette solution doit rester au-dessus de la précédente. Il ne faut surtout pas les mélanger.
- 4- **Verser** délicatement 2mL de solution de saccharose à 25 % dans chacun des 3 tubes. Cette solution doit rester au-dessus de la précédente. Il ne faut surtout pas les mélanger.
- 5- **Verser** délicatement 2mL de solution de saccharose à 0 % dans chacun des 3 tubes.

• Déposer les échantillons sur le gradient de saccharose

- 1- **Ajouter** délicatement dans le tube n°1, 0,5mL de solution bleue = tube témoin « ADN ¹⁵N ».
- 2- **Ajouter** délicatement dans le tube n°2, 0,5mL de solution rouge = tube témoin « ADN ¹⁴N ».
- 3- **Ajouter** délicatement dans le tube n°3, 0,5mL de solution verte = tube « résultat après un cycle sur milieu avec ADN ¹⁴N ».

📞 Appelez le professeur pour vérification

• Identifier le mode de réplication de l'ADN

- 1- A partir du résultat, déterminer si **une ou plusieurs hypothèses** peuvent être validées ou invalidées.
- 2- Proposer une expérience complémentaire pour s'assurer d'identifier quelle hypothèse est valable.

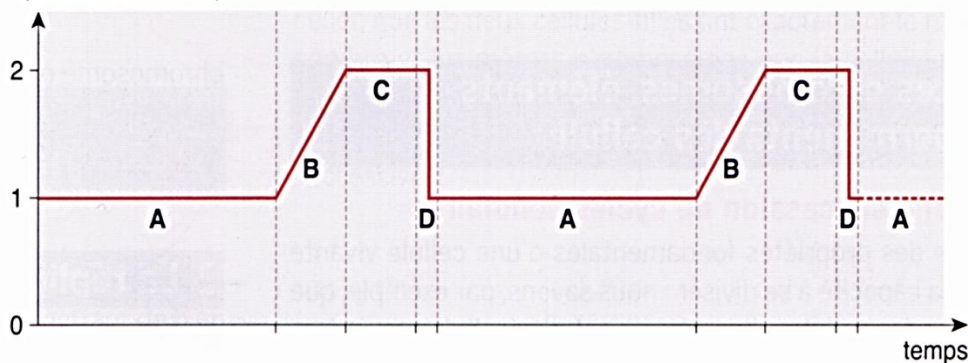
📞 Appelez le professeur pour vérification

Document 1 : 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.

quantité d'ADN par cellule
(en unités arbitraires)



Document 2 : Les étapes du cycle cellulaire

G₂ = Intervalle entre S et M

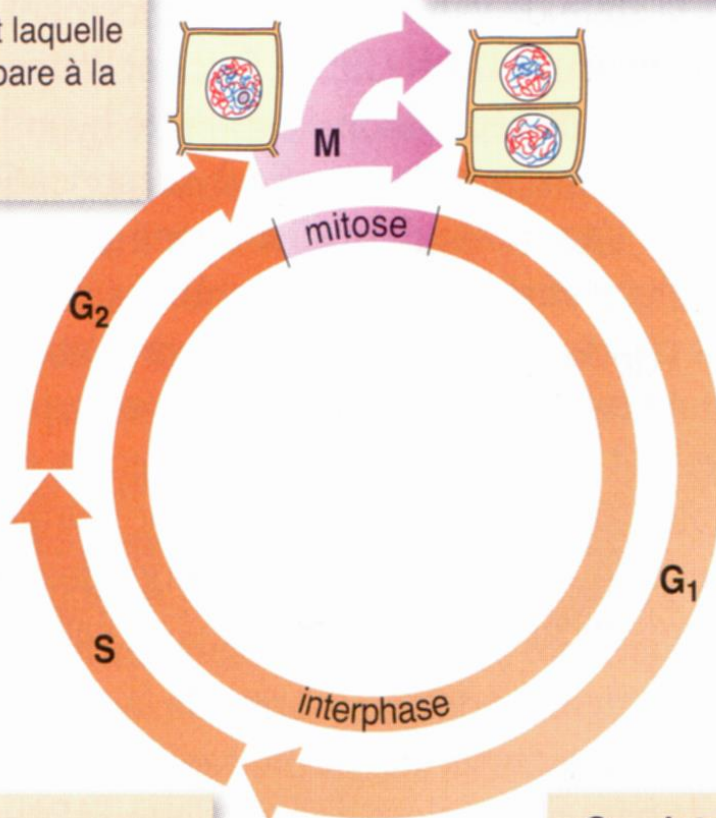
Période pendant laquelle la cellule se prépare à la mitose.

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.

G₁ = Intervalle entre M et S

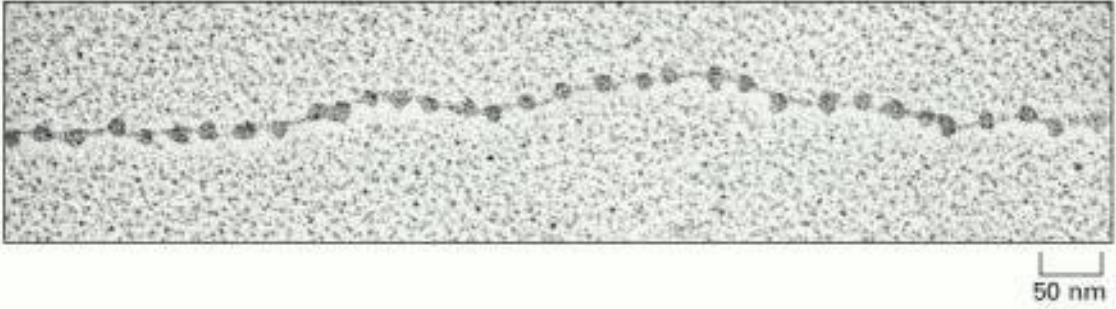
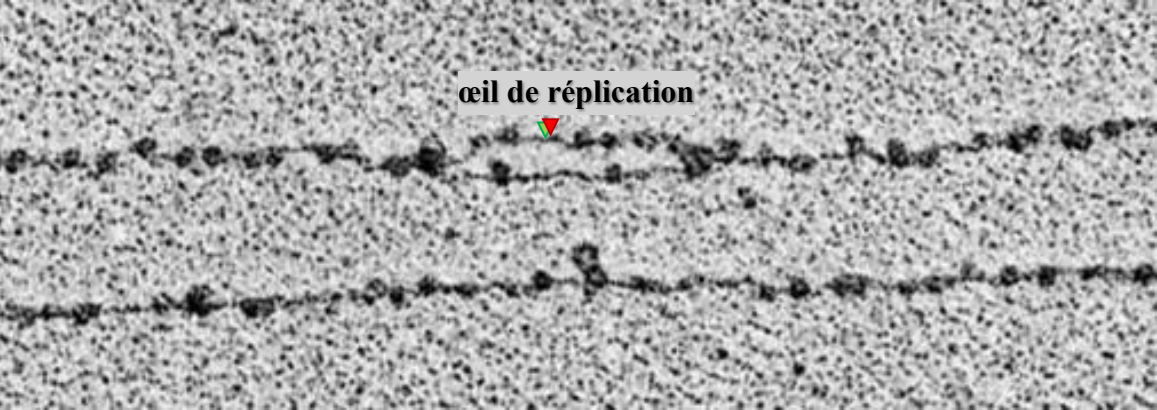
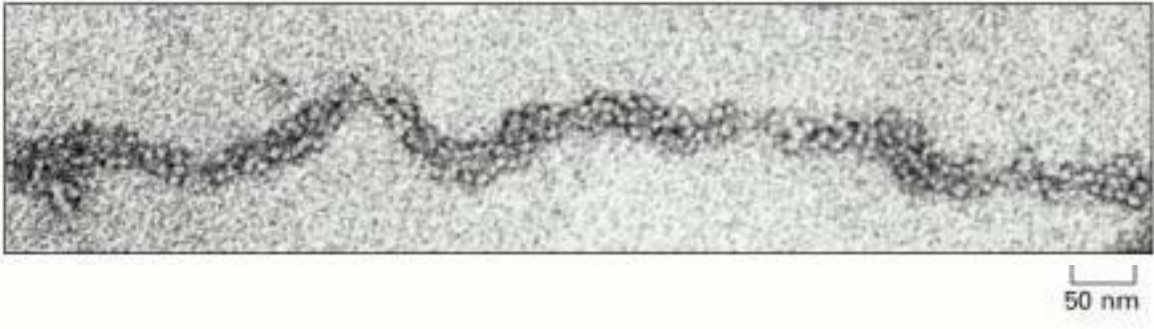
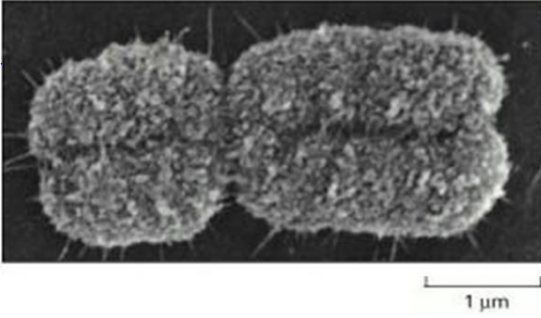
La cellule synthétise les protéines nécessaires à sa croissance et à ses fonctions.

Durée : de quelques heures à plusieurs années.

Document 3 : Observation du matériel génétique au cours du cycle cellulaire

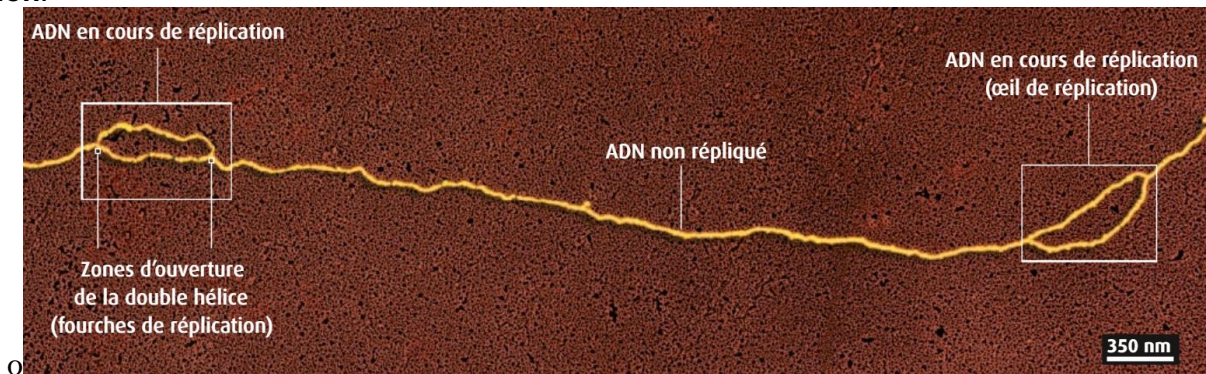
Les observations de l'ADN ont été réalisées grâce au microscope électronique à transmission (MET) qui permet d'agrandir très fortement les structures.

- Lors de la phase G1, l'ADN correspond alors à un filament décondensé (la **chromatine**). L'ADN est très fin (2nm), et présente des sortes de « perles » (flèche rouge) appelés nucléosomes : ce sont des protéines qui maintiennent l'ADN. Un seul filament est présent (**1 chromatide**).
- Lors de la phase S, on observe des structures en forme d'ellipse appelées « **yeux de répliation** ». L'ADN présente alors des zones avec 2 chromatides qui s'agrandissent progressivement.
- Lors de la phase G2, on observe que l'ADN reste **décondensé** et composé de 2 filaments (**2 chromatides**). L'ADN comporte alors 2 chromatides (chromosome bichromatidien).
- Au début de la mitose (M), l'ADN est **condensé** sous la forme d'un **chromosome mitotique**. Ce chromosome est en forme de X : il comprend 2 chromatides.

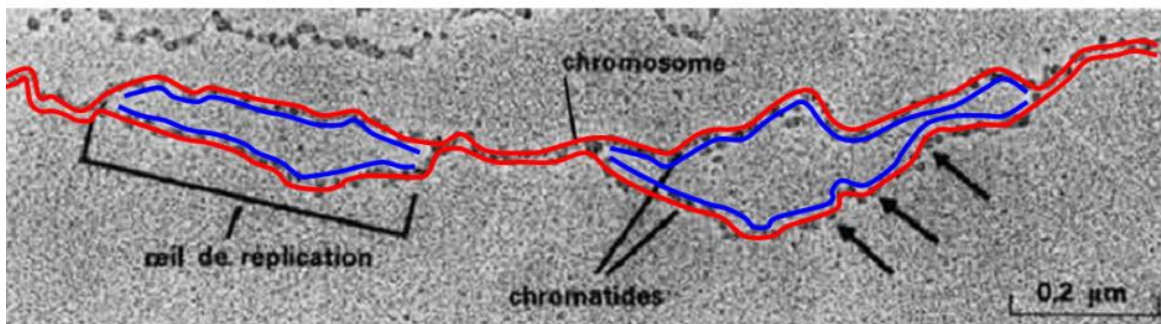
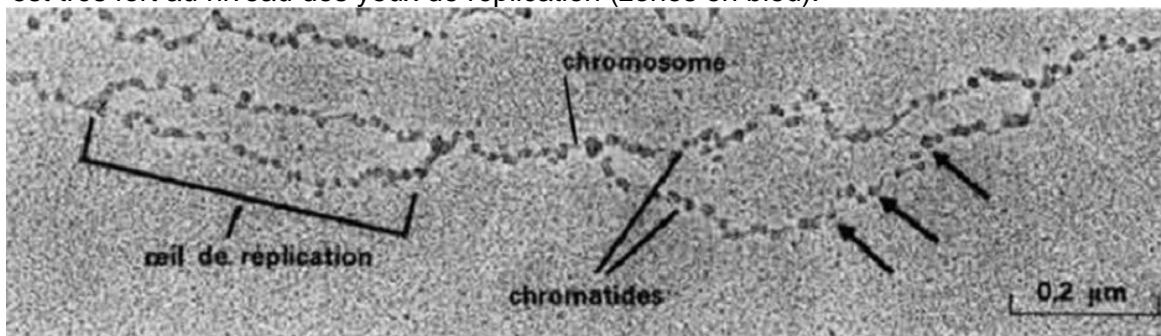
Phases	Observation microscopique
Phase G1	
Phase S	
Phase G2	
Phase M	

Document 4 : Morphologie de l'ADN lors de la réplication (observation au MET)

• Pour identifier les modalités de la réplication, on peut étudier le comportement de la molécule d'ADN au cours de la phase S. Grâce au **microscope électronique à transmission (MET)**, on peut visualiser la molécule d'ADN et on observe alors des zones où la molécule d'ADN est double et forme des **yeux de réplication**.



• De plus, on peut déterminer où l'ADN est produit en incorporant des composants radioactifs qui vont alors « marquer » l'ADN. Le composant utilisé est l'azote 15 : ^{15}N , un isotope de l'azote ^{14}N . Dans ce cas, le marquage est très fort au niveau des yeux de réplication (zones en bleu).

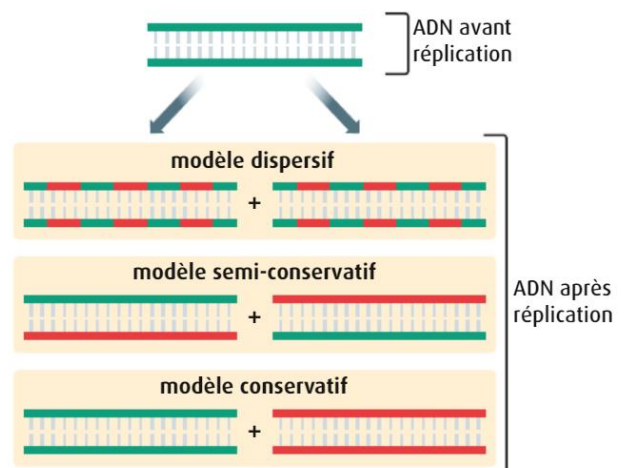


• **Meselson et Stahl** ont proposé 3 scénarios pouvant permettre de former de l'ADN au niveau des yeux de réplication.

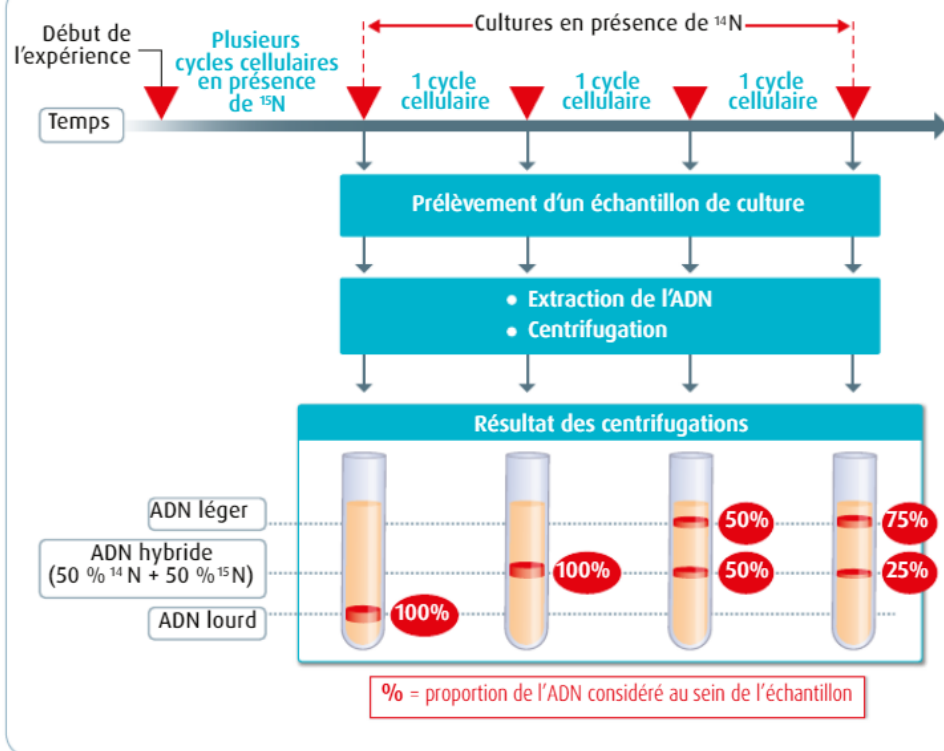


« Nous avons cherché à savoir si l'ADN se réplique de façon semi-conservative, de façon dispersive ou

de façon conservative. Autrement dit, à chaque division, est-ce que les deux brins se séparent, restent sous la forme d'un simple brin pendant un certain temps puis se retrouvent associés chacun à un brin nouvellement synthétisé ? Ou bien est-ce qu'ils se disloquent et sont ensuite dispersés ? Ou bien est-ce que les deux brins restent indéfiniment accolés et permettent la synthèse, à côté d'eux, d'une molécule dont les deux brins sont nouvellement synthétisés ? »



Document 5 : Les expériences de Meselson et Stahl



Retrouver les hypothèses et les résultats avec l'activité [ReplicADN](#) (facultatif) :



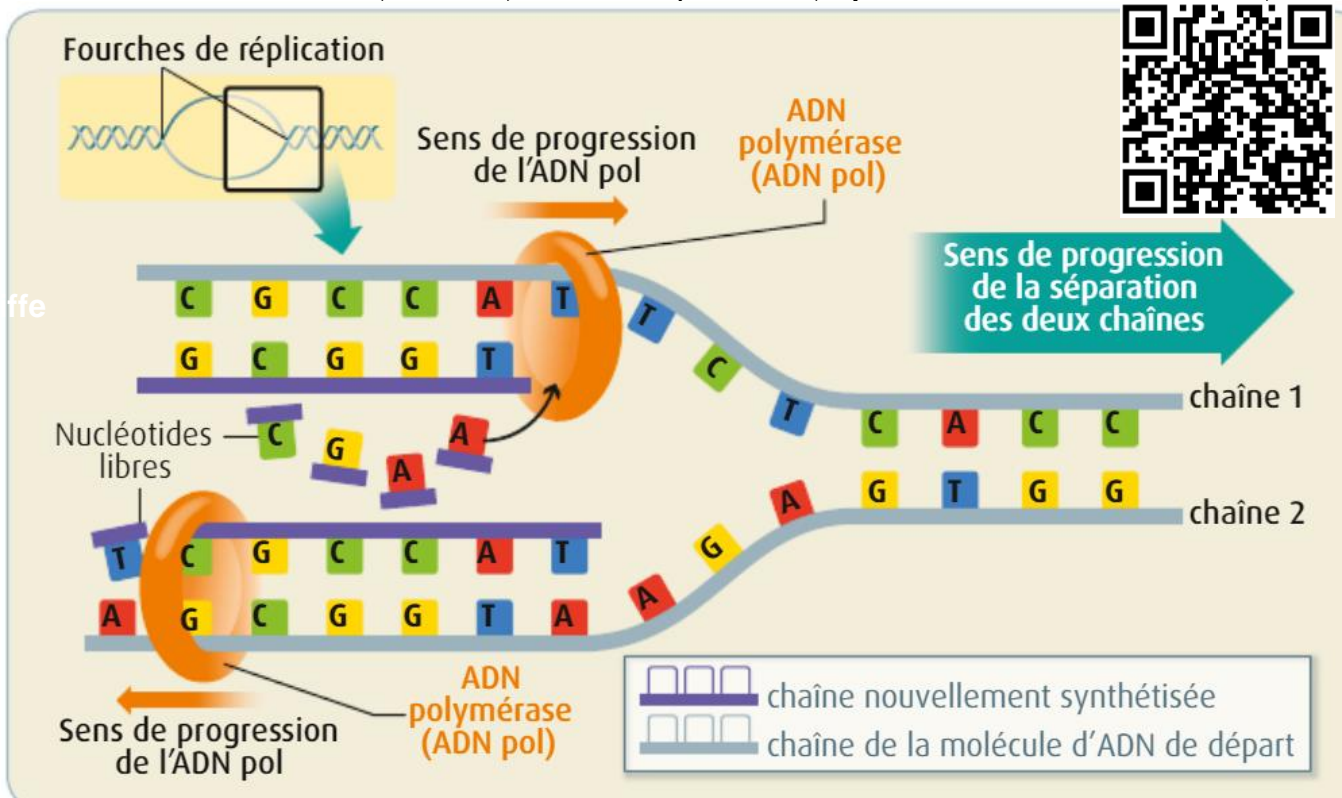
<https://view.genial.ly/59d91f61f2aaf10cbc6a83c4>

7 Principe et résultats de l'expérience de Meselson et Stahl (1958).

À chaque réplication, l'azote, qu'il soit lourd (^{15}N) ou léger (^{14}N), s'incorpore à l'ADN bactérien. Sous l'effet de la centrifugation, l'ADN forme une bande qui est localisée d'autant plus près du fond du tube que la molécule contient de l'azote lourd.

Document 6 : Le fonctionnement de la réplication

• La réplication est assurée par une enzyme appelée **ADN Polymérase** (ADN Pol). Cette enzyme associe des nucléotides (A, T, C et G) complémentaires au brin d'ADN qu'elle copie. La réplication se fait sur chaque **brin parental** et permet de produire 2 nouvelles molécules d'ADN, chacune possédant un **brin néoformé** (nouveau) et un brin parental (réplication semi-conservative).



Vidéo à visualiser : <https://www.youtube.com/watch?v=TNKWgcFPHqw>