

Chapitre 1: Nature de l'information génétique

Introduction:

I – Localisation de l'information génétique

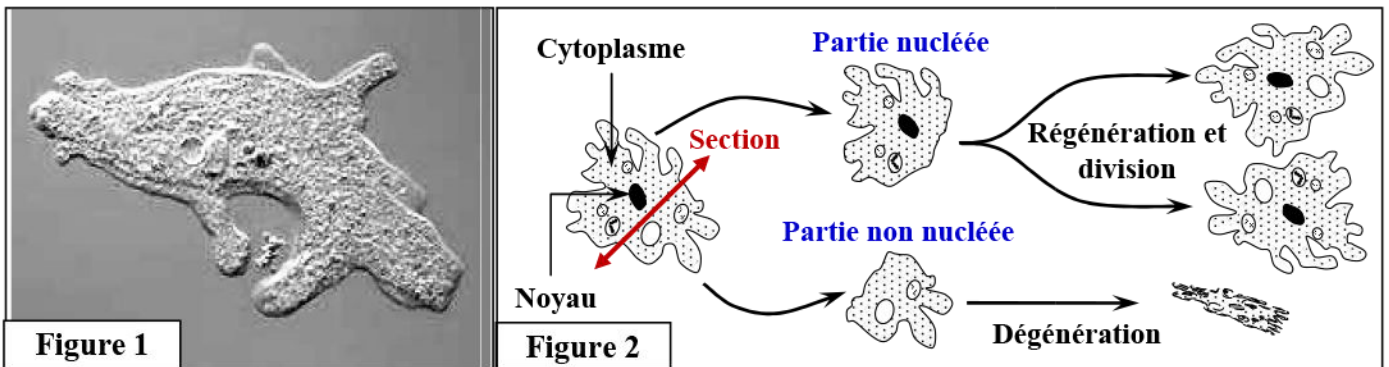
① Mise en évidence de la localisation de l'information génétique:

a) Expérience de section chez l'Amibe (Mérotomie): (Voir document 1)

Document 1: Expérience de section chez l'Amibe (Mérotomie):

L'amibe est un animal unicellulaire eucaryote (Figure 1), très petit (50 à 400µm). Les amibes sont caractérisées par un corps cellulaire déformable émettant des prolongements de forme changeante, les pseudopodes, qui leur permettent de ramper sur un support ou de capturer des proies microscopiques par phagocytose.

On a mis en évidence le rôle du noyau en réalisant l'expérience de mérotomie qui consiste à couper une amibe en 2 parties (Figure 2).



Que peut-on conclure de l'analyse des résultats de cette expérience ?

b) Expériences de section et d'implantation chez l'Acétabulaire: (Voir document 2)

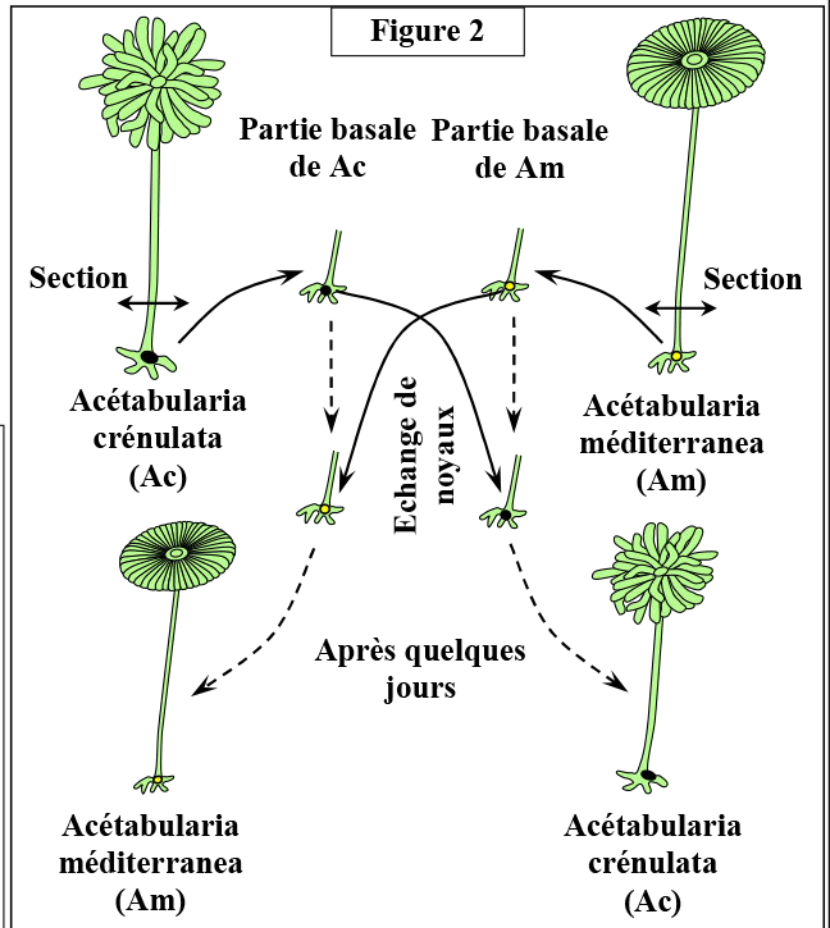
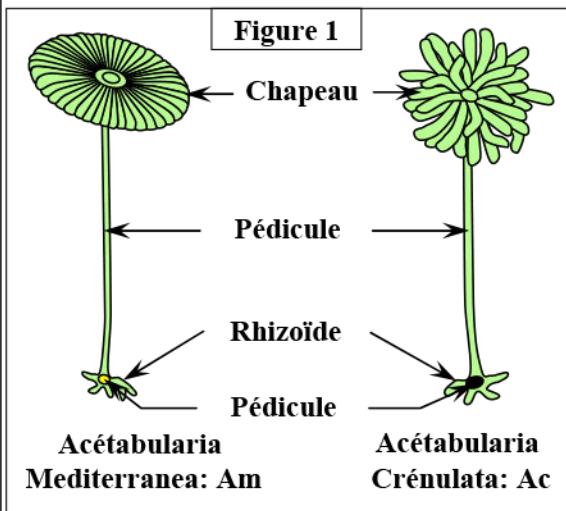
Document 2: Expériences de section et d'implantation chez l'acétabulaire:

L'acétabulaire est une algue verte unicellulaire marine (Figure 1), fréquente sur les bords de la méditerranée. Sa taille peut atteindre 5 cm, et présente un axe (Le pédicule) Celui-ci se terminera par un chapeau qui contient des sacs assurant la reproduction de l'algue, et une partie basale contenant le noyau.

La forme du chapeau varie selon les espèces d'acétabulaire.

On propose d'étudier deux espèces d'acétabulaires qui diffèrent par la forme de leur chapeau :

- ✓ *Acetabularia méditerranaea* possède un chapeau à bord régulier (Lisse).
- ✓ *Acetabularia crénulata* possède un chapeau à bord crénelé (denté).



⇒ **Expérience 1:** Si on coupe l'acétabulaire en deux parties, seule la partie qui contient le noyau reste vivante et régénère une nouvelle algue. Tandis que les autres parties (chapeau et pédicule) qui ne contiennent pas de noyau meurent après quelques jours.

1) Quelle hypothèse peut-on émettre pour expliquer le résultat obtenu ?

⇒ **Expérience 2:** La greffe croisée de noyaux entre deux espèces d'acétabulaire:

- On sectionne les deux espèces (Ac) et (Am) en deux parties ;
- On extrait le noyau de chacune de ces deux espèces ;
- Le noyau de (Ac) est greffé dans le rhizoïde de (Am) énucléée et vice versa.
- Les résultats obtenus sont présentés par la figure 2.

2) Expliquer comment les résultats de cette expérience permettent de vérifier l'hypothèse proposée à partir des résultats de l'expérience 1.

1)

2)

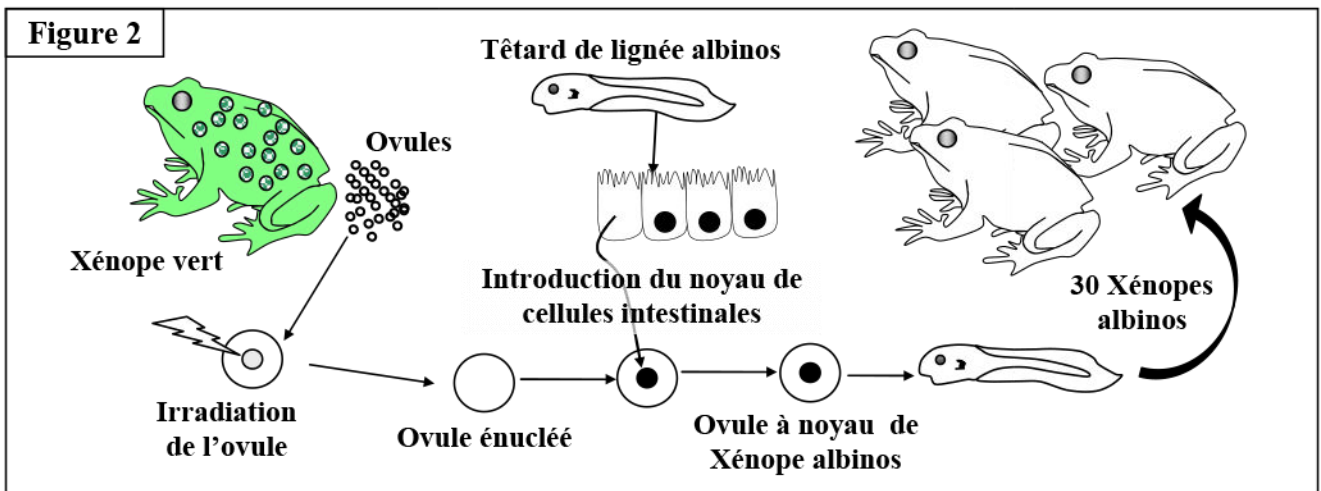
c) **Expérience de Gurdon sur les xénopes (Crapaud):** (Voir document 3)

Document 3: Expérience de Gurdon sur les Xénopes (1960):

On prélève des ovules produits par un xénope vert femelle (Figure 1), ces ovules sont énucléés (noyaux détruit par irradiation aux ultraviolets) donc on ne conserve que la membrane et le cytoplasme de chaque ovule. On réintroduit dans ces ovules énucléés, le noyau des cellules intestinales prélevées chez un têtard de xénope albinos (Dépigmenté). Les nouvelles cellules-œufs formés sont donc constituées de la membrane et du cytoplasme d'un ovule de xénope vert et du noyau provenant de têtard de xénope albinos. Les résultats sont présentés par la figure 2.



Figure 1



L'opération étant répétée plusieurs fois, les ovules transformés donneront à chaque fois des têtards qui se métamorphosent en xénope albinos.

En vous basant sur ces données, expliquez comment l'expérience de Gurdon a permis de confirmer les données contenues dans les expériences de coupes de section et d'implantation chez l'acétabulaire.

② **Bilan:**

II – Transmission de l'information génétique d'une cellule à une autre.

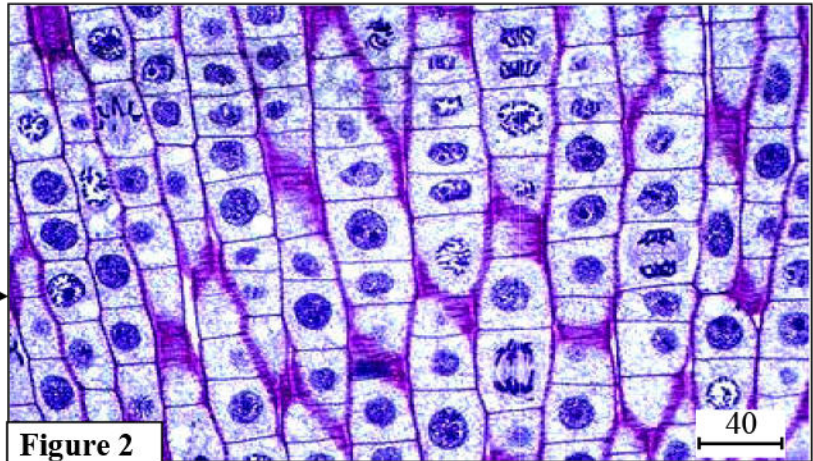
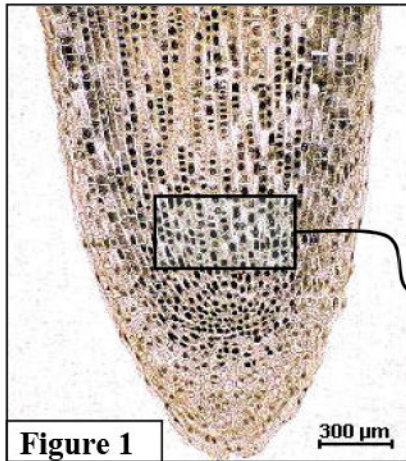
① Les étapes de la mitose:

a) Observation de l'extrémité d'une racine: (Voir document 4)

Document 4: Observation de l'extrémité de la racine de l'oignon:

La croissance des racines est rapide, de l'ordre de quelques mm par jour. Elle résulte des mitoses qui se produisent dans le méristème racinaire, zone de croissance située dans la zone subapicale de la racine (Figure 1).

On prélève une jeune racine en croissance sur un bulbe. On coupe le segment terminal à 5 mm de l'extrémité et après coloration, on le dépose sur une lame porte-objet et on le couvre avec une lamelle couvre-objet. L'observation au microscope permet de donner la figure 2.



En se basant sur les données de ce document:

- Décrire l'aspect du noyau des cellules observées dans la figure 2.
- Dégager les caractéristiques de la mitose chez la cellule végétale.

b) Ultrastructure du noyau pendant le cycle cellulaire: (Voir document 5)

Document 5: Ultrastructure du noyau pendant un cycle cellulaire:

La figure 1, présente des électronographies de quelques cellules pendant des étapes d'un cycle cellulaire.

c) Les étapes de la mitose: (Voir document 6)

Document 6: Les étapes de la mitose:

Les schémas de la figure ci-dessous, représentent les étapes de la mitose chez une cellule végétale et une cellule animale.

<p>Nombre de chromosome</p> <p>1 : 2 : 3 : 4 : 5 : 6 :</p>	<p>Nombre de chromosome</p> <p>La phase :</p>
<p>Nombre de chromosome</p> <p>1 : 2 : 3 : 4 : 5 : 6 : 7 :</p>	<p>Nombre de chromosome</p> <p>La phase :</p>
<p>Nombre de chromosome</p> <p>1 : 2 : 3 : 4 :</p>	<p>Nombre de chromosome</p> <p>La phase :</p>
<p>Nombre de chromosome</p> <p>1 : 2 : 3 :</p>	<p>Nombre de chromosome</p> <p>La phase :</p>

Annotez chaque schéma, puis donnez le nom de la phase et le nombre de chromosomes. Décrire les étapes de la mitose chez une cellule, puis dégagez les différences existantes entre la mitose chez une cellule végétale et une cellule animale.

★ Les étapes de la mitose:

✓ La prophase:

✓ **La métaphase:**

.....

.....

.....

.....

✓ **L'anaphase:**

.....

.....

.....

.....

✓ **La télophase:**

.....

.....

.....

.....

★ **Comparaison entre la mitose végétale et la mitose animale:**

La mitose d'une cellule végétale se déroule dans ses grandes lignes comme une mitose de cellules animales, à deux différences près:

Cellule animale	Cellule végétale
.....
.....
.....
.....
.....
.....

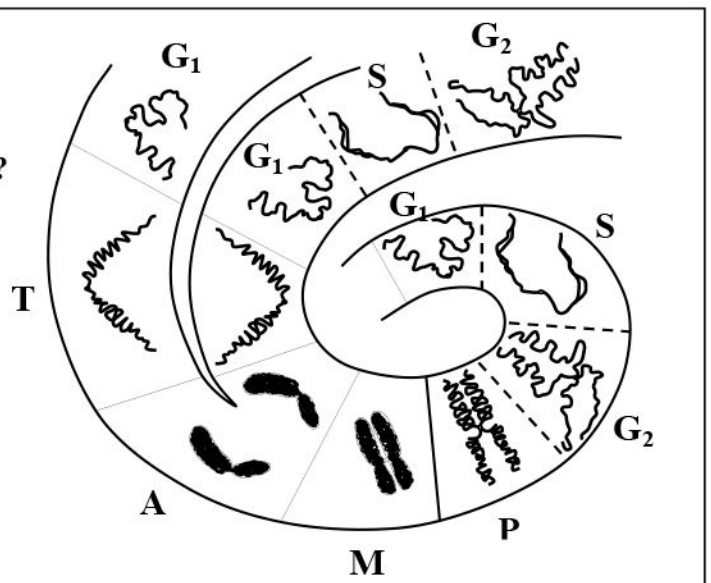
② **Notion de cycle cellulaire:** (Voir document 7)

Document 7: Notion de cycle cellulaire:

Le schéma ci-contre, présente l'aspect des chromosomes au cours d'un cycle cellulaire.

Que peut-on déduire de l'analyse de ce document?

G ₁ =
S =
G ₂ =
P =
M =
A =
T =



III – La nature chimique du matériel héréditaire.

① Mise en évidence de la nature chimique du matériel héréditaire:

a) Expériences de Griffith (1928): (Voir document 8)

Document 8: Expériences de Griffith:

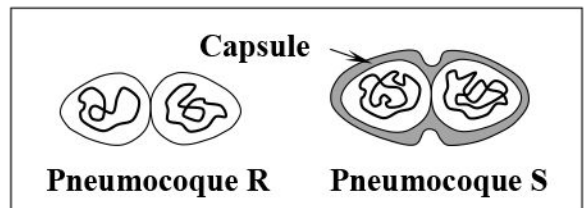
En 1928, le biologiste Frederick Griffith a constaté l'existence de deux souches de bactéries pneumocoques (Bactéries responsables de la pneumonie) (figure ci-dessous):

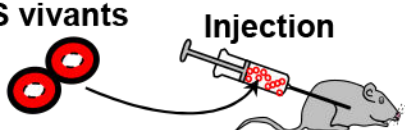






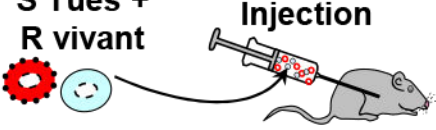


- ✓ Une souche dont les cellules possèdent une capsule externe, donnant un aspect lisse aux colonies que l'on désigne par la lettre S (De l'anglais Smooth).
- ✓ Une souche dont les cellules sont dépourvues de capsule externe, donnant un aspect rugueux aux colonies que l'on désigne par la lettre R (De l'anglais Rough).

Les expériences consistent à inoculer à des souris différents types de pneumocoques : S, R ou S tués par la chaleur ou l'alcool.

Les résultats de ces expériences sont représentés par le tableau ci-dessous.

Analyser les résultats des expériences de Griffith, puis donner une conclusion à chaque expérience. Proposer une hypothèse qui explique l'apparition des bactéries S dans la 4^{ème} expérience.

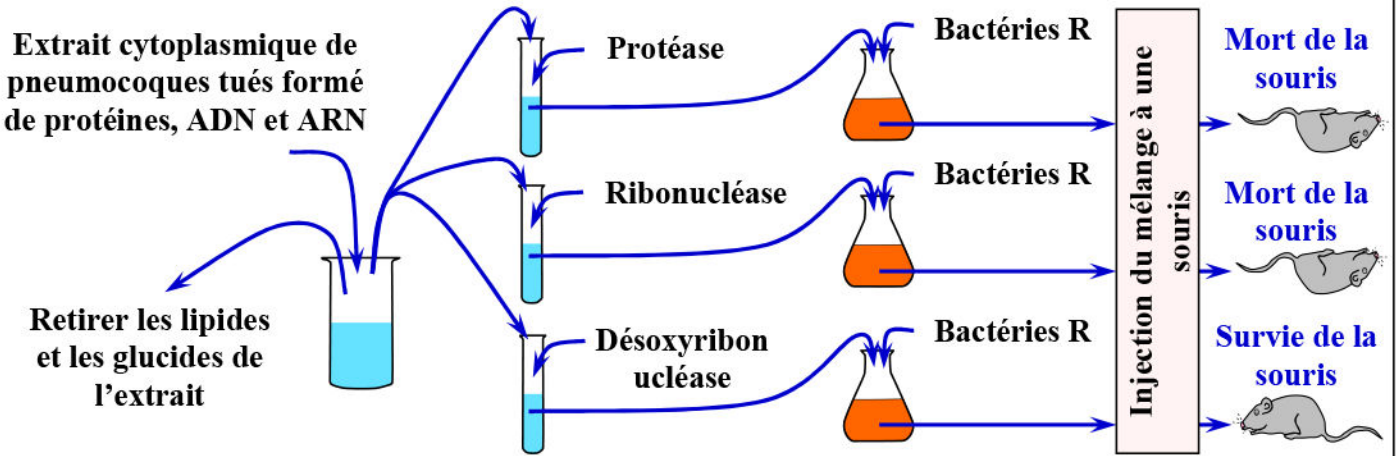


N°	Expériences	Résultats	Analyse du sang	Conclusions
1	S vivants 	Mort de la souris 	 S vivants
2	R vivants 	Survie de la souris 	Absence de tout pneumocoque
3	S Tués 	Survie de la souris 	Absence de tout pneumocoque
4	S Tués + R vivant 	Mort de la souris 	 S vivants

b) Expériences d'Avery, Macleod et McCarthy (1935): (Voir document 9)

Document 9: Expériences d'Avery, Macleod et McCarthy:

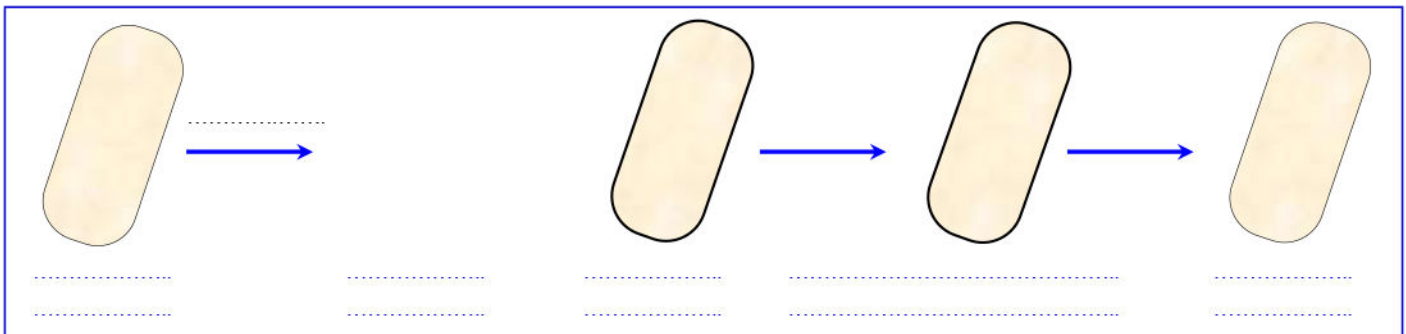
L'analyse du principe transformant fut réalisée en 1944 par des américains (Avery, Macleod et McCarthy). La figure ci-dessous montre les expériences de ces biologistes ainsi que les résultats obtenus.



- 1) En exploitant ces données, déduisez la nature chimique de l'information génétique.
- 2) A l'aide d'un schéma interprétez le mécanisme de la transformation bactérienne.

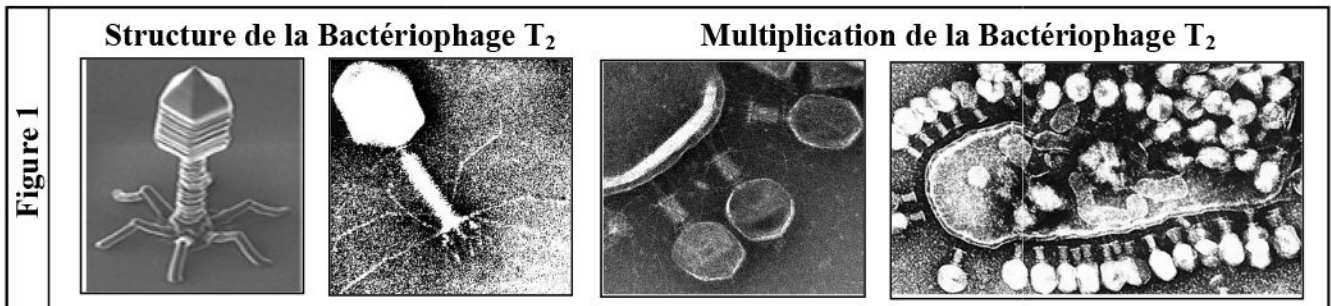
1)

2)



Document 10: Expériences de Chase et Hershey (1952):

Les expériences de Chase et Hershey ont été réalisées avec le bactériophage T₂ en 1952. Ce bactériophage infecte et se multiplie dans la bactérie Escherichia coli (E. coli). Le bactériophage T₂ a un ADN protégé par une capsid protéique (Voir figure 1).



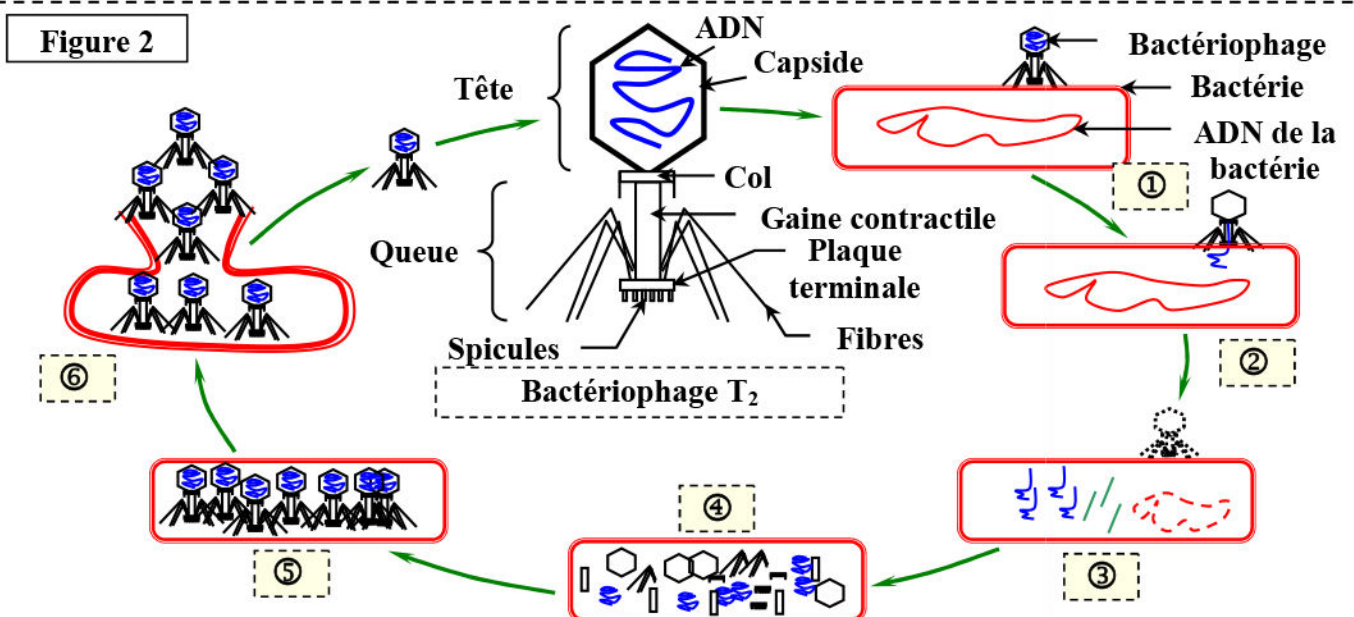
Les expériences de Chase et Hershey:

Sachant que le phosphore est un constituant de l'ADN et n'existe pas dans les protéines et que le soufre est un constituant qu'on le trouve dans les protéines et pas dans l'ADN. Les expériences suivantes ont été réalisées.

Expériences	Résultats
1- Marquage de l'ADN d'une série de bactériophages T ₂ avec un traceur radioactif : le phosphore 32 (³² P). en suite les bactériophages T ₂ marqués ont été mis en présence de bactéries.	- La radioactivité due au (³² P) est localisée à l'intérieur des bactéries. - Les virus libérés possèdent un ADN radioactif.
2- Marquage des protéines de la capsid d'une autre série de bactériophages T ₂ avec un autre traceur radioactif : le soufre 35 (³⁵ S). en suite les bactériophages T ₂ marqués ont été mis en présence de bactéries.	- La radioactivité due au (³⁵ S) est localisée à l'extérieur des bactéries. - Les virus libérés sont non radioactifs.

1) Que peut-on déduire de l'analyse de ces résultats ?

Le schéma de la figure 2, illustre le cycle de vie du bactériophage T₂.



- 2) Décrire les étapes de la multiplication du bactériophage.
- 3) Que peut-on déduire de l'analyse du cycle de vies du bactériophage ?

1)

2) Les étapes de la multiplication du bactériophage :

①

②

③

④

⑤

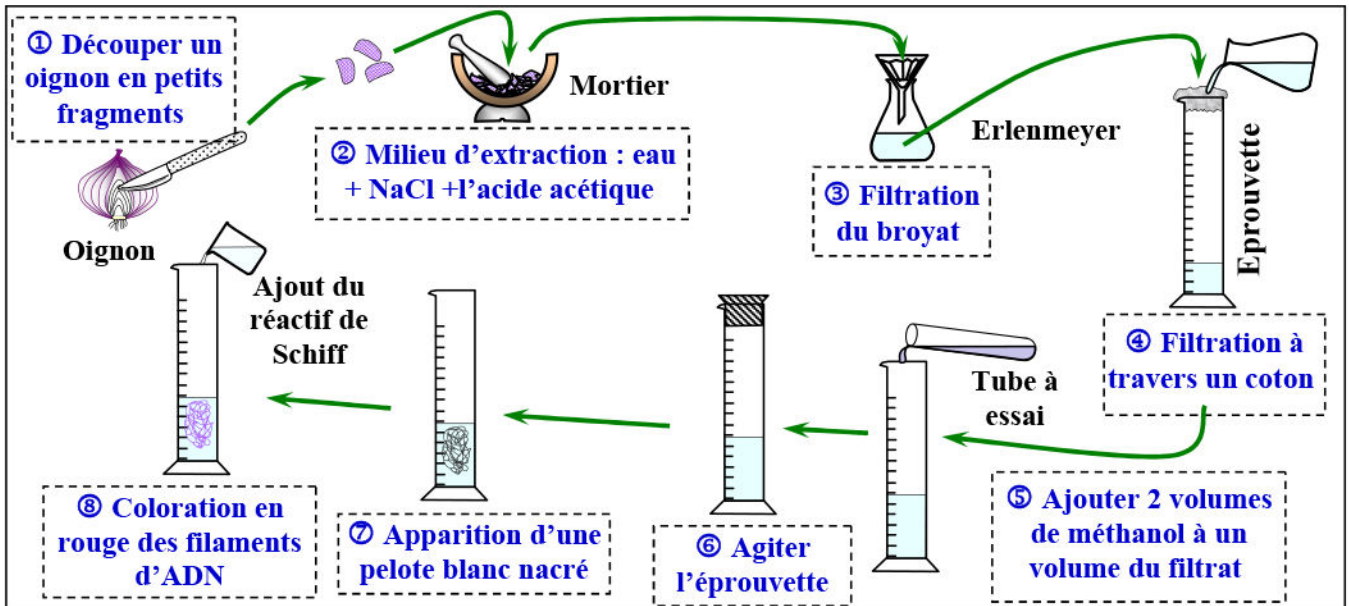
⑥

3)

② **Extraction de l'ADN:** (Voir document 11)

Document 11 : Extraction de l'ADN à partir de cellules de bulbe d'oignon.

L'extraction d'ADN est une technique permettant d'isoler l'ADN de cellules ou de tissus. Pour cette extraction, on utilise la technique de Feulgen basée sur l'utilisation du réactif de Schiff, substance incolore, une substance incolore qui apparaît en rouge lorsqu'elle est en contact avec l'ADN. La figure ci-dessous, représente les étapes d'extraction de l'ADN à partir d'oignon.



Sachant que les chromosomes se colorent en rouge par le réactif de Schiff, que pouvez-vous déduire des résultats du protocole d'extraction de l'ADN.

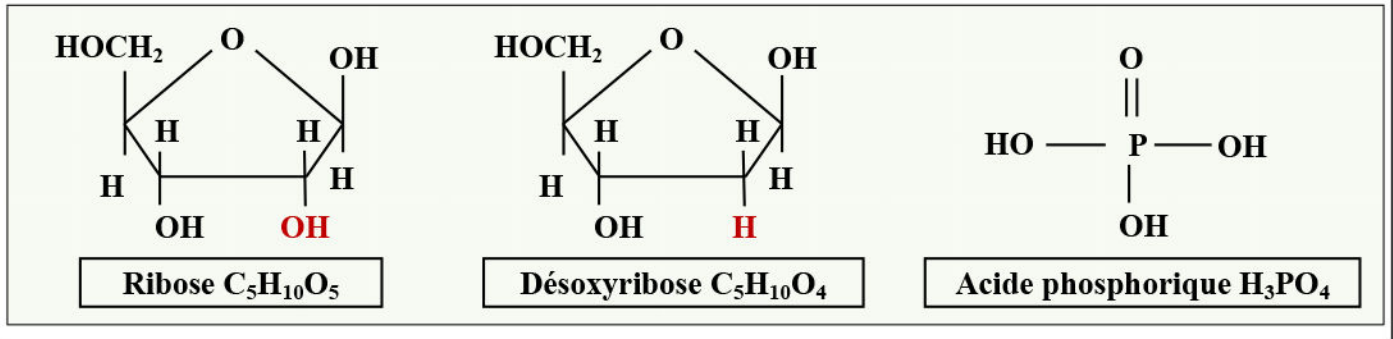
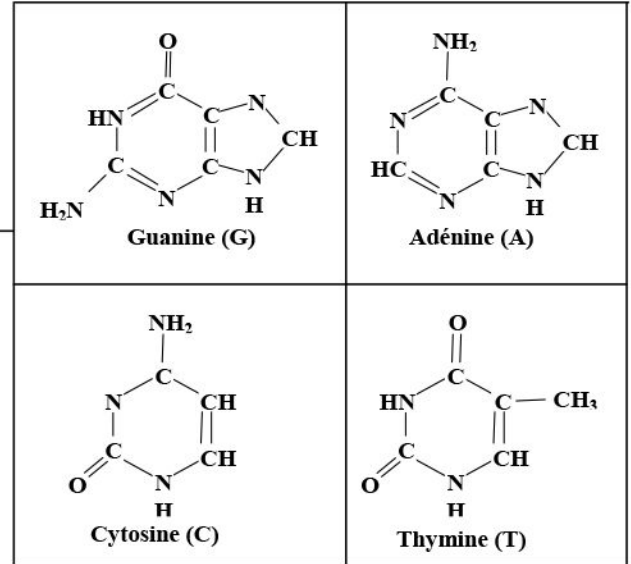
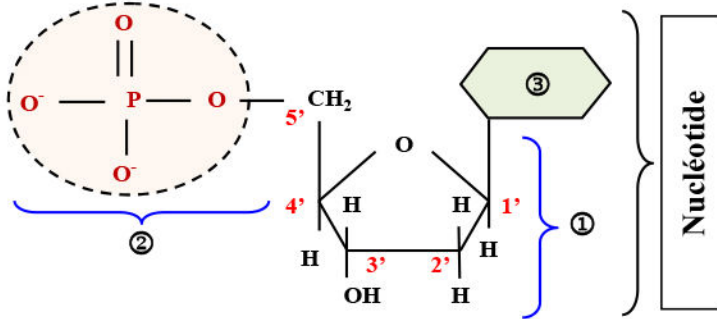
IV – Les constituants chimiques de l'ADN et sa structure.

① Les constituants chimiques de l'ADN: (Voir document 12)

Document 12 : Les constituants chimiques de l'ADN.

L'hydrolyse enzymatique de l'ADN permet de libérer et identifier les constituants de cette molécule. C'est un polymère de nucléotides, chaque nucléotide est constitué par l'association de 3 molécules (Figure ci-dessous):

- ★ Un pentose (①), le désoxyribose $C_5H_{10}O_4$
- ★ Un acide phosphorique H_3PO_4 (②).
- ★ Une base azotée (③), qui peut être soit l'adénine (A), la thymine (T), la guanine, ou bien la cytosine (Figure ci-contre).



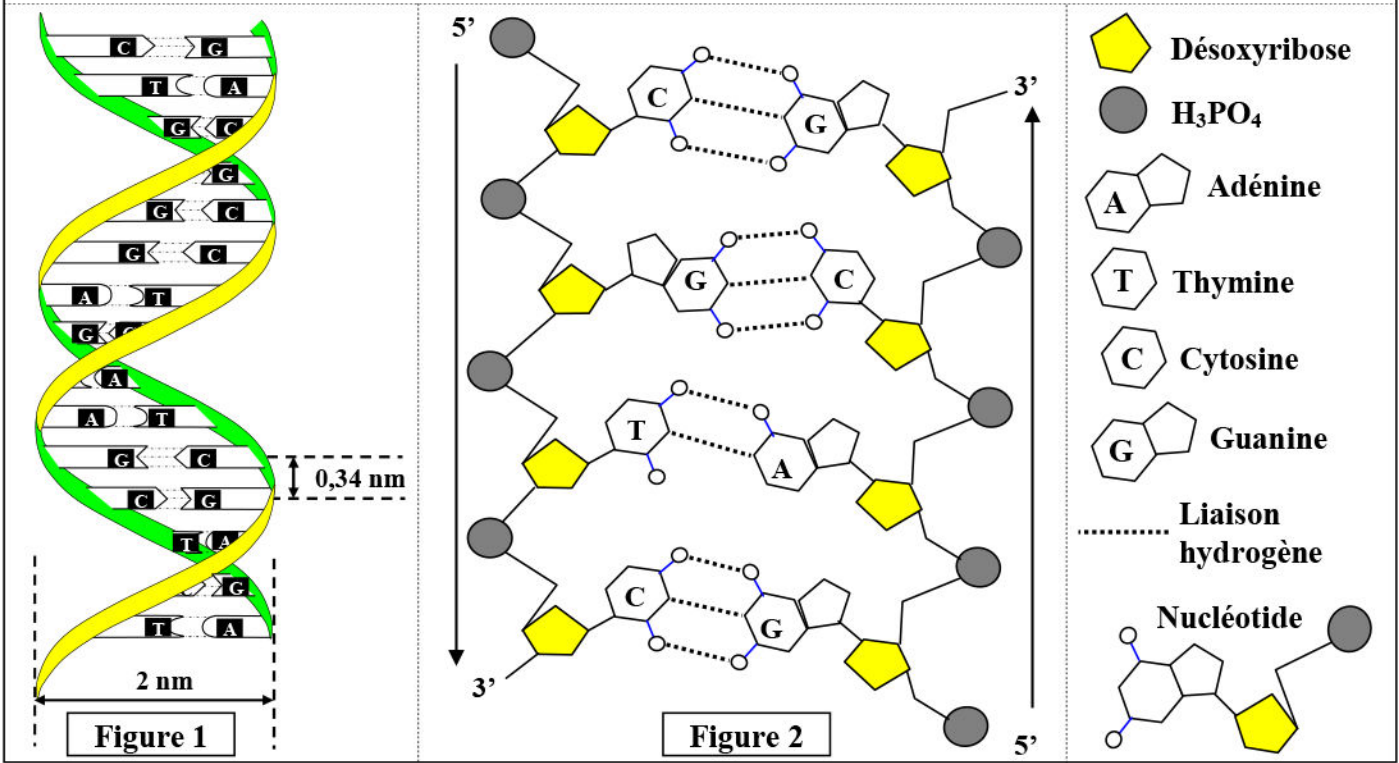
② La structure de la molécule d'ADN:

a) La règle de Chargaff (1947): (Voir document 13)

Document 14 : Le modèle de Watson et Crick (1953).

Le 25 avril 1953, Francis Crick et James Watson décrivaient pour la première fois la structure de l'ADN, molécule en forme de double hélice.

Les figures ci-dessous, représentent l'aspect de la double hélice de la molécule d'ADN (Figure 1), et la structure de la molécule d'ADN (Figure 2).



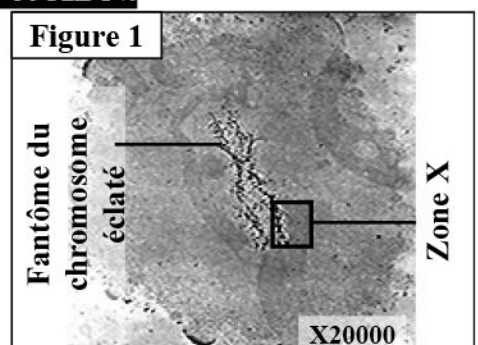
V – Relation entre chromatine, chromosome et ADN.

① **Structure de la chromatine:** (Voir document 15)

Document 15 : Relation entre chromatine, chromosome et ADN.

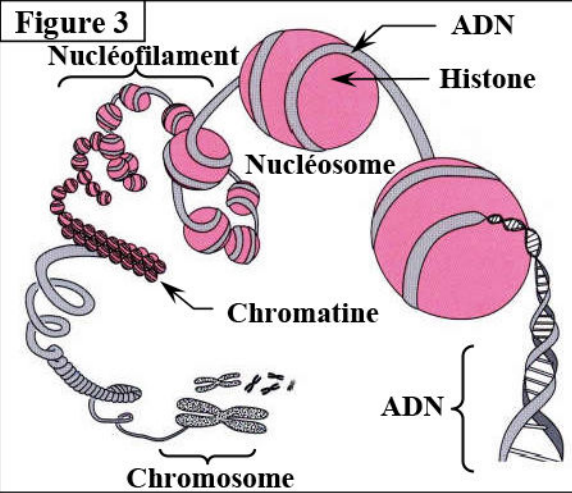
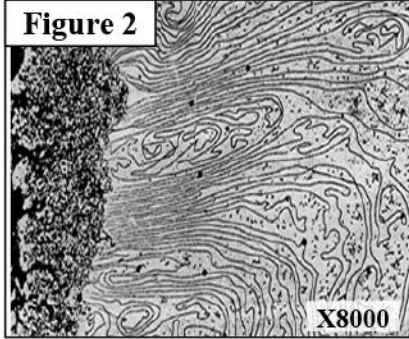
Les deux électronographies présentées par ce document, montrent l'aspect d'un chromosome métaphasique après l'avoir soumis à une digestion enzymatique spécifique qui élimine certaines protéines.

La figure 1, représente un "fantôme" de chromosome autour duquel s'est formée une masse très dense. La figure 2, représente un détail de la zone X à un grossissement nettement supérieur.



Document 15 : (Suite).

La figure 3, illustre la relation qui existe entre la chromatine, les chromosomes et l'ADN.



A partir de l'exploitation des figures de ce document, déduire la structure de la chromatine et du chromosome, puis déterminer la relation qui lie la chromatine, les chromosomes et l'ADN.

② Bilan :

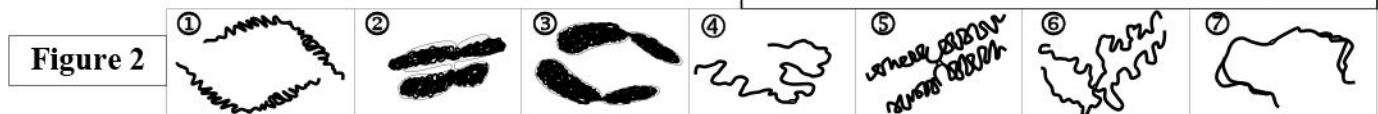
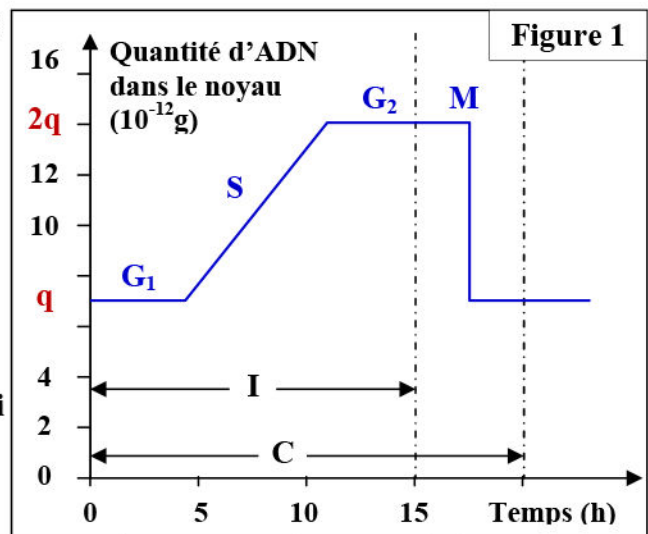
VI – Mécanisme de duplication de l'ADN.

① Mise en évidence de la duplication de l'ADN: (Voir document 16)

Document 16 : Evolution de la quantité d'ADN pendant le cycle cellulaire.

On effectue le dosage de la quantité d'ADN contenue dans le noyau d'une cellule, au cours d'un cycle cellulaire. On obtient les résultats ci-contre :

- 1) Légendez le graphe en donnant le nom correspondant à chaque lettre.
- 2) Déterminez la durée d'un cycle cellulaire.
- 3) Déterminez comment évolue la quantité d'ADN pendant un cycle cellulaire.
- 4) Déterminez pour chaque phase (G_1 , S, G_2 et M) du cycle cellulaire, l'aspect du nucléofilament (①, ..., ⑦) de la figure 2 qui lui correspond.
- 5) Que peut-on conclure ?



1) La légende du graphe de la figure 1 :

2)

3)

4)

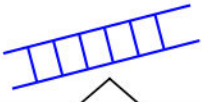
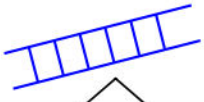
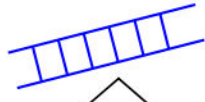
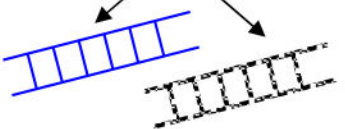
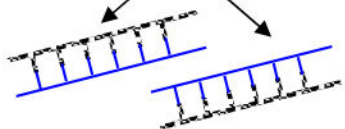

5)

② Mécanisme de réplication de l'ADN:

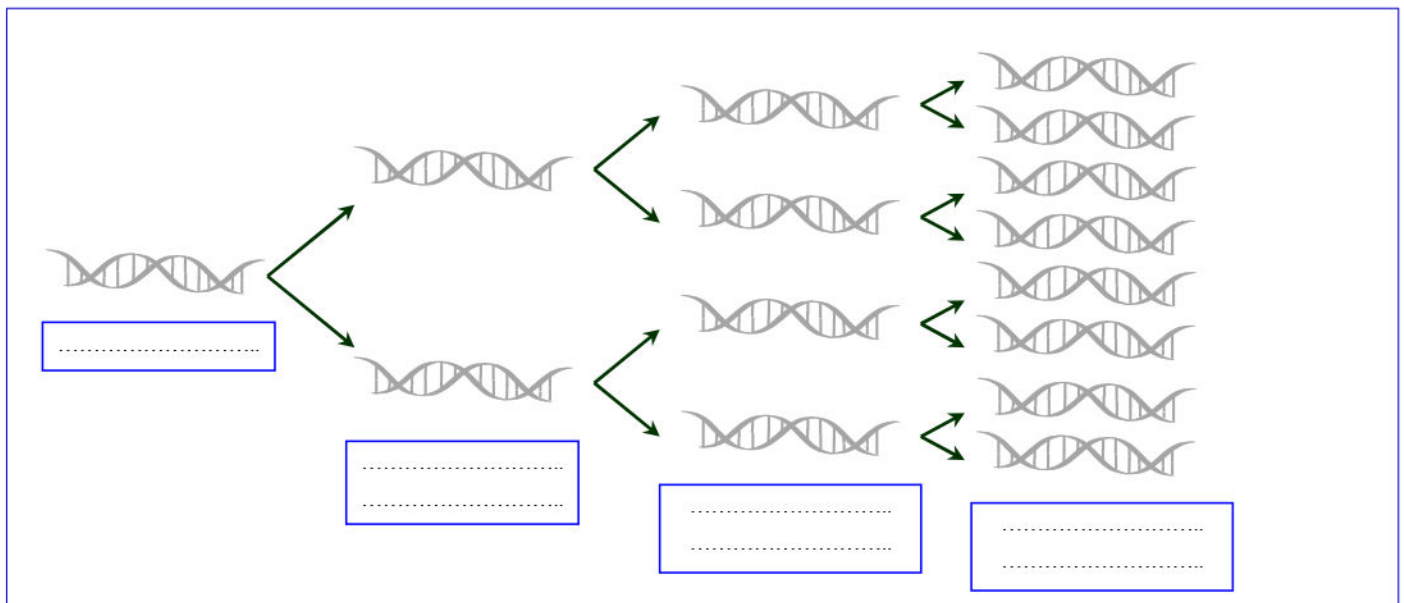
a) **Expérience de Meselson et Stahl (1958):** (Voir document 17)

Document 17 : Expérience de Meselson et Stahl (1958).

Afin de déterminer le mécanisme par lequel la quantité d'ADN se duplique pendant la phase S de l'interphase, trois hypothèses ont été proposées jusqu'en 1958. Le tableau sur la figure ci-dessous illustre ces hypothèses.

Figure 1	Réplication conservative	Réplication semi-conservative	Réplication dispersive
Hypothèses	Les deux brins d'ADN de la molécule mère restent ensemble après avoir servi de modèle	Chaque molécule fille d'ADN contient un brin de la molécule mère et un brin nouvellement synthétisé.	Les deux molécules fille d'ADN contiennent des fragments d'ADN parental et d'ADN nouvellement synthétisé.
Molécule d'ADN parental			
Molécule d'ADN de la première génération			

Pour valider une de ces hypothèses, Meselson et Stahl ont cultivé, pendant plusieurs générations, des bactéries *E. coli* sur un milieu contenant de l'azote « lourde » ^{15}N (isotope de ^{14}N , atome entrant dans la constitution des bases azotées de l'ADN). Ces bactéries incorporent l'azote ^{15}N dans leur ADN au lieu de l'azote ^{14}N .



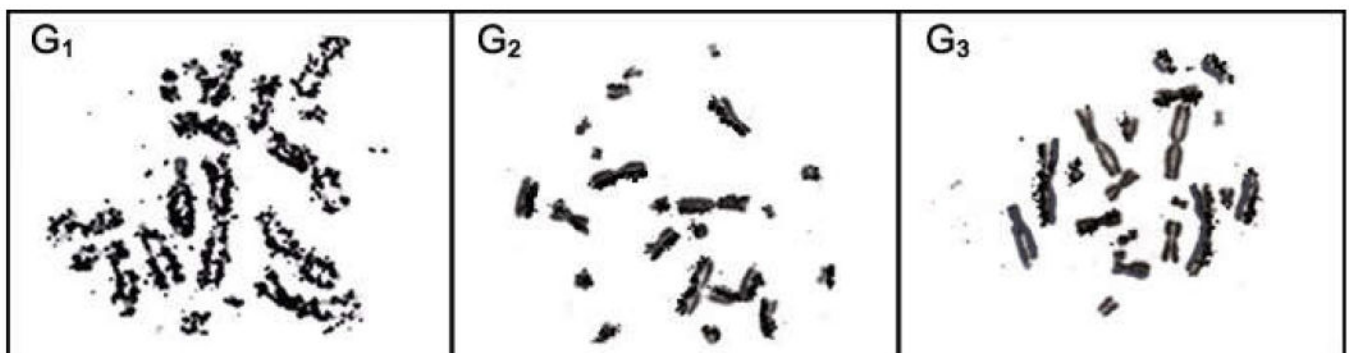
b) Expérience de Taylor: (Voir document 18)

Document 18 : Expérience de Taylor.

Pour connaître la réplication de l'ADN et son rapport avec les chromosomes, Taylor a placé des plantules de *Bellevalia* sur un milieu de croissance contenant de la thymidine radioactive (nucléoside contenant la thymine) marquée par du tritium ^3H (Isotope de l'hydrogène). Pour faciliter l'observation des chromosomes, Taylor utilise la colchicine, substance qui bloque la mitose à la métaphase.

- ⇒ Dans un premier temps, les plantules sont laissées dans le milieu radioactif (dit milieu chaud) le temps d'un cycle cellulaire (génération G_1). Quelques cellules sont prélevées et soumises à l'autoradiographie.
- ⇒ Dans un deuxième temps, les plantules sont soigneusement lavées, puis transférées sur un milieu de culture non radioactif où elles continuent leur croissance. Après le temps correspondant à une nouvelle synthèse d'ADN (génération G_2), les cellules sont prélevées et soumises à l'autoradiographie.
- ⇒ Dans un troisième temps, les plantules restent sur un milieu normal pendant un cycle cellulaire supplémentaire (génération G_3). Puis des cellules sont prélevées et soumises à l'autoradiographie.

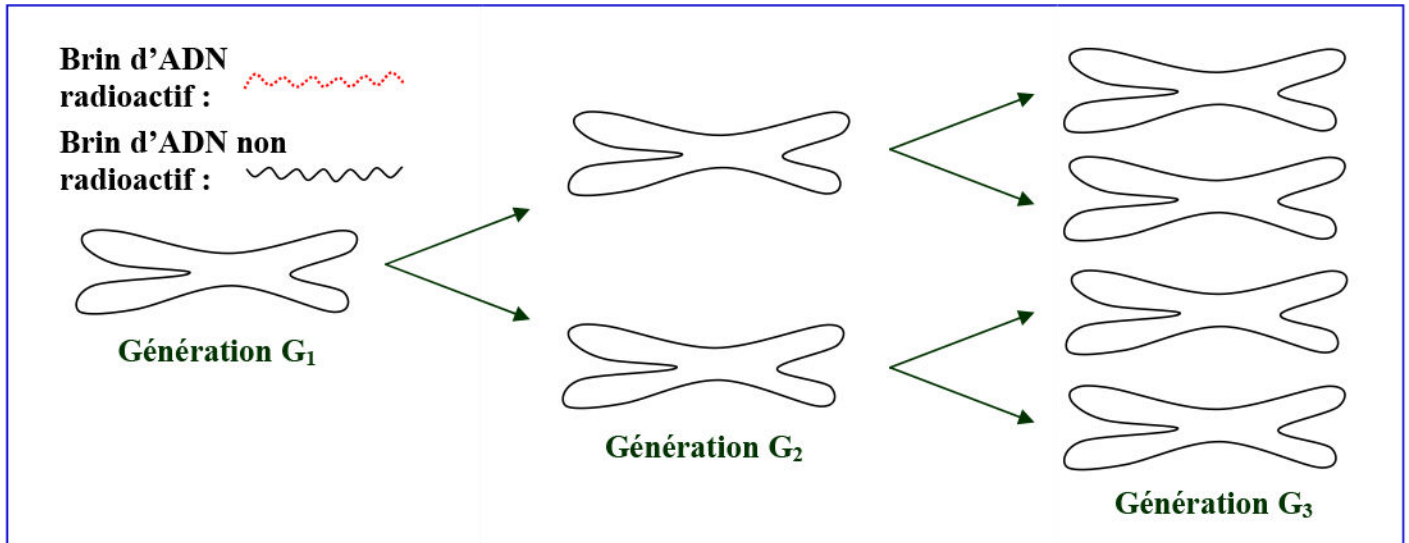
La figure ci-dessous présente des radiographies des chromosomes observés en métaphase des trois générations G_1 , G_2 et G_3 .



- 1) Décrire les résultats de l'expérience de Taylor.
- 2) Schématisez la molécule d'ADN et son devenir au cours des différentes divisions en G_1 , G_2 et G_3 . Vous représenterez les brins radioactifs et les brins non radioactifs par des couleurs différentes"

1)

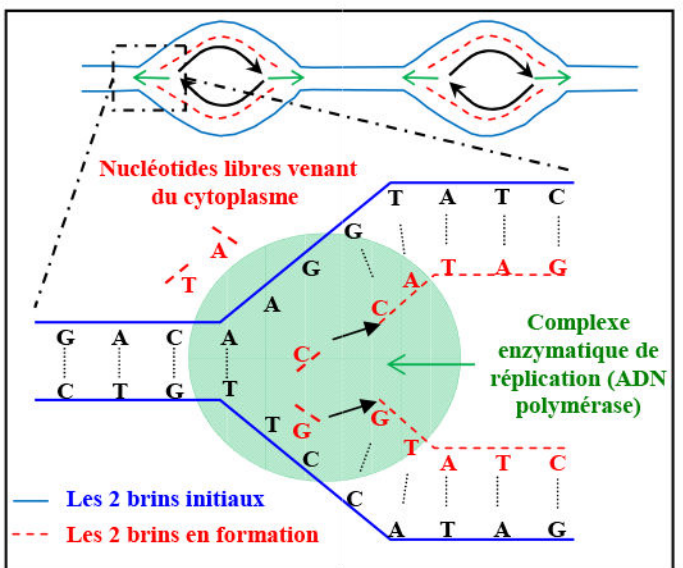
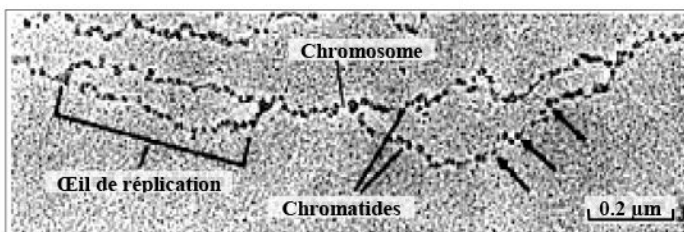
2)



c) Réplication semi-conservative de l'ADN: (Voir document 19)

Document 19 : Réplication semi-conservative de la molécule d'ADN.

L'observation au microscope électronique d'un chromosome pendant la phase S de l'interphase a permis de donner l'électronographie de figure ci-dessous.



Le document ci-contre présente un schéma d'interprétation de la réplication d'ADN.

En se basant sur les données de ce document, décrire ce qui se déroule au niveau de l'œil de réplication lors de la réplication de l'ADN.

Remarque:

