

## CHAPITRE 1 : NOTION DE L'INFORMATION GENETIQUE.

### I. Localisation de l'information génétique dans la cellule.

#### 1- Analyser les deux expériences.

- *Expérience de Gurdon* : la transplantation du noyau provenant de la lignée albinos dans un ovule énuclée provenant de la lignée pigmentée, donne après développement, une tétrade à caractère albinos.
- *Expérience de greffe croisée* : le transfère du noyau d'une acétabulaire crénelée à la place de celui d'une acétabulaire de méditerranée et réciproquement. Entraîne l'apparition du caractère de donneur du noyau.

#### 2- déduire la localisation de l'information génétique.

L'information génétique qui détermine les caractères héréditaires est localisée dans le noyau chez les organismes unicellulaires et pluricellulaires.

### II. La nature chimique de l'information génétique

#### 1. Expérience de Griffith

##### 1- Analyser les résultats de l'expérience de Griffith.

- Chez des souris, l'injection des bactéries de type S est mortelle. Par contre l'injection des bactéries de type R est non létale.
- La capsule permet aux bactéries S de résister au système immunitaire. D'où leur pouvoir virulent.
- Chez des souris, l'injection des bactéries de type S tuée est non létale, mais avec l'injection des bactéries de type R, celles-ci meurent !
- Au contact des bactéries S mortes, les bactéries R se transforment en bactéries S mortelles vivantes.

##### 2- Formuler une hypothèse pouvant expliquer l'apparition de bactéries S vivantes dans le corps des souris mortes.

Quelque chose, une information de S, est passée dans les R et les a transformées en bactéries S. Ce quelque chose se transmet de façon héréditaire puisque les S ainsi formées se reproduisent en donnant d'autres bactéries S.

#### 2. Expérience d'Avery et ses collaborateurs

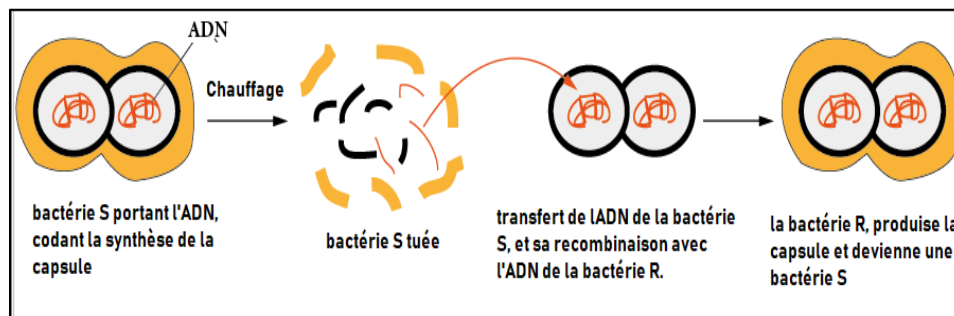
##### 1- Analyser les résultats de l'expérience d'Avery et ses collaborateurs.

- En présence des protéases (enzymes qui détruisent les protéines), les souris meurent.
- En présence des DNases (enzymes qui détruisent l'ADN), les souris survivent.

##### 2- Conclure quant à la nature de l'information génétique.

C'est bien l'ADN, et non les protéines, qui provoque la transformation bactérienne.

Mécanisme de la transformation bactérienne :



### III. La structure de l'information génétique

#### 1. La composition chimique de l'ADN

##### 1- Identifier les différents constituants de l'ADN.

- L'ADN est composé de trois types de molécules : une base azotée ; un sucre à cinq atomes de carbone (le désoxyribose) ; un acide phosphorique.
- Dans l'ADN, ces molécules sont associées en une unité appelée : le nucléotide.

##### 2- Justifier l'appellation – Acide désoxyribonucléique - donnée à cette molécule.

L'ADN signifie l'acide désoxyribonucléique :

- L'acide phosphorique, confère à l'ADN un caractère acide.
- Le sucre dans l'ADN est un désoxyribose.
- Nucléique relative au noyau, localisation de l'ADN

#### 2. Travaux de Chargaff

##### 1- Comparer les valeurs de A/T et G/C dans le cas des espèces considérées. Concluez.

| Espèce      | Quantité de bases en % |      |      |      | A/T | G/C | A+T/G+C | A+G/T+C |
|-------------|------------------------|------|------|------|-----|-----|---------|---------|
|             | A                      | G    | T    | C    |     |     |         |         |
| Homme       | 30,7                   | 19,3 | 31,2 | 18,8 |     |     |         |         |
| Bœuf        | 28,7                   | 22,2 | 27,2 | 22,8 |     |     |         |         |
| Blé         | 27,3                   | 22,7 | 27,1 | 22,8 |     |     |         |         |
| Levure      | 31,3                   | 18,7 | 32,9 | 17,1 |     |     |         |         |
| Colibacille | 24,7                   | 26,0 | 23,6 | 25,7 |     |     |         |         |

Chacune des 4 bases ne peut s'unir qu'à une seule base qui lui est complémentaire :

- l'adénine est complémentaire à la thymine.
- la cytosine est complémentaire à la guanine.

##### 2- Comparer les valeurs des rapports A+T/G+C et A+G/T+C.

Le rapport A+G/T+C est égal à 1 chez toutes les espèces. Par contre, le rapport A+T/G+C est différent de 1.

##### 3- Que peut-on déduire à partir des différences constatées chez les différentes espèces ?

Chez toutes les espèces. Les bases azotées présentent une complémentarité. (A-T et G-C)

Le rapport A+T/G+C est caractéristique des espèces.

#### 3. Travaux de Rosalind Franklin

##### 1- Extraire les informations supplémentaires fournies par les travaux de Franklin

L'ADN montre une figure en croix caractéristique des structures en double hélice

#### 4. Modèle de Watson et Crick

##### 2- Citer les caractéristiques du modèle d'ADN en double hélice.

- ✚ L'ADN est constitué de deux chaînes (Brins) qui sont enroulées en spirale l'une autour de l'autre; C'est le modèle de la double hélice.
- ✚ Chaque brin résulte de l'assemblage de nucléotides, et Les deux brins s'associent au niveau des bases par des liaisons hydrogènes.
  - Les deux brins sont complémentaires : les bases s'apparient par complémentarité
  - Les deux brins sont antiparallèles : les deux brins sont orientés parallèlement l'un à l'autre, mais en sens opposé. (Un brin 5'- 3' et l'autre 3'- 5')
  - Les bases se trouvent à l'intérieur de l'hélice.

#### 5. La structure d'un brin d'ADN

##### 1- Décrire la structure d'un brin d'ADN.

Un brin d'ADN est constitué de deux parties :

- Une partie constante : c'est le support de l'information génétique, c'est la succession de sucres désoxyribose et de groupements phosphate.
- Une partie porteuse de l'information génétique, c'est la succession ordonnée de bases azotées.

Les nucléotides s'associent entre eux par des liaisons entre les groupements phosphate.  
Le nucléotide dont le phosphate n'est pas lié à aucun autre nucléotides, définit l'extrémité 5'

#### IV. Transfert de l'information génétique d'une cellule à l'autre

##### 1. Les cellules en division

###### 1- que remarquez-vous ?

On remarque, des cellules dont les noyaux ont des formes variables. Dans certaines cellules nous pouvons clairement voir les chromosomes.

##### 2. Les étapes de la mitose chez la cellule animale

###### 1- Déterminer les caractéristiques de chaque étape.

###### Prophase :

Disparition de l'enveloppe nucléaire et donc le noyau.

Les fibres de chromatine se condensent formant alors des chromosomes.

Chaque chromosome se compose de deux chromatides sœurs identiques réunies Au niveau du centromère.

Les centrosomes s'éloignent l'un de l'autre, et forment le fuseau de division.

###### Métaphase :

Les chromosomes sont condensés au maximum.

Les chromosomes s'alignent sur la plaque équatoriale, un plan situé à égale distance des deux pôles du fuseau de division.

###### Anaphase :

Clivage des centromères et séparation des chromatides de chaque chromosome.

Chaque chromatide migre à un pôle opposé de la cellule.

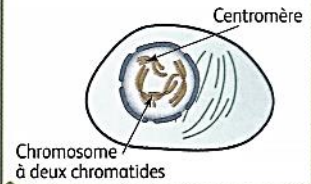
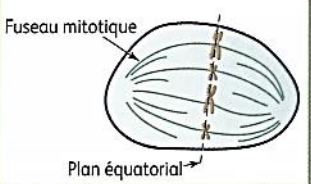
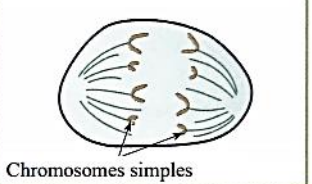
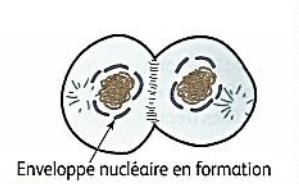
###### Télophase :

Une répartition égale du nombre de chromosome dans chaque future cellule fille.

Les chromosomes commencent à perdre leur compaction.

Disparition du fuseau de division et réapparition de l'enveloppe nucléaire et de noyau.

###### 1- Déduire le comportement des chromosomes dans chaque étape.

| Prophase  | Métaphase   | Anaphase   | Télophase   |
|---|---|--|---|
| Les chromosomes se condensent   | Les chromosomes se disposent sur le plan équatorial.                                | Les chromosomes simples migrent vers les pôles de la cellule                         | Les chromosomes se décondensent,  |
|  |  |  |  |

##### 3. Les étapes de la mitose chez la cellule végétale

###### 1-Décrire les étapes de la mitose chez la cellule végétale.

Les étapes de la mitose sont communes à toutes les cellules (animales ou végétales). Les différences résident dans la division du cytoplasme en télophase et dans l'origine des fibres du fuseau de division.

## 2- Comparer la séparation des cellules filles en fin de mitose pour les deux cellules.

- Dans la cellule végétale en télophase, la division du cytoplasme s'effectue par la construction d'une nouvelle paroi à l'équateur de la cellule.
- Dans la cellule animale, le cytoplasme est divisé en deux par un simple étranglement dans la région équatoriale de la cellule.
- Une cellule animale possède un centrosome, organite remplacé dans la cellule végétale par une calotte polaire.

## 4. Le cycle cellulaire

### 1- Définir le cycle cellulaire.

C'est l'ensemble des événements compris entre la formation d'une cellule par division de la cellule mère, et la fin de sa propre division en deux cellules filles.

### 2- Comparer les caractéristiques des cellules en phase G1 ; S et G2.

Le diamètre cellulaire est régulièrement croissant depuis la phase G1 vers la phase G2.

L'intensité du marquage en phase G2 est le double de celui en phase G1.

### 3- Proposer une hypothèse sur l'évènement se déroulant au cours de la phase S

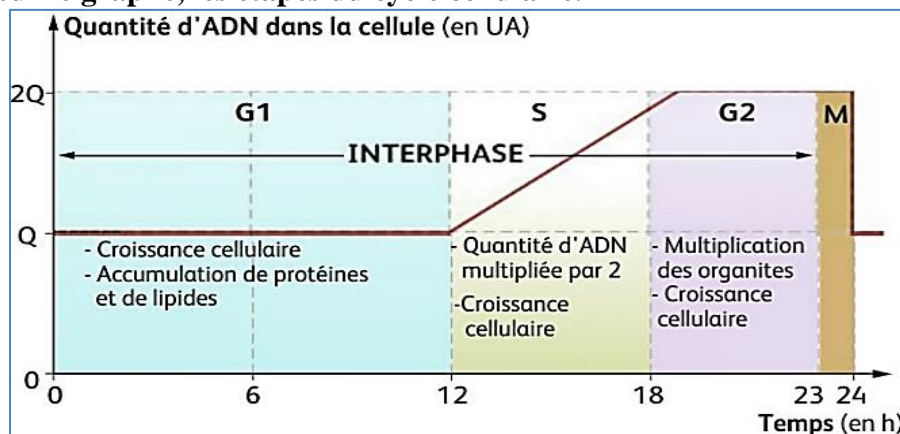
Le doublement de la quantité d'ADN au cours de la phase S.

### Variation de la quantité d'ADN au cours du cycle cellulaire

#### 1- Tracer le graphe de la quantité d'ADN en fonction du temps.

Echelles : 1 cm pour 1 heure et 1cm pour 1 unité arbitraire d'ADN.

#### 2- Indiquer sur le graphe, les étapes du cycle cellulaire.



#### 3- Décrire l'évolution de la quantité d'ADN pendant le cycle cellulaire.

- Durant la phase G1, la quantité d'ADN est constante (quantité Q).
- Durant la phase S, la quantité d'ADN est doublé (quantité 2Q). Il y a réplication de l'ADN (phase
- Durant La phase G2, la quantité d'ADN reste constante à 2Q
- La mitose permet de rétablir la quantité initiale de l'ADN

### Bilan

La mitose est une division cellulaire correspondant à une reproduction conforme car elle conserve toutes les caractéristiques de la cellule mère : Les cellules filles produites sont identiques entre elles et à la cellule mère

## V. Les chromosomes détenteurs de l'information génétique

### 1. Les chromosomes dans la cellule

#### 1- Monter en quoi l'organisation de l'ADN en interphase favorise son stockage dans le noyau.

Dans le noyau interphasique, les fibres de chromatine résultent de l'enroulement d'une molécule d'ADN longue et linéaire autour de protéines cylindriques (les histones) ce qui augmente sa compaction et diminue donc son encombrement. Ce phénomène favorise son stockage dans le limite que représente le noyau.

#### 2- Comparer le nombre de chromatides d'un chromosome en phase G1 Et en début de mitose.

En phase G1, chaque chromosome est peu condensé et composé d'une seule chromatide, à l'inverse, les chromosomes métaphasiques sont très condensé et sont composé de deux chromatides reliées par le centromère.

#### 3- Établir une relation entre vos observations et les caractéristiques de la phase S

La phase S se caractérise par un doublement de la quantité d'ADN, donc le deuxième chromatide de chaque chromosome est produite au cours de cette phase.

### 2. Les chromosomes : terminologie.

Une cellule diploïde 6 ( $2n = 6$ ) après la réplication et de la condensation des chromosomes.

Chacun des six chromosomes dédoublés se compose de deux chromatides sœurs.

Chaque paire de chromosomes homologues est formée d'un chromosome maternel et d'un chromosome paternel





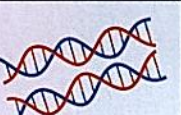

### 3. Les états de condensation d'un chromosome

#### 1- Décrire les niveaux de compaction de l'ADN

- L'ADN sous forme de double hélice linéaire a la capacité de s'enrouler autour de protéines (histones). Il se forme ainsi une sorte de "collier de perles" qui peut s'enrouler sur lui-même. C'est dans cet état (fibre de chromatine) que se trouvent les molécules d'ADN en interphase.
- En prophase de mitose les fibres de chromatine subissent un surenroulement, qui se traduit par une augmentation du diamètre et une diminution de longueur. On dit que l'ADN est condensé.
- En métaphase de mitose les chromosomes sont condensés au maximum et composé de deux chromatides reliés par le centromère.

## VI. Le mécanisme de la réplication de l'ADN

### 1. Les hypothèses possibles pour la réplication

|  | Réplication conservative  | Réplication semi-conservative   | Réplication dispersive   |
|--|---|---|--|
| Molécule d'ADN parental                |  |  |  |
| Molécules d'ADN de première génération |  |  |  |










Les trois hypothèses du mode de réplication de l'ADN.

## 2. Expérience de Meselson et Stahl

1- Indiquer si les résultats expérimentaux obtenus par Meselson et Stahl après une génération permettent de valider l'une des hypothèses ? Après deux générations ? Justifier votre réponse.

- Après une génération on peut exclure l'hypothèse d'une répllication **conservative** à cause de la densité intermédiaire de l'ADN obtenu (on aurait obtenu de l'ADN lourd et l'ADN léger, selon le modèle conservative)
- Après deux générations, la présence d'ADN léger, valide l'hypothèse de la répllication **semi-conservative** uniquement (on aurait obtenu que de l'ADN intermédiaire, selon le modèle dispersif)

2- Expliquer, à l'aide de schémas simples, les résultats des expériences de Meselson et Stahl.

|   | Répllication conservative   | Répllication semi-conservative  | Répllication dispersive   |
|---|---|---|---|
| Molécule d'ADN parental                   |  |  |  |
| Molécules d'ADN de la première génération |  |  |  |
| Molécules d'ADN de la deuxième génération |  |  |  |

## 3. Mécanisme de la répllication

1- Décrire les étapes de la duplication de l'ADN.

- La répllication d'une molécule d'ADN commence au niveau des fourches de répllication
- Écartement des deux brins de la double hélice d'ADN en supprimant les liaisons hydrogènes entre les bases azotées par une enzyme : hélicase.
- Les ADN polymérases se déplacent le long des brins libres de l'ADN mère et ajoutent les nucléotides complémentaires, libres présents dans le noyau.
- Les brins d'ADN écartés, servent de matrice, pour la synthèse d'un nouveau brin complémentaire, dit brin néoformé.
- Les brins néoformés sont construits en respectant la complémentarité des bases azotées, A-T, G-C.
- Les ADN polymérases peuvent ajouter des nucléotides seulement à l'extrémité 3' du brin d'ADN en cours de formation. Par conséquent, le nouveau brin ne peut s'allonger que dans le sens 5' → 3'.
- L'élongation d'un brin est continue, tandis qu'elle ne se réalise pas de manière continue sur l'autre brin : de courts segments sont synthétisés, avant d'être reliés. On appelle ces segments fragments d'Okazaki

2- Justifier pourquoi cette duplication est qualifiée de semi-conservatif.

Une molécule d'ADN dupliquée donne naissance à 2 molécules d'ADN constituées chacune d'un brin d'ADN mère (la matrice) et d'un brin néoformé, on dit pour cette raison que la répllication de l'ADN se fait selon un modèle semi conservatif : la moitié de la molécule de départ est conservée.

## VII. Du gène aux caractères : relation gène – protéine – caractère

### 1. Différents types de caractères

### 2. Notion du gène – allèle

1- Expliquer en combien d'exemplaires le gène impliqué dans le caractère « groupe sanguin » est présent dans une cellule humaine.

Chaque chromosome 9 porte un exemplaire du gène déterminant le caractère « groupe sanguin ». Une cellule humaine contient deux chromosomes 9 (la paire de chromosome 9).

Le gène « groupe sanguin » est donc présent en deux exemplaires dans une cellule humaine.

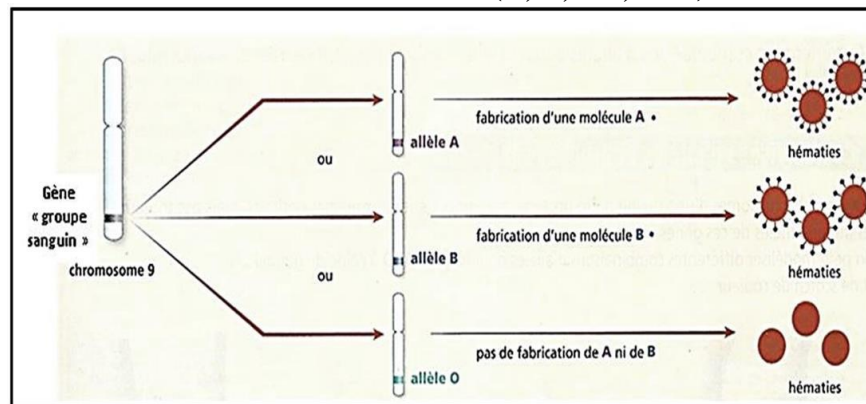
2- Citer les groupes sanguins qui existent dans la population humaine.

Il existe 4 groupes sanguins différents dans l'espèce humaine : A, B, AB, et O

3- Le caractère « groupe sanguin » est déterminé par un seul gène, quel problème scientifique peut-on poser en utilisant ces informations ?

Le caractère groupe sanguin est déterminé par un seul gène, et chaque individu possède 2 exemplaires de ce gène. Comment cet unique gène peut-il entraîner l'existence de 4 groupes sanguins différents dans l'espèce humaine ?

4- Expliquer les diverses versions de ce caractère (A, B, AB, et O).



Le groupe sanguin est 1 caractère héréditaire, qui est déterminé par 1 seul gène.

Dans l'espèce humaine, il existe plusieurs versions de ce caractère (A, B, AB, et O). L'existence de ces différentes versions d'un même caractère, s'explique par le fait qu'il existe plusieurs versions d'un même gène : **les allèles**.

### 3. Notion de la mutation

1- Indiquer quel caractère des bactéries est mis en évidence dans l'expérience n° 2 ?

La résistance des bactéries à la streptomycine

2- Comment pouvez-vous expliquer son apparition ?

Le gène responsable du caractère « sensibilité à la streptomycine » a subi une modification, entraînant l'apparition d'un nouveau caractère « résistance à la streptomycine ».

Donc un nouvel allèle est créé.

On appelle cette modification, une mutation.

3- Préciser pourquoi ce caractère n'apparaît pas dans l'expérience n° 1 ?

La probabilité d'apparition de ce caractère augmente lorsque le nombre des bactéries cultivées est élevé.

Donc la mutation est un phénomène rare.

4- Dites si ce caractère est héréditaire ?

Ce caractère est héréditaire, puisque les bactéries résistantes à la streptomycine se reproduisent en donnant d'autres bactéries résistantes à la streptomycine : caractère transmissible d'une génération à une autre.

### 5- Définir les expressions suivantes : Gène – Allèle – Caractère sauvage et Caractère mutant :

- Un gène est une portion d'ADN responsable d'un caractère héréditaire, situé dans le même endroit chez tous les individus de même espèce.
- Un allèle représente les différentes formes que peut avoir un même gène dans une espèce.
- Caractère sauvage : le caractère le plus courant dans la nature.
- Caractère mutant : un caractère nouveau dû à une mutation.

### 6- A partir de document précédent, dégager les caractéristiques de la mutation, et en déduire la définition.

#### *Les caractéristiques de la mutation*

- Spontanée : (mais peut être provoquée par des agents mutagènes (ex :UV))
- Aléatoire : (n'importe quelle bactérie peut être touchée)
- Rare : (il a fallu un grand nombre de bactérie, pour la mettre en évidence)
- Héritaire.

*La mutation* : changement brusque de l'information génétique par substitution (remplacement d'une base par une autre), délétion (suppression d'un ou plusieurs nucléotides) ou addition (ajout un ou plusieurs nucléotides).

#### 4. Relation caractère – protéine

### 1- A partir de la comparaison de la séquence d'acides aminés de l'hémoglobine normale et de l'hémoglobine anormale.

La différence réside dans un changement d'acide aminé : l'acide glutamique en position 6 de l'hémoglobine normale est remplacé par la valine dans l'hémoglobine anormale (tout le reste des aminés est identique).

### 2- préciser la nature de l'anomalie.

Mutation par substitution du nucléotide thymine de l'ADN normal par un nucléotide Adénine.

### 3- En vous appuyant sur l'exemple de la drépanocytose, établir des relations entre les différentes données présentées en vue d'expliquer la relation caractère – protéine – gène.

- Mutation par substitution d'un nucléotide
- Changement de la séquence nucléotidique de l'allèle codant la synthèse de l'hémoglobine normale
- Synthèse d'une nouvelle protéine : l'hémoglobine anormale
- Apparition de drépanocytose (maladie héréditaire)