

## **Devoir n°4 – SVT** **Éléments de correction**

Sujet : **la complémentarité des bases**

Cette correction propose une **introduction**, un **plan détaillé**, avec indication des **notions** et **schémas** à insérer, et une **conclusion**.

**Introduction :**

*(Contextualisation/définition)* Les bases azotées sont des petites molécules organiques qui entrent dans la composition des nucléotides, et donc des acides nucléiques. Elles sont au nombre de cinq : adénine, cytosine, guanine, thymine (spécifique de l'ADN) et uracile (spécifique de l'ARN).

*(Problème)* L'ADN est une molécule qu'on sait depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle composée de deux brins. Ces deux brins ont été au cours de l'histoire des sciences décrits comme étant complémentaires, c'est-à-dire que la connaissance de la séquence de l'un des brins permet de connaître celle de l'autre brin. Quels peuvent être l'origine et l'intérêt d'une telle structuration ?

*(Démarche)* Par une démarche historique, nous montrerons pour commencer quelles sont les expériences qui ont permis de montrer que l'ADN était une molécule double brin dont les bases azotées sont complémentaires deux-à-deux ; nous verrons dans un second temps que, bien loin d'être sans conséquence sur les processus génétiques fondamentaux, la complémentarité des bases permet à la molécule d'ADN de se répliquer de façon fidèle dans les cellules vivantes ; enfin, nous aborderons quelques points de l'exploitation de cette complémentarité en génie biologique.

*NB : pour des raisons de délimitation du programme du devoir, l'expression génétique n'est pas traitée. Le jour du concours, elle est impérativement à intégrer à cet exposé.*

### **I. L'ADN est constitué de deux brins complémentaires**

1. Des expériences de dénaturation montrent que l'ADN est un double brin

Chauffage et mesure de l'absorbance : augmentation de l'absorbance → double brin

**Schéma** : absorbance en fonction de la température

2. Chargaff postule la complémentarité des bases

Egale proportion de A et T d'une part, de C et G d'autre part → complémentarité supposée, mais non expliquée.

3. Watson, Crick et Franklin montrent que les brins sont appariés spécifiquement

Confirmation de la complémentarité par l'étude structurale de l'ADN par cristallographie par diffraction de rayons X.

**Schéma** : structure simplifiée de la molécule d'ADN en double hélice, avec complémentarité C-G et A-T

4. Explication moléculaire de la complémentarité des bases

Complémentarité A-T ou C-G ; présenter la notion de liaison H.

**Schéma** : montrer une paire de bases avec liaisons H

### **II. La complémentarité permet une répllication fidèle de l'IG**

1. Meselson et Stahl montrent que la répllication est semi-conservative

Présenter les trois hypothèses du mécanisme de répllication (semi-conservatif, conservatif, dispersif). Présenter l'expérience de Meselson et Stahl et ses conclusions. Montrer que la semi-conservativité est en cohérence avec la complémentarité vue plus tôt.

**Schéma** : résultat de l'expérience de Meselson et Stahl

**Schéma** : les trois hypothèses pour le mécanisme de répllication, et leur validation/invalidation

2. L'élongation d'un brin néosynthétisé complémentaire au brin matrice

Mécanisme de la répllication : brin direct, synthèse de l'amorce d'ARN (par complémentarité), élongation par complémentarité, mécanisme d'action des ADN-polymérase I et III. Nécessaire séparation des deux brins (perte de la

complémentarité) par les hélicases.

**Schéma** : fourche de réplication

3. Des erreurs de réplifications sont dues à un mauvais appariement

Expliquer la tautomérisation, montrer en quoi elle peut provoquer un mauvais appariement, montrer qu'un mésappariement peut déboucher sur une mutation (substitution). Montrer qu'une modification chimique d'une base, comme une désamination, peut modifier la complémentarité.

**Schéma** : forme tautomère de l'adénine qui s'hybride avec une cytosine au lieu d'une thymine

4. La réparation des mésappariement fait intervenir la complémentarité des bases

Présenter les phénomènes de réparation de l'ADN, montrer qu'ils impliquent des événements de réplication. Présenter l'activité exonucléasique 3' → 5'

**Schéma** : excision resynthèse d'une région avec mesappariement

### III. La complémentarité des bases est exploitée en génie génétique

1. Le Southern blot permet une détection d'ADN par appariement spécifique

Expliquer la problématique du Southern blot, et montrer l'importance de l'appariement spécifique

**Schéma** : étapes du protocole

2. La PCR amplifie une séquence par appariement d'amorces spécifiques

Expliquer en quoi l'hybridation des amorces permet de sélectionner la séquence à amplifier. Montrer que l'amplification repose sur une réplication, donc sur la complémentarité des bases.

**Schéma** : étapes du protocole

3. Le séquençage exploite la complémentarité des bases pour déterminer la séquence d'un ADN

Expliquer le principe du séquençage, montrer que le séquençage repose sur une réplication, donc sur la complémentarité des bases

**Schéma** : étapes du protocole

**Schéma** : exemple de résultat obtenu (gel de séquençage)

#### **Conclusion :**

La complémentarité des bases repose sur la possibilité de créer des liaisons hydrogène de façon spécifique entre A et T d'une part, et C et G d'autre part. Cette propriété chimique est responsable de l'organisation de la molécule d'ADN, formée de deux brins systématiquement complémentaires. Outre le fait que cette organisation rend l'ADN particulièrement stable, elle lui permet d'être répliqué selon un mode semi-conservatif, la réplication étant un processus génétique partagé par l'ensemble des être vivants, la complémentarité des bases est indispensable à la vie telle qu'elle existe sur notre planète. Cette possibilité d'appariement spécifique a été mise en application dans de nombreuses techniques de biologie moléculaire, qui ont révolutionné, et continuent de révolutionner la société actuelle.

*Ouverture 1* : Bien loin de se limiter à l'ADN, la complémentarité des bases concerne l'ensemble des acides nucléiques, à commencer par les ARN. Des processus mettant en jeu des complémentarités ARN-ARN ou ADN-ARN sont essentiels dans l'ensemble des étapes de l'expression génétique.

*Ouverture 2* : la spécificité des interactions entre deux molécules, qui a fait l'objet de cet exposé, est une thématique bien décrite dans les processus biochimiques, et elle est bien loin de se limiter aux interactions entre bases azotées. Les protéines qui sont, comme les acides nucléiques, des molécules séquencées, ont des structures complexes, et une grande diversité d'acides aminés, capables d'interagir entre eux de façon spécifique. Les interactions spécifiques protéine-ligand font partie des processus biochimiques les plus complexes et les plus importants dans les cellules vivantes, et obéissent à des lois chimiques très simples, tout comme la complémentarité des bases.