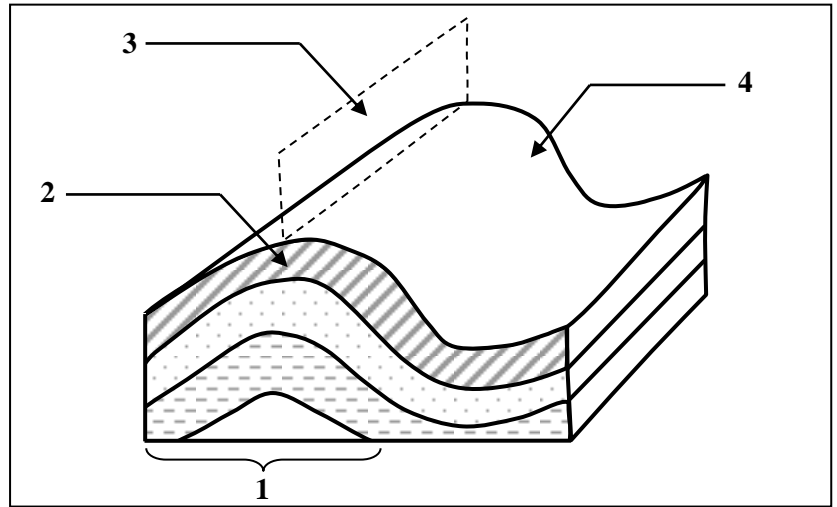




IV. Le document ci-contre représente un schéma d'une déformation tectonique accompagnant la formation des chaînes de montagnes.

Recopiez sur votre feuille de rédaction les numéros des éléments indiqués par des flèches et attribuez à chaque élément le nom qui lui correspond. (1pt)



### Raisonnement scientifique et communication écrite et graphique (15 points)

#### Exercice 1 (3 pts)

Afin d'adapter les séances d'entraînement pour des sprinters professionnels de 100 m et de permettre aux entraîneurs de comprendre l'origine de l'énergie utilisée par les muscles au cours de ce type d'exercice, on propose l'exploitation des données suivantes.

• **Donnée 1 :** La quantité d'énergie est mesurée dans une fibre musculaire au repos et lors d'une course de 100m chez un individu adulte de 70kg. Le tableau du document 1 présente les résultats obtenus.

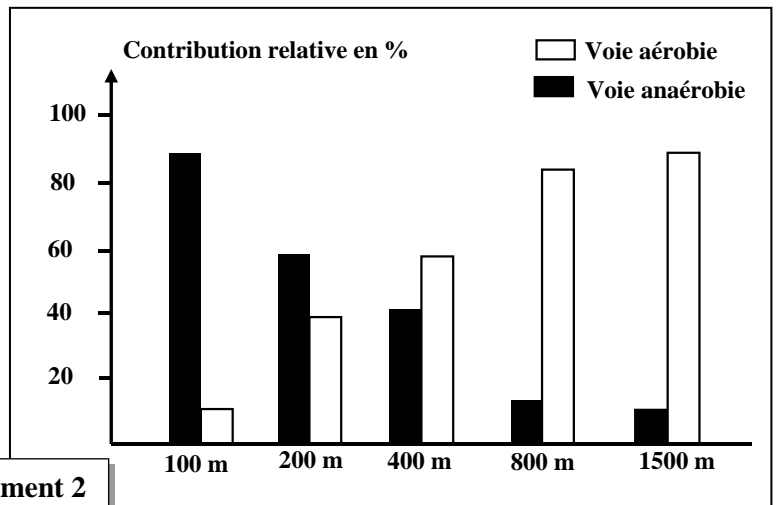
|                           |  |           |
|---------------------------|--|-----------|
| Au repos                  | Quantité d'énergie correspondante à la quantité intracellulaire d'ATP (Kj) | 5.1 à 7.5 |
| lors d'une course de 100m | Quantité d'énergie intracellulaire dépensée (Kj)                           | 132       |

Document 1

1. En exploitant les données du document 1, montrez la nécessité de régénérer l'ATP pour permettre le maintien de l'activité de contraction lors d'un effort musculaire. (1pt)

• **Donnée 2 :** Des études ont permis de déterminer la contribution relative de la voie aérobie et des voies anaérobies dans la régénération de l'ATP selon les types de course menées chez des nageurs de niveau olympique. Le document 2 présente les résultats de ces études.

2. A partir des données du document 2, déduisez la relation entre la distance de la course et la contribution de chacune des voies aérobie et anaérobie dans la régénération de l'ATP. (0.5pt)



Document 2

• **Donnée 3 :** L'observation microscopique a montré qu'il existe deux types de fibres musculaires : les fibres de type I et les fibres de type II. La mesure des proportions de ces deux types de fibres au niveau du muscle a permis d'obtenir les résultats présentés dans la figure (a) du document 3. Le tableau de la figure (b) du même document présente certaines caractéristiques des deux types de fibres musculaires.

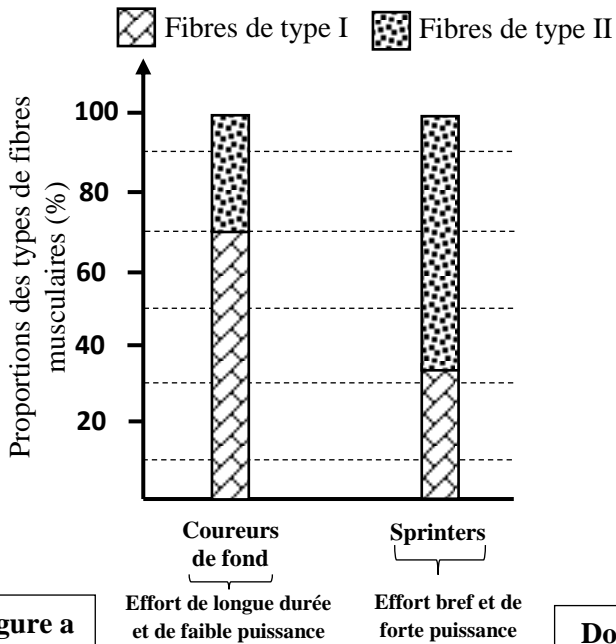


Figure a

|   | Fibres de type I | Fibres de type II |
|---|------------------|-------------------|
| Nombre de mitochondries                       | +++              | +                 |
| Nombre de capillaires sanguins par fibre (UA) | 4.5              | 3                 |
| Quantité de Myoglobine                        | +++              | +                 |

NB : La myoglobine est une molécule de nature protéique qui assure le stockage du dioxygène dans les fibres musculaires.

Document 3

Figure b

3. a. En vous basant sur la figure (a) du document 3, comparez les proportions des fibres de type I et II entre les coureurs de fond et les sprinters. (0.5pt)

b. En exploitant les données de la figure (b) du document 3 et les données précédentes, expliquez l'origine de l'énergie utilisée par les sprinters professionnels. (1pt)

### Exercice 2 (5.75 pts)

L'agammaglobulinémie ou maladie de Bruton est un déficit immunitaire qui se manifeste par un déficit dans la production de gammaglobulines  $\gamma$  (gamma). Elle se caractérise par des infections d'origine bactériennes et virales survenant le plus souvent durant la première année après la naissance. En absence de traitement, elle peut conduire à des complications graves.

I. Le gène impliqué dans cette maladie héréditaire est le gène **BTK** qui code pour la **protéine tyrosine kinase de Bruton (BTK)**. La BTK est impliquée dans l'activation de la maturation des cellules lymphoïdes pré-B en lymphocytes B fonctionnels circulants. Pour comprendre l'origine génétique de cette maladie, on propose l'exploitation des données suivantes :

• **Donnée 1** : Le document 1 présente les résultats du suivi de la maturation des lymphocytes chez un individu sain (Figure a) et chez un autre individu atteint par l'agammaglobulinémie (Figure b).

Figure a

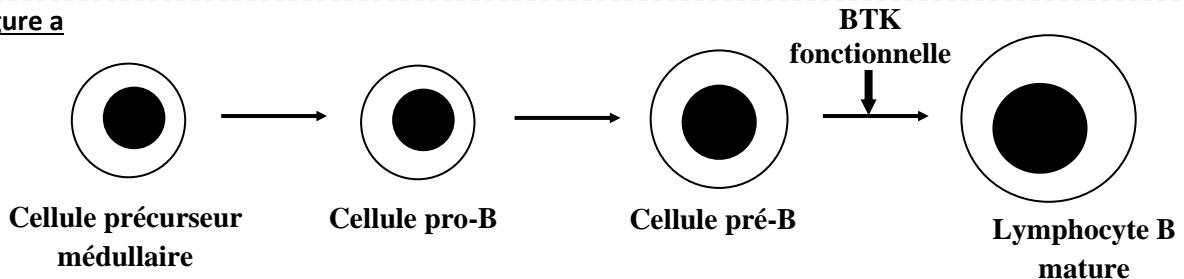
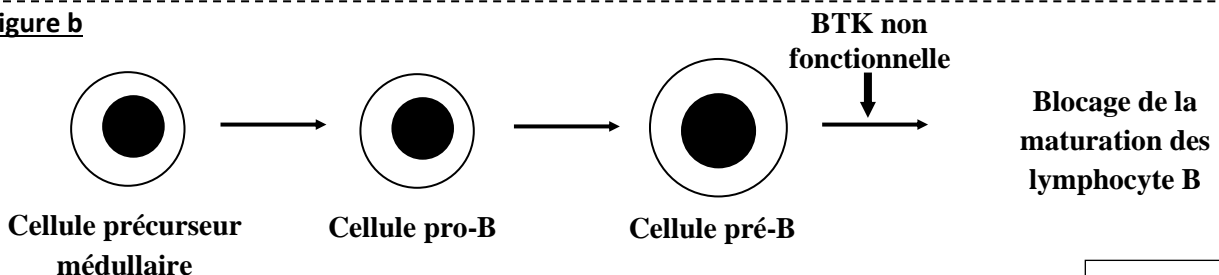


Figure b



Document 1

1. En vous basant sur le document 1, **montrez** la relation protéine- caractère. (0.75pt)

• **Donnée 2:** Des chercheurs ont déterminé la séquence du gène BTK codant pour la protéine tyrosine kinase de Bruton (BTK). Le document 2 présente la séquence nucléotidique d'un fragment du brin non transcrit de l'allèle normal et celle d'un autre fragment non transcrit de l'allèle muté responsable de la maladie de Bruton. Le document 3 présente le tableau du code génétique.

| Numéros des nucléotides | 1423  | 1434 | 1449 |
|-------------------------|---|------|------|
|                         | ↓   | ↓    | ↓    |
| allèle normal           | GAGTACATGGCCAATGGCTGCCTCCTGA<br>sens de lecture → |      |      |
| allèle muté             | GAGTCATGGCCAATGGCTGCCTCCTGA<br>sens de lecture →  |      |      |

Document 2

2. a. A partir des documents 2 et 3, **donnez** les séquences d'ARNm et des acides aminés qui correspondent au fragment de l'allèle normal et au fragment de l'allèle muté. (1pt)

b. En vous basant sur les données précédentes, **expliquez** l'origine génétique de la maladie de Bruton. (1pt)

II. Le document 5 présente l'arbre généalogique d'une famille dont certains membres sont atteints par l'agammaglobulinémie de Bruton.

| 2 <sup>ème</sup> lettre | U   |     | C   |     | A   |        | G   |      | 3 <sup>ème</sup> lettre |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|-----|------|-------------------------|
| 1 <sup>ère</sup> lettre |     |     |     |     |     |        |     |      |                         |
| U                       | UUU | Phe | UCU | Ser | UAU | Tyr    | UGU | Cys  | U                       |
|                         | UUC |     | UCC |     | UAC |        | UGC |      | C                       |
|                         | UUA | Leu | UCA |     | UAA | STOP   | UGA | STOP | A                       |
|                         | UUG |     | UCG |     | UAG |        | UGG | Trp  | G                       |
| C                       | CUU | Leu | CCU | Pro | CAU | His    | CGU | Arg  | U                       |
|                         | CUC |     | CCC |     | CAC |        | CGC |      | C                       |
|                         | CUA |     | CCA |     | CAA | CGA    | A   |      |                         |
|                         | CUG |     | CCG |     | CAG | CGG    | G   |      |                         |
| A                       | AUU | Ile | ACU | Thr | AAU | Asn    | AGU | Ser  | U                       |
|                         | AUC |     | ACC |     | AAC |        | AGC |      | C                       |
|                         | AUA |     | ACA |     | AAA | AGA    | A   |      |                         |
|                         | AUG | Met | ACG |     | AAG | Lys    | AGG | Arg  | G                       |
| G                       | GUU | Val | GCU | Ala | GAU | Ac.asp | GGU | Gly  | U                       |
|                         | GUC |     | GCC |     | GAC |        | GGC |      | C                       |
|                         | GUA |     | GCA |     | GAA | GGA    | A   |      |                         |
|                         | GUG |     | GCG |     | GAG | GGG    | G   |      |                         |

Document 3

3. Sachant que le gène responsable de la maladie est porté par un chromosome sexuel, **déterminez**, en **justifiant** votre réponse, le mode de transmission de cette maladie. (0.5pt)

4. En vous aidant d'un échiquier de croisement, **calculez** la probabilité pour que le fœtus IV<sub>2</sub> soit atteint par la maladie du Bruton. (1pt)

**NB :** Utiliser les symboles **B** et **b** pour désigner les allèles du gène étudié.

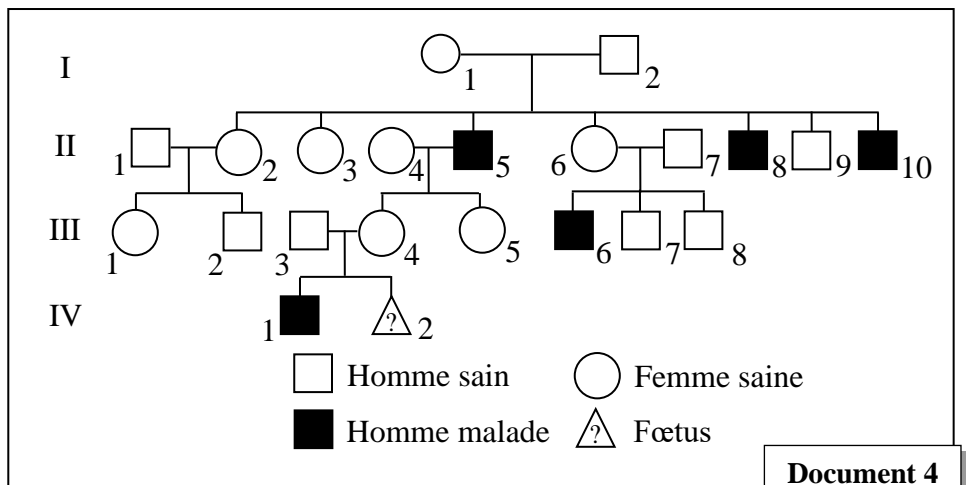
La prévalence de la maladie de Bruton est estimée à 1/350000 dans plusieurs populations à travers le monde.

En considérant que la population est en équilibre (obéit à la loi de Hardy-Weinberg) :

5. a. **Calculez** la fréquence de l'allèle responsable de la maladie de Bruton et de l'allèle normal. (1pt)

b. **Calculez** la fréquence des femmes hétérozygotes pour le gène étudié. (0.5 pt)

**NB :** Donner les résultats avec six chiffres après la virgule.



Document 4

En considérant que la population est en équilibre (obéit à la loi de Hardy-Weinberg) :

5. a. **Calculez** la fréquence de l'allèle responsable de la maladie de Bruton et de l'allèle normal. (1pt)

b. **Calculez** la fréquence des femmes hétérozygotes pour le gène étudié. (0.5 pt)

**NB :** Donner les résultats avec six chiffres après la virgule.

### Exercice 3 (3.25 pts)

Dans le cadre de l'étude de la transmission des caractères héréditaires chez les lapins, on propose l'étude des résultats de deux croisements suivants :

• **1<sup>er</sup> croisement** : Réalisé entre un lapin gris et à poils longs avec une lapine blanche et à poils courts. Ce croisement donne une première génération F<sub>1</sub> composée de lapereaux tachetés et à poils longs.

1. Que peut-on **déduire** des résultats du 1<sup>er</sup> croisement ? **Justifiez** votre réponse. (0.75pt)
2. Considérant que les deux gènes étudiés sont indépendants, **donnez** les génotypes des parents et des individus de la première génération F<sub>1</sub>. (0.75pt)

*N.B. On utilise les symboles : B ou G pour les allèles responsables de la couleur des poils et L ou l pour les allèles responsables de la longueur des poils.*

• **2<sup>ème</sup> croisement** : Réalisé entre les individus de la première génération F<sub>1</sub>. Ce croisement donne une deuxième génération F<sub>2</sub>.

3. **Établissez** l'échiquier de ce croisement, et **dégagez** les phénotypes obtenus et leurs proportions respectives. (1.25pt)

Un éleveur de lapins désire produire une génération de lapins tachetés à poils longs.

4. **Déterminez** parmi les résultats obtenus en F<sub>2</sub>, les parents que l'éleveur peut croiser pour avoir la plus grande proportion de lapins au phénotype recherché. **Justifier** votre réponse par un échiquier de croisement. (0.5pt)

### Exercice 4 (3 pts)

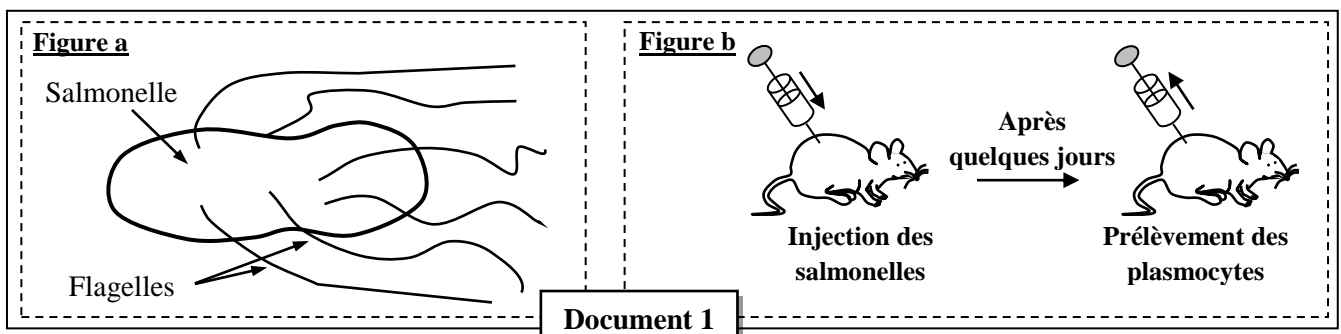
Dans le cadre de l'étude de certains aspects cellulaires et moléculaires de la réponse immunitaire, on propose l'exploitation des expériences historiques suivantes :

#### **I. Expérience historique de Gustav Nossal 1959:**

Gustav Nossal a travaillé sur deux souches A et B de salmonelles, bactéries mobiles grâce à des flagelles (Figure a du document 1). Chaque souche de salmonelle possède au niveau de ses flagelles des antigènes qui lui sont spécifiques.

L'expérience est réalisée en trois étapes :

- **Etape 1** : Gustav Nossal a injecté des bactéries des deux souches A et B à des rats. Après quelques jours il a prélevé des plasmocytes dans les ganglions lymphatiques proches du point d'injection. (Figure b du document 1).



- **Etape 2** : Il a ensuite préparé quatre micropuits, contenant chacun un milieu de culture approprié à la survie des bactéries et des cellules immunitaires puis il a placé dans chacun des quatre micropuits un seul plasmocyte auquel il a ajouté cinq à six bactéries de la souche A. La figure a du document 2 présente les résultats obtenus après une heure.

- **Etape 3** : Gustav introduit des bactéries de la souche B dans les micropuits « 2 » et « 4 ». La Figure b du document 2 présente les résultats obtenus.

**NB** : *Aucun contact membranaire n'est établi entre le plasmocyte et les bactéries des deux souches A et B à l'intérieur des micropuits.*

Salmonelle de souche A

Milieu nutritif  
 Micropuits  
 Plasmocyte

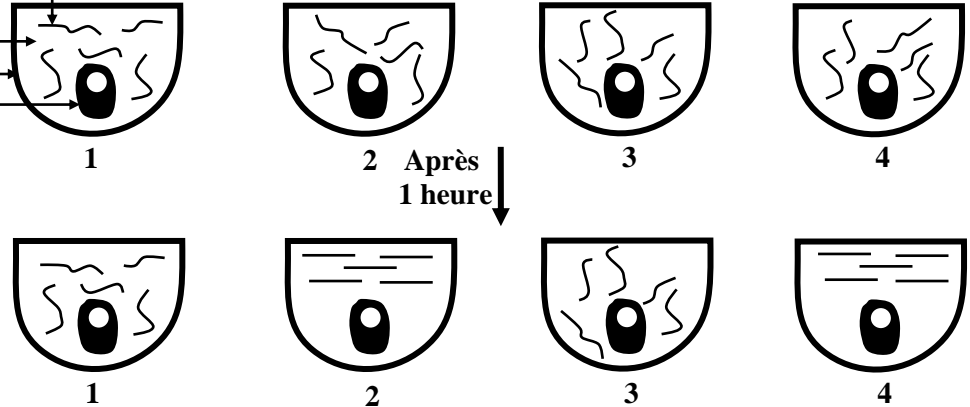


Figure a

Salmonelle de souche B

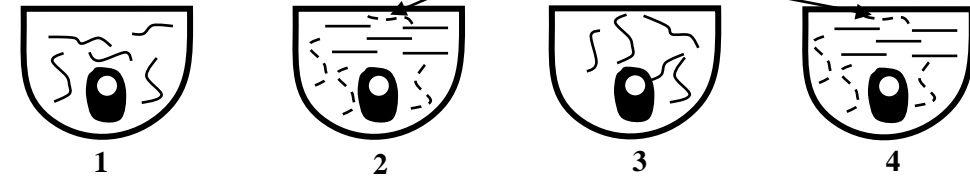


Figure b

Document 2

Bactéries mobiles

Bactéries immobiles

1. En vous basant sur la figure a du document 2 :

a. **Comparez** les résultats observés puis **déduisez**, en **justifiant** votre réponse, le type de la réponse immunitaire. (0.5pt)

b. **Expliquez** les différences observées. (0.5pt)

2. **Décrivez** les résultats de la figure b du document 2 et **dégagez** la caractéristique de la réponse immunitaire mise en évidence. **Justifiez** votre réponse. (1pt)

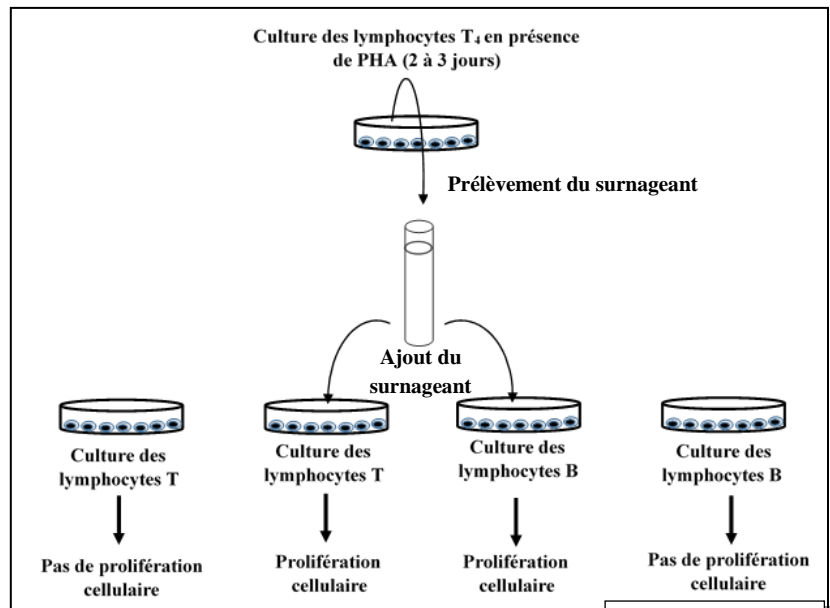
## II. Expérience historique de Morgan et Ruscetti (1975) :

Afin de mettre en évidence certains facteurs qui interviennent dans la réponse immunitaire, on propose l'exploitation des résultats des travaux de Morgan et Ruscetti.

Des lymphocytes de type T<sub>4</sub> sont prélevés du sang d'un individu sain et activés en présence d'une substance qui joue le rôle d'antigène : PHA. Le liquide surnageant de cette culture est ensuite prélevé puis ajouté dans des cultures de lymphocytes T ou B.

Le document 3 représente les conditions et les résultats de cette expérience.

3. **Décrivez** les résultats présentés sur le document 3 puis **déduisez** l'autre caractéristique de la réponse immunitaire mise en évidence par l'expérience de Morgan et Ruscetti. (1pt)



Document 3

\*\* FIN \*\*





## Exercice 2 (5,75 points)

1

• **La relation protéine- caractère :**

- Chez l'individu sain :

Enzyme BTK fonctionnelle → Maturation des cellules pré-B en lymphocytes B →

Individu sain..... (0.25pt)

- Chez l'individu atteint :

Enzyme BTK non fonctionnelle → Blocage de la maturation des cellules pré-B en

lymphocytes B → Individu malade..... (0.25pt)

Donc toute modification de la protéine entraîne une modification du caractère → Relation protéine caractère.....(0.25pt)

0.75pt

2

**2.a- L'ARNm et la séquence d'acides aminés correspondant à :**

- l'allèle normal :

▪ ARNm :

GAG-UAC-AUG-GCC-AAU-GGC-UGC-CUC-CUG-A.....(0.25pt)

▪ Séquence d'acides aminés :

Ac.Glu-Tyr-Met-Ala-Asn-Gly-Cys-Leu-Leu.....(0.25pt)

- l'allèle muté :

▪ ARNm :

GAG-UCA-UGG-CAA-AUG-GCU-GCC-UCC-UGA .....(0.25pt)

▪ Séquence d'acides aminés :

Ac.Glu-Ser-Trp-Pro-Met-Ala-Ala-Ser .....(0.25pt)

1 pt

**2.b- Origine génétique de la maladie de Bruton :**

Mutation au niveau de l'ADN par délétion du nucléotide (A), de la position 1427 (on accepte le raisonnement, en se basant sur le brin transcrit) et changement du cadre de lecture → synthèse d'une protéine Tyrosine Kinase de Bruton (BTK) modifiée et courte → pas d'activation de la maturation des cellules lymphoïdes des pré-B en LB → absence de LB fonctionnels circulants et apparition des symptômes de la maladie..... (4x0,25pt)

1 pt

3

**Mode de transmission de la maladie de Bruton avec justification :**

• **L'allèle responsable de la maladie est récessif :** des parents sains (par exemple le couple I<sub>1</sub> et I<sub>2</sub>) donnent naissance à des enfants malades.....(0.25pt)

• **Le gène étudié est porté par le chromosome sexuel X** et non porté par le chromosome Y, car le père I<sub>2</sub> est de phénotype sain et donne naissance à des garçons atteints .....(0.25pt)

0,5 pt

4

**Calcul de la probabilité pour que le fœtus IV<sub>2</sub> soit atteint par la maladie :**Parents : III<sub>3</sub> ♂ x III<sub>4</sub> ♀

Phénotypes : [B] [B]

Génotypes : XBY XBxb ..... (0.25pt)

Gamètes : ½ XB et ½ Y - ½ XB et ½ Xb .....(0.25pt)

Echiquier de croisement : .....(0.25pt)

|                          |                          |              |             |
|--------------------------|--------------------------|--------------|-------------|
|                          | Gamètes III <sub>3</sub> | ½ XB         | ½ Y         |
| Gamètes III <sub>4</sub> |                          |              |             |
| ½ XB                     |                          | XBXB ♀ [B] ¼ | XBY ♂ [B] ¼ |
| ½ Xb                     |                          | XBxb ♀ [B] ¼ | XbY ♂ [b] ¼ |

→ La probabilité pour que le fœtus IV<sub>2</sub> soit atteint par la maladie est 25 % .....(0.25pt)

1 pt



5

**a- Calcul des fréquences :**

- La fréquence de l'allèle responsable de la maladie :

$$f(XbY) = f(b) = q = 1/350000 = 0.000002 \dots\dots\dots(0.5pt)$$

- La fréquence de l'allèle normal :

$$p = 1 - q = 1 - 0.000002 = 0.999998 \dots\dots\dots(0.5pt)$$

1 pt

**b- Calcul de la fréquence des femmes hétérozygotes pour le gène étudié :**

$$f(XBXb) = 2pq = 2 \times 0.999998 \times 0.000002 = 0.000019 \dots\dots\dots$$

0,5 pt

**Exercice 3 (3.25 points)**

1

**• Déduction à partir du premier croisement :**

- Cas de dihybridisme : étude de la transmission de deux caractères héréditaires.....(0.25pt)

- Le croisement a donné une génération F<sub>1</sub> **uniforme**, donc selon la première loi de Mendel les parents sont de lignées pures.....(0.25pt)

- Les individus de F<sub>1</sub> ont un phénotype parental pour le caractère longueur des poils et un phénotype **intermédiaire** pour le caractère couleur des poils :

→ **dominance absolue** : - l'allèle responsable des poils longs est dominant (L),

- l'allèle responsable des poils courts est récessif (l),

→ **codominance** entre l'allèle responsable de la couleur grise des poils (G) et l'allèle responsable à la couleur blanche des poils (B).....(0.25pt)

0,75pt

2

**• Sachant que les deux gènes sont indépendants, les génotypes demandés :****- Génotypes des parents :**

→ un lapin gris à poils longs : G//G L//L .....(0.25pt)

→ une lapine blanche à poils courts : B//B l//l .....(0.25pt)

**- Génotype des individus de F<sub>1</sub> :**

→ des lapereaux tachetés à poils longs : G//B L//l .....(0.25pt)

0,75pt

3

**Interprétation des résultats de la génération F<sub>2</sub> issue du croisement entre les individus de la génération F<sub>1</sub> :****• Parents :**

♂ F<sub>1</sub> × ♀ F<sub>1</sub>  
Phénotype : [GB, L] [GB, L]

Genotype: G//B L//l G//B L//l .....(0.25pt)

**• Gametes:**

G/L/ ¼ ; G/l/ ¼ G/L/ ¼ ; G/l/ ¼

B/L/ ¼ ; B/l/ ¼ B/L/ ¼ ; B/l/ ¼ .....(0.25pt)

**• Echiquier de croisement : .....(0.5pt)**

| $\gamma^{\sigma}$ | G/L/ ¼                          | G/l/ ¼                          | B/L/ ¼                          | B/l/ ¼                          |
|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| $\gamma^{\rho}$   |                                 |                                 |                                 |                                 |
| G/L/ ¼            | <b>G//G L//L</b><br>[G,L] 1/16  | <b>G//G L//l</b><br>[G,L] 1/16  | <b>G//B L//L</b><br>[GB,L] 1/16 | <b>G//B L//l</b><br>[GB,L] 1/16 |
| G/l/ ¼            | <b>G//G L//l</b><br>[G,L] 1/16  | <b>G//G l//l</b><br>[G,l] 1/16  | <b>G//B L//l</b><br>[GB,L] 1/16 | <b>G//B l//l</b><br>[GB,l] 1/16 |
| B/L/ ¼            | <b>G//B L//L</b><br>[GB,L] 1/16 | <b>G//B L//l</b><br>[GB,L] 1/16 | <b>B//B L//L</b><br>[B,L] 1/16  | <b>B//B L//l</b><br>[B,L] 1/16  |
| B/l/ ¼            | <b>G//B L//l</b><br>[GB,L] 1/16 | <b>G//B l//l</b><br>[GB,l] 1/16 | <b>B//B L//l</b><br>[B,L] 1/16  | <b>B//B l//l</b><br>[B,l] 1/16  |

On obtient les résultats suivants : .....(0.25)

[GB, L] 6/16 ; [G, L] 3/16 ; [B, L] 3/16 ; [GB,l] 2/16 ; [G,l] 1/16 ; [B,l] 1/16

1,25 pt

4

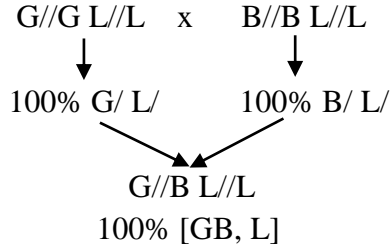
• **Le croisement :**

- Le phénotype des lapins désiré par l'éleveur : [GB, L]
- le croisement qui permet d'obtenir la plus grande proportion du phénotype désiré [GB,L] est le croisement entre les deux races pures suivantes:

$$[G, L] \times [B, L]$$

Ce croisement va nous donner 100% [GB,L] .....(0,25pt)

• **Justification** (Interprétation chromosomique du croisement) .....(0,25pt)



0.5 pt

**Exercice 4 (3 points)**

1-a

• **Comparaison :**

Contrairement aux milieux 1 et 3, les bactéries de la souche A sont immobilisées dans les deux milieux 2 et 4.....(0.25pt)

**Déduction du type de la réponse immunitaire :**

→ Réponse immunitaire à médiation humorale, car il y'a production des anticorps par les plasmocytes ( Action des plasmocytes malgré l'absence de contact avec les bactéries).....(0.25pt)

0.5pt

1-b

• **Explication :**

Les plasmocytes dans les deux milieux 2 et 4 ont produit des anticorps contre les antigènes de la souche A (déclenchement de la réponse immunitaire) ce qui a immobilisé les bactéries, alors que les plasmocytes dans les autres milieux 1 et 3 n'ont pas produit des anticorps contre ces antigènes (pas de réponse immunitaire).

0.5pt

2

• **Description des résultats :**

Dans les milieux 2 et 4, les bactéries de la souche A sont immobiles, alors que les bactéries de la souche B restent mobiles (absence de réponse immunitaire contre les bactéries de la souche B) ..... (0.5pt)

• **La caractéristique de la réponse immunitaire mise en évidence :**

Les anticorps produits par les plasmocytes des milieux 2 et 4 ont reconnu les antigènes de la souche A mais n'ont pas reconnu les antigènes de la souche B → **Spécificité de la réponse immunitaire** ..... (0.5pt)

1 pt

3

• **Description des résultats :**

- En absence du surnageant : Pas de multiplication ni des lymphocytes B, ni des lymphocytes T.

- En présence du surnageant : multiplication des lymphocytes B et des lymphocytes T..... (0.5pt)

• **Déduction de la deuxième caractéristique de la réponse immunitaire :**

Le liquide surnageant contient des substances chimiques : (des cytokines ou interleukines), secrétées par les lymphocytes T<sub>4</sub> qui activent la multiplication cellulaire LB et LT → **Coopération cellulaire**. ..... (0.5pt)

1 pt

.. Fin ..