

IV. Afin de **relier** chaque élément du groupe 1 à la définition correspondante dans le groupe 2, **copier** les couples ci-dessous sur la feuille de production et **adresser** à chaque numéro dans le groupe 1 la lettre qui lui correspond dans le groupe 2. (1, ...) (2, ...) (3, ...) (4, ...) (1 pt)

Groupe 1
1. Tétrade
2. Crossing-over (Enjambement chromosomique)
3. Anomalie chromosomique
4. Brassage interchromosomique

Groupe 2
a. Mélange des allèles suite à la séparation aléatoire des chromosomes homologues lors de l'anaphase I.
b. Changement dans le nombre ou la structure des chromosomes ou dans les deux.
c. Structure formée suite à l'appariement de deux chromosomes homologues lors de la prophase I.
d. Echange de fragments chromosomiques entre les chromosomes homologues lors de la prophase I.

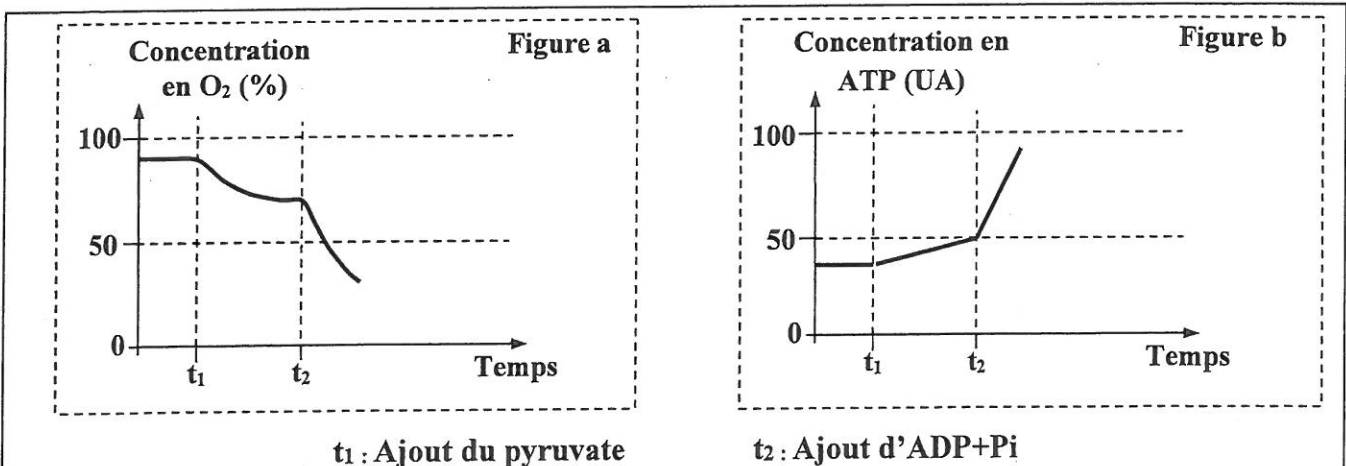
Partie II : Raisonnement scientifique et expression écrite et graphique (15 pts)

Exercice 1 (5.5 pts)

Dans la nuit du mercredi 12 août 2015, deux terribles explosions ont secoué la zone industrielle du port de la ville de Tianjin en Chine causant plus d'une centaine de morts et plus de 700 blessés. De nombreuses substances chimiques dangereuses sont habituellement entreposées dans cette zone, notamment le cyanure de sodium à l'origine d'un gaz très toxique, l'acide cyanhydrique (HCN) qui entraîne la mort par asphyxie cellulaire et tissulaire. Afin de comprendre l'effet de l'acide cyanhydrique sur le métabolisme respiratoire et sa relation avec l'asphyxie, on propose les données suivantes :

• **Donnée 1 :**

On place une suspension mitochondriale dans un milieu convenable riche en dioxygène (O_2), puis on suit l'évolution des concentrations d' O_2 et d'ATP dans ce milieu. Les figures du document 1 présentent les conditions expérimentales et les résultats obtenus.

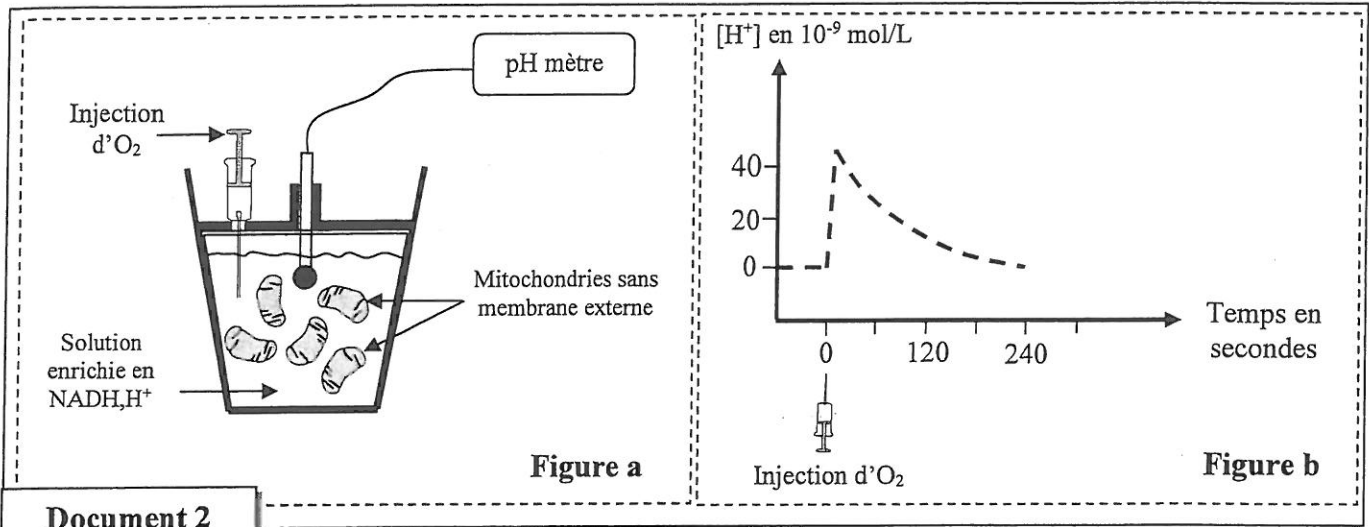


NB : Au début de l'expérience, les mitochondries contiennent une faible quantité d'ADP+ Pi.

Document 1

1. En se basant sur les données du document 1, **décrire** la variation de la concentration en O_2 et en ATP dans le milieu, puis **déduire** l'effet de l'ajout du pyruvate et de l'ADP + Pi sur le métabolisme respiratoire mitochondrial. (1.5 pt)

• **Donnée 2 :** Des mitochondries, sans membranes externes, sont placées dans une solution dépourvue de dioxygène et enrichie en donneurs d'électrons (NADH, H⁺). La variation de la concentration des protons H⁺ dans la solution est ensuite mesurée avant et après l'injection d'une quantité limitée de dioxygène. Les figures a et b du document 2 présentent respectivement les conditions et les résultats de cette expérience.



Document 2

2. En se basant sur les données du document 2, **décrire** l'évolution de la concentration des protons H⁺ dans la solution, puis **déduire** l'effet de l'injection du dioxygène sur le déplacement des protons H⁺ à travers la membrane mitochondriale interne. (1pt)

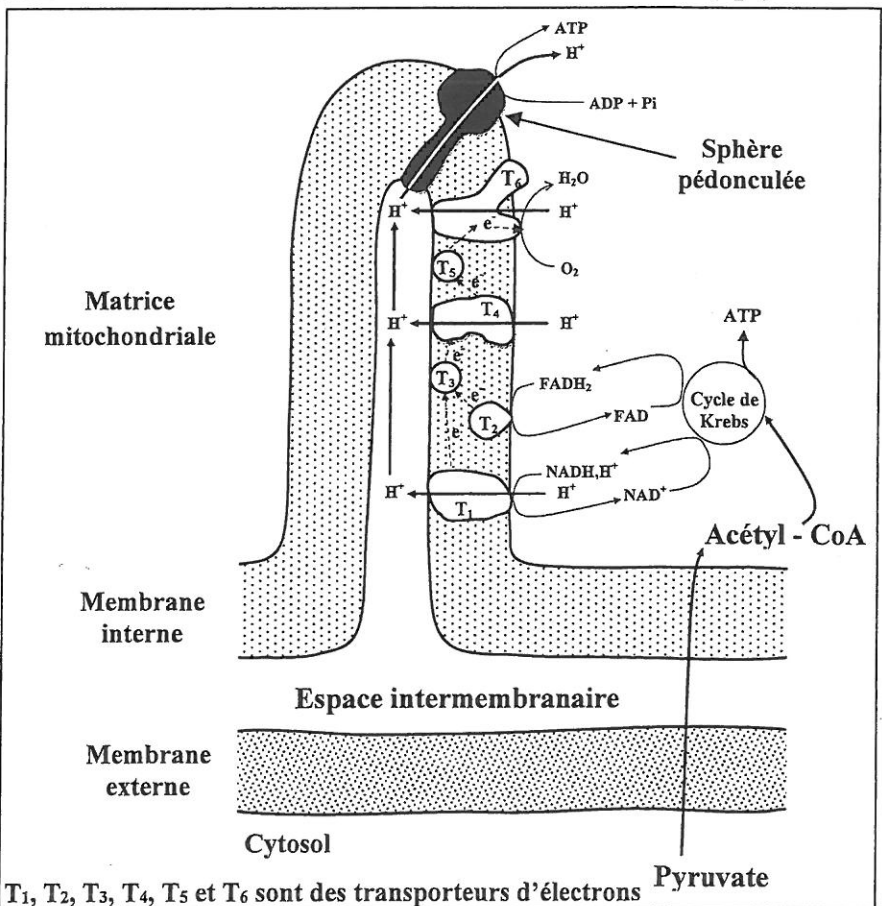
• **Donnée 3 :**

Le schéma du document 3 résume les réactions du métabolisme respiratoire mitochondrial et la relation entre la dégradation du pyruvate et la synthèse d'ATP.

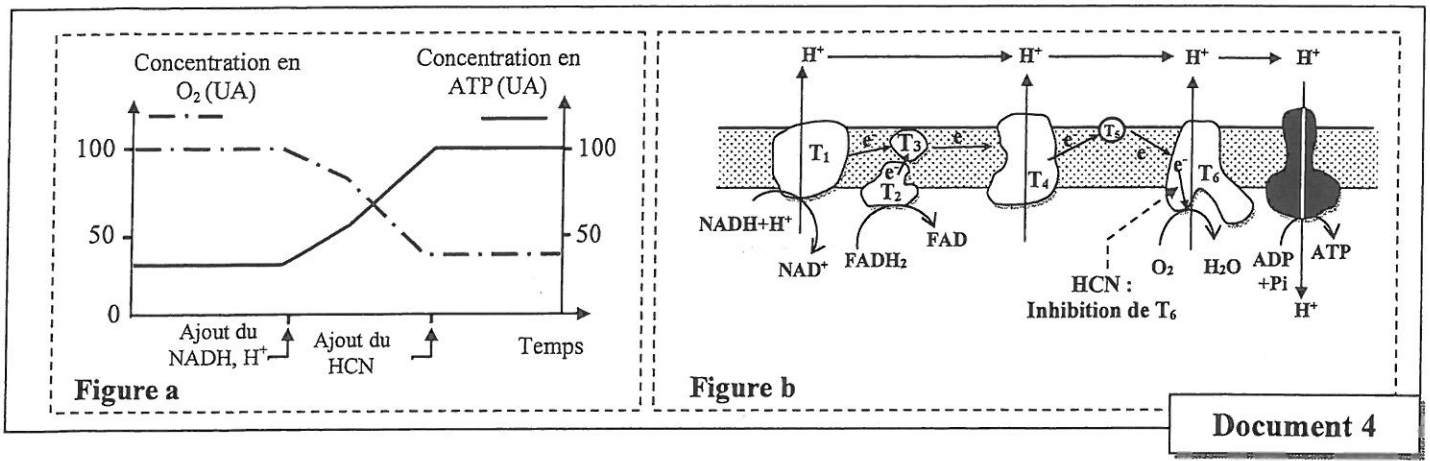
3. En s'appuyant sur le document 3, **expliquer** la variation des concentrations d'O₂, des protons H⁺ et d'ATP enregistrée dans les expériences des documents 1 et 2. (2pts)

• **Donnée 4 :** Pour comprendre la relation entre l'exposition à l'acide cyanhydrique (HCN) et les états d'asphyxie enregistrés suite aux explosions dans la zone industrielle du port de la ville de Tianjin, on propose les données du document 4.

Document 3 T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ et T₆ sont des transporteurs d'électrons



La figure a du document 4 présente l'évolution des concentrations d'O₂ et d'ATP dans une suspension mitochondriale enrichie en O₂ et en ADP + Pi suite à l'ajout du NADH, H⁺ et du HCN. La figure b du même document représente le mécanisme de la phosphorylation oxydative au niveau de la mitochondrie et le site d'action du HCN.



Document 4

4. En exploitant les données du document 4, **expliquer** l'asphyxie due à l'exposition à l'acide cyanhydrique. (1pt)

Exercice 2 (6.5 points)

La maladie de Tay-Sachs est une maladie héréditaire neurodégénérative dont l'une des formes se déclare vers l'âge de 2 à 3 ans. Parmi ses principaux symptômes : la perte de la motricité, des crises d'épilepsie, des troubles de l'équilibre, une hypersensibilité au bruit, un retard mental et parfois une diminution de la vision. Les enfants atteints par cette maladie décèdent généralement vers l'âge de 5 ans. Afin de comprendre l'origine génétique de cette maladie, on propose les données suivantes :

• **Donnée 1** : Des recherches ont lié cette maladie à l'absence de l'activité de l'enzyme **Hexosaminidase A (HEX-A)** au niveau des vésicules cytoplasmiques nommées « lysosomes ». Dans le cas normal, cette enzyme assure la dégradation d'une substance appelée **Ganglioside2 (GM2)**. Dans le cas anormal l'accumulation du GM2 dans les lysosomes devient toxique pour les cellules nerveuses et entraîne leur dégénérescence. Le document 1 présente le devenir du Ganglioside GM2 dans les cellules nerveuses et l'aspect de ces cellules chez un individu sain et chez un individu atteint.

Niveau des molécules	Niveau des cellules (Cellules nerveuses)	Niveau des individus
<p>HEX-A fonctionnelle</p> <p>Ganglioside GM2 → Ganglioside GM3 + Complexe GNA</p>	<p>Noyau</p> <p>Lysosome</p>	Individu sain
<p>HEX-A non fonctionnelle</p> <p>Ganglioside GM2 → Accumulation de Ganglioside GM2</p>	<p>Noyau</p> <p>Lysosome géant</p>	Individu atteint de Tay-Sachs

Document 1

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

• **Donnée 4** : La maladie de Tay-Sachs est assez rare, cependant chez certaines populations d'Amérique du Nord, cette maladie atteint un enfant sur 3600.

5. En se basant sur les données précédentes et considérant que ces populations sont en équilibre de Hardy-Weinberg :

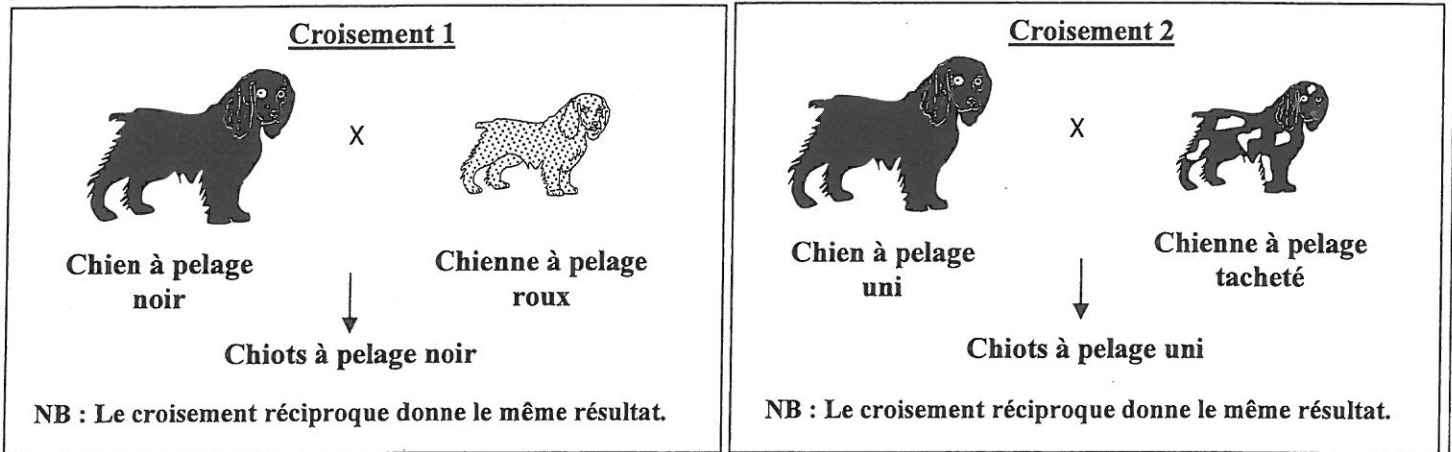
a. **Calculer** la fréquence de chacun des deux allèles N et n dans ces populations. (1pt)

b. **Déduire** la fréquence des individus porteurs sains dans ces populations. (0.5pt)

NB : Se contenter de quatre chiffres après la virgule.

Exercice 3 (3 points)

Dans le cadre de l'étude de la transmission de deux caractères héréditaires chez le chien Cocker : la couleur (Noir ou roux) et l'aspect (Uni ou tacheté) du pelage, on propose les croisements suivants :



1. Que peut-on **déduire** des résultats des deux croisements 1 et 2 ? (1pt)

Croisement 3: Le croisement d'un chien à pelage noir et d'aspect uni avec une chienne à pelage roux et d'aspect tacheté a donné les résultats suivants :

- 25 % chiots à pelage noir et d'aspect uni ;
- 25 % chiots à pelage roux et d'aspect tacheté ;
- 25 % chiots à pelage noir et d'aspect tacheté ;
- 25 % chiots à pelage roux et d'aspect uni.

2. **Déterminer**, en **justifiant** la réponse, si les deux gènes étudiés sont liés ou indépendants. (0.5pt)

Croisement 4: Le croisement d'un chien à pelage noir et d'aspect uni avec une chienne à pelage roux et d'aspect uni a donné une descendance constituée de :

- 3 chiots à pelage noir et d'aspect uni ;
- 3 chiots à pelage roux et d'aspect uni ;
- 1 chiot à pelage noir et d'aspect tacheté ;
- 1 chiot à pelage roux et d'aspect tacheté.

3. a. **Déterminer** le génotype de chacun des parents du 4^{ème} croisement. **Justifier** votre réponse (0.5 pt)

b. **Interpréter** les résultats du 4^{ème} croisement en vous aidant de l'échiquier de croisement. (1 pt)

Utiliser les symboles suivants : - R et r pour les allèles responsables de la couleur du pelage.
- B et b pour les allèles responsables de l'aspect du pelage.

Fin

الصفحة 1	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا المسالك الدولية الدورة العادية 2021 - عناصر الإجابة -	الجمهورية المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي المركز الوطني للتقويم والامتحانات
5		

α	SSSSSSSSSSSSSSSSSSSS	NR 32F

3h	مدة الإنجاز	علوم الحياة والأرض	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض (خيار فرنسية)	الشعبة أو المسلك

Question	Les éléments de réponse	Note
Première partie (5 pts)		
I	Accepter toute définition correcte : a. Définition de la mitose : Division cellulaire qui permet la formation, à partir d'une cellule mère, de deux cellules filles génétiquement identiques et portant la même information génétique que la cellule mère.	0.5
	b. Définition d'une enzyme de restriction: Enzyme qui permet de découper l'ADN à des sites spécifiques.	0.5
II	(1,a) (2,b) (3,a) (4,c)	0.5×4
III	(a : Faux) (b : Vrai) (c : Faux) (d : Faux)	0.25×4
IV	(1,c) (2,d) (3,b) (4,a)	0.25×4
Deuxième partie (15 pts)		
Exercice 1 (5.5 pts)		
1	Description : + Variation de la concentration d'O₂ : - Avant l'ajout du pyruvate, la concentration d'O ₂ est constante aux environs de 90%. - Suite à l'ajout du pyruvate (t ₁), la concentration d'O ₂ diminue au début puis tend à se stabiliser vers 70%. - Après l'ajout de l'ADP + Pi (t ₂), la concentration d'O ₂ diminue rapidement pour atteindre 30% environ.	0.5
	+ Variation de la concentration d'ATP : - Avant l'ajout du pyruvate, la concentration en ATP est constante aux environs de 37 UA. - Suite à l'ajout du pyruvate (t ₁), la concentration en ATP marque une faible augmentation jusqu'à atteindre 50 UA environ. - Après l'ajout de l'ADP + Pi (t ₂), la concentration en ATP augmente rapidement pour atteindre plus de 90 UA.	0.5
	NB : accepter des valeurs proches à celles proposées dans les éléments de réponse Déduction : Le pyruvate et l'ADP + Pi activent la consommation de dioxygène et la production d'ATP au niveau de la mitochondrie. (Accepter : Le pyruvate et l'ADP + Pi activent la respiration mitochondriale).	0.5
2	Description : - Avant l'injection d'O ₂ , la concentration de H ⁺ était nulle dans le milieu.	0.5

		<p>- Juste après l'injection d'O₂, la concentration de H⁺ augmente brusquement pour atteindre une valeur maximale (plus de 40.10⁻⁹ mol/L) puis diminue progressivement pour retrouver sa valeur initiale après 240 s.</p> <p>Déduction de l'effet de l'injection du dioxygène sur le déplacement des protons H⁺:</p> <p>L'O₂ active la sortie des protons H⁺ de la matrice vers le milieu extérieur à travers la membrane mitochondriale interne</p>	0.5
3		<p>Explication de la variation de la concentration d'O₂, des protons H⁺ et d'ATP :</p> <p>Ajout du pyruvate à la suspension mitochondriale → dégradation du pyruvate dans la matrice → Réduction de transporteurs d'électrons et des protons.</p> <p>→ oxydation des transporteurs réduits dans la chaîne respiratoire couplée à la réduction d'O₂ → consommation du dioxygène. (fig a doc 1)... ..</p> <p>→ expulsion (pompage) des protons H⁺ de la matrice vers l'espace intermembranaire → augmentation de la concentration des protons H⁺ dans l'espace intermembranaire et formation du gradient de protons H⁺ de part et d'autre de la membrane interne mitochondriale (fig b doc 2)</p> <p>→ retour des protons H⁺ vers la matrice (diminution de la concentration des protons H⁺ dans le milieu extérieur) à travers les sphères pédonculées → phosphorylation de l'ADP et synthèse d'ATP (fig b doc 1).....</p>	0.5 0.5 0.5 0.5
4		<p>Explication de l'asphyxie due à l'exposition à l'HCN:</p> <p>L'exposition à l'acide cyanhydrique (HCN) entraîne l'inhibition du transporteur T₆ → les électrons n'arrivent plus à l'accepteur final qui est O₂ (Pas de réduction d'O₂) ce qui explique l'arrêt de la consommation d'O₂ → arrêt de la phosphorylation oxydative ce qui explique l'arrêt de la synthèse d'ATP.</p> <p>⇒ les cellules sont incapables d'utiliser l'O₂ même en sa présence d'où l'asphyxie.</p>	1
Exercice 2 (6.5 points)			
1		<p>Relation protéine – caractère :</p> <p>- Chez l'individu sain :</p> <p>l'enzyme (HEX-A) est fonctionnelle → dégradation du Ganglioside GM2 en GM3 + GNA → pas d'accumulation de GM2 dans les lysosomes des cellules nerveuses → cellules nerveuses normales → Individu sain.....</p> <p>- Chez l'individu atteint :</p> <p>l'enzyme (HEX-A) est non fonctionnelle → pas de dégradation du GM2 → accumulation de GM2 dans les lysosomes des cellules nerveuses → Intoxication et dégénérescence des cellules nerveuses → atteinte par la maladie de Tay-Sachs...</p> <p>● La modification de la protéine (l'enzyme HEX-A) entraîne une modification du phénotype de l'individu « Individu sain ou atteint par la maladie de Tay-Sachs » d'où la relation protéine - caractère.....</p>	0.25 0.25 0.25

الصفحة 3 5	NR 32F	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2021 - عناصر الإجابة - مادة: علوم الحياة والأرض - شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض (خيار فرنسية)	OC									
2		<p>Séquences d'ARNm et des acides aminés correspondant à chacun des fragments des deux allèles :</p> <p>- Fragment d'allèle normal : 0.25×2</p> <p>ARNm : CGU- AUA- UCC- UAU- GCC- CCU- GAC</p> <p>Peptide : Arg - Ile - Ser - Tyr - Ala - Pro - Ac.asp</p> <p>- Fragment d'allèle anormal : 0.25×2</p> <p>ARNm : CGU- AUA- UCU- AUC- CUA- UGC- CCC- UGA- C</p> <p>Peptide : Arg - Ile - Ser - Ile - Leu - Cys - Pro</p> <p>L'origine génétique de la maladie : La mutation par addition de quatre nucléotides au niveau du brin non transcrit de l'ADN a changé le cadre de lecture → synthèse d'ARNm modifié incluant un codon stop par rapport à l'ARNm normal → synthèse d'une chaîne peptidique anormale → l'enzyme (HEX-A) non fonctionnelle → symptômes de maladie Tay-Sachs..... 0.5</p> <p>Accepter une mutation correcte tel que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Addition de TCTA entre les nucléotides 1275 et 1276. - Addition de TATC entre les nucléotides 1273 et 1274. - Addition de TATC entre les nucléotides 1277 et 1278. - Addition de CTAT entre les nucléotides 1276 et 1277. 										
3		<p>Le mode de transmission de cette maladie : (Accepter toute réponse logique)</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'allèle responsable de la maladie est récessif..... 0.25 <p>Justification : Les parents I₁ et I₂ (ou II₄ et II₅) sont sains et ont donné naissance à une fille II₃ (ou un garçon III₃) atteinte..... 0.25 <ul style="list-style-type: none"> • Le gène responsable de la maladie est porté par un autosome..... 0.25 <p>Justification : La maladie est récessive, la fille II₃ est atteinte et descend d'un père I₂ sain..... 0.25</p> </p>										
4		<p>a. Les génotypes des individus I₂, II₂ et III₃ avec justification :</p> <p>I₂ : N//n car l'individu est sain et a donné naissance à une fille atteinte. 0.25</p> <p>II₂ : N//n ou N//N car elle est saine et descend de parents hétérozygotes. 0.5</p> <p>III₃ : n//n car il est atteint. 0.25</p> <p>b. La probabilité pour que le couple (II₄ et II₅) donne naissance à un enfant sain avec justification : Les parents sont hétérozygotes car ils sont sains et ont donné naissance à un enfant atteint.</p> <p style="text-align: center;">[N] II₄ x II₅ [N]</p> <p style="text-align: center;">N//n N//n</p> <p style="text-align: center;">↓ ↓</p> <p style="text-align: center;">½ N/ ; ½ n/ ½ N/ ; ½ n/ 0.25</p> <p>Echiquier de croisement :</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Gamètes des parents</td> <td style="padding: 5px;">½ N/</td> <td style="padding: 5px;">½ n/</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">½ N/</td> <td style="padding: 5px;">¼ N//N [N]</td> <td style="padding: 5px;">¼ N//n [N]</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">½ n/</td> <td style="padding: 5px;">¼ N//n [N]</td> <td style="padding: 5px;">¼ n//n [n]</td> </tr> </table> <p>La probabilité pour que le couple II₄ et II₅ donne naissance à un enfant sain est de ¾. 0.25</p>	Gamètes des parents	½ N/	½ n/	½ N/	¼ N//N [N]	¼ N//n [N]	½ n/	¼ N//n [N]	¼ n//n [n]	
Gamètes des parents	½ N/	½ n/										
½ N/	¼ N//N [N]	¼ N//n [N]										
½ n/	¼ N//n [N]	¼ n//n [n]										

الصفحة	NR 32F	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2021 - عناصر الإجابة - مادة: علوم الحياة والأرض - شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض (خيار فرنسية)	OC
4	5		

5	<p>a. La fréquence des deux allèles N et n dans ces populations : On a $f(n/n)=1/3600=q^2$ et puisque les populations sont en équilibre. Donc : La fréquence de l'allèle n : $f(n) = q = \sqrt{1/3600} = 0.0166$ 0.5 La fréquence de l'allèle N : $f(N)= p=1-q= 0.9834$..... 0.5 NB : Accepter aussi la méthode de calcul suivante : $f(n/n)= q^2=1/3600 = 0.0002$ La fréquence de l'allèle n : $f(n) = q = \sqrt{0.0002} = 0.0141$ La fréquence de l'allèle N : $f(N)= p=1-q= 0.9859$.....</p> <p>b. Déduction : 0.5 Les individus porteurs sains sont hétérozygotes de génotype (N//n) → la fréquence des individus porteurs sains dans ces populations est : $f(N//n)=2pq= 2 \times 0.0166 \times 0.9834 \approx 0.0326$ NB : Accepter aussi la méthode de calcul suivante : $f(N//n)=2pq= 2 \times 0.0141 \times 0.9859 \approx 0.0278$</p>	
---	---	--

Exercice 3 (3 points)

1	<p>D'après le premier et le deuxième croisement on peut déduire que : + les parents sont des races pures dans chacun des deux croisements..... 0.25 + l'allèle responsable de la couleur noire « R » est dominant et celui responsable de la couleur rousse « r » est récessif..... 0.25 + l'allèle responsable de l'aspect uni « B » est dominant et celui responsable de l'aspect tacheté « b » est récessif..... 0.25 + le gène de la couleur du pelage et celui de l'aspect du pelage sont portés par des autosomes (Les deux caractères étudiés ne sont pas liés au sexe)..... 0.25</p>	
2	<p>Les deux gènes sont indépendants : car le troisième croisement est un test-cross qui a donné quatre phénotypes différents et équiprobables (Avec des pourcentages égaux). 0.5</p>	
3	<p>a. Génotype des parents : +Le parent à phénotype dominant (pelage noire et uni) est hétérozygote R //r B//b. Justification : Le croisement a donné des descendants doubles récessifs roux et tachetés..... 0.25 + Le parent à pelage roux et uni est homozygote pour la couleur du pelage mais hétérozygote pour l'aspect du pelage : r//r B//b Justification : Le parent a un phénotype récessif pour la couleur et le croisement a donné des descendants tachetés..... 0.25</p>	

3		<p>b. Interprétation des résultats :</p> <p>Phénotypes : $[R, B]$ × $[r, B]$</p> <p>Génotypes : $R //r B//b$ × $r//r B//b$</p> <p>Gamètes : $\frac{1}{4} R/B/ ; \frac{1}{4} r/b/$ × $\frac{1}{2} r/B/ ; \frac{1}{2} r /b/$</p> <p style="margin-left: 40px;">$\frac{1}{4} R/b/ ; \frac{1}{4} r/B/$</p> <p>Echiquier de croisement :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 15%;">gamètes</th> <th style="width: 15%;">1/4 R/B/</th> <th style="width: 15%;">1/4 r/b/</th> <th style="width: 15%;">1 /4 R/b/</th> <th style="width: 15%;">1/4 r/B/</th> </tr> <tr> <td></td> <td>$R //r B//B$</td> <td>$r //r B//b$</td> <td>$R //r B//b$</td> <td>$r //r B//B$</td> </tr> <tr> <td>$\frac{1}{2} r/B/$</td> <td>$1 /8 [R, B]$</td> <td>$1 /8 [r, B]$</td> <td>$1 /8 [R,B]$</td> <td>$1 /8 [r, B]$</td> </tr> <tr> <td>$\frac{1}{2} r /b/$</td> <td>$R //r B//b$</td> <td>$r //r b//b$</td> <td>$R //r b//b$</td> <td>$r //r B//b$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$1 /8 [R, B]$</td> <td>$1 /8 [r, b]$</td> <td>$1 /8 [R, b]$</td> <td>$1 /8 [r, B]$</td> </tr> </table> <p>Résultats : $3 /8 [R, B]$ $3 /8 [r, B]$ $1 /8 [r, b]$ $1 /8 [R, b]$.....</p> <p>Les résultats théoriques sont identiques aux résultats expérimentaux.....</p>	gamètes	1/4 R/B/	1/4 r/b/	1 /4 R/b/	1/4 r/B/		$R //r B//B$	$r //r B//b$	$R //r B//b$	$r //r B//B$	$\frac{1}{2} r/B/$	$1 /8 [R, B]$	$1 /8 [r, B]$	$1 /8 [R,B]$	$1 /8 [r, B]$	$\frac{1}{2} r /b/$	$R //r B//b$	$r //r b//b$	$R //r b//b$	$r //r B//b$		$1 /8 [R, B]$	$1 /8 [r, b]$	$1 /8 [R, b]$	$1 /8 [r, B]$	<p>0.25</p> <p>0.25</p> <p>0.25</p> <p>0.25</p>
gamètes	1/4 R/B/	1/4 r/b/	1 /4 R/b/	1/4 r/B/																								
	$R //r B//B$	$r //r B//b$	$R //r B//b$	$r //r B//B$																								
$\frac{1}{2} r/B/$	$1 /8 [R, B]$	$1 /8 [r, B]$	$1 /8 [R,B]$	$1 /8 [r, B]$																								
$\frac{1}{2} r /b/$	$R //r B//b$	$r //r b//b$	$R //r b//b$	$r //r B//b$																								
	$1 /8 [R, B]$	$1 /8 [r, b]$	$1 /8 [R, b]$	$1 /8 [r, B]$																								