

الصفحة	<p style="text-align: center;">الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الممالك الحولية الدورة العادية 2020 - الموضوع -</p>		<p style="text-align: center;">  المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي المركز الوطني للتقويم والامتحانات </p>
1			
6			
***	SSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSS	NS 32F	

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

L'usage de la calculatrice non programmable est autorisé

Partie I : Restitution des connaissances (5 pts)

I. Répondre, sur la feuille de rédaction, aux questions suivantes :

- a. Définir** le génie génétique. (0.5 pt)
- b. Citer** deux exemples d'application du génie génétique, l'un dans le domaine agricole et l'autre dans le domaine médical. (0.5 pt)

II. Pour chacune des données numérotées de 1 à 4, il y a une seule suggestion correcte.

Recopier, sur la feuille de rédaction, les couples ci-dessous et **adresser** à chaque numéro la lettre qui correspond à la suggestion correcte. (1,...) (2,...) (3,...) (4,...) (2 pts)

<p>1. Les yeux de réplication apparaissent au cours de:</p> <p>a. la prophase; b. l'interphase; c. la métaphase; d. la télophase.</p>	<p>2. La méiose donne :</p> <p>a. quatre cellules diploïdes à partir d'une cellule mère diploïde; b. deux cellules diploïdes à partir d'une cellule mère diploïde; c. quatre cellules haploïdes à partir d'une cellule mère diploïde; d. deux cellules haploïdes à partir d'une cellule mère diploïde.</p>
<p>3. Une personne atteinte du syndrome de Down possède :</p> <p>a. le chromosome 22 en un seul exemplaire; b. le chromosome 21 en trois exemplaires; c. le chromosome 22 en trois exemplaires; d. le chromosome 21 en un seul exemplaire.</p>	<p>4. La formule chromosomique d'un individu atteint du syndrome de klinefelter est :</p> <p>a. $2n - 1 = 22AA + Y$; b. $2n - 1 = 22AA + X$; c. $2n + 1 = 22AA + XXY$; d. $2n + 1 = 22AA + XYY$.</p>

III. Copier sur la feuille de rédaction, la lettre correspondante à chaque proposition parmi les propositions suivantes, puis **écrire** devant chaque lettre " **Vrai** "ou " **Faux** ". (1 pt)

- a. L'anomalie chromosomique est une modification du nombre ou de la structure des chromosomes.
- b. La translocation réciproque est le transfert d'un fragment de chromosome sur un autre chromosome.
- c. La translocation chromosomique équilibrée modifie le nombre des chromosomes chez l'individu porteur de cette anomalie.
- d. Les maladies héréditaires récessives liées au chromosome sexuel X affectent les femelles plus que les mâles.

IV. Afin de **relier** les modifications de nombre et d'aspect des chromosomes (Groupe 1) aux phases qui leur correspondent (Groupe 2), **copier** sur votre feuille de rédaction, les couples ci-dessous 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	Groupe 2
1. Les paires de chromosomes homologues forment des tétrades dispersées dans le cytoplasme	a. Métaphase I
2. Les centromères des chromosomes homologues sont situés de part et d'autre du plan équatorial de la cellule	b. Prophase I
3. Les centromères des chromosomes à deux chromatides sont situés au niveau du plan équatorial de la cellule	c. Téléphase II
4. Les chromosomes non dédoublés perdent leur condensation formant la chromatine	d. Métaphase II

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

Exercice 1 (5 points)

Pour comprendre le rôle du muscle squelettique dans la conversion de l'énergie chimique en énergie mécanique au cours de la contraction musculaire, on propose les données expérimentales suivantes :

• Donnée 1

Expérience 1 : Pour identifier certaines conditions nécessaires à la contraction musculaire, des myofibrilles sont extraites à partir de cellules musculaires et réparties en trois milieux. Le document 1 présente l'état initial de ces myofibrilles et le résultat obtenu après l'ajout de différentes substances dans chaque milieu.

Milieu	Etat initial des myofibrilles	Substances ajoutées	Résultat
1	Relâché	Ca ⁺⁺ et ATP	Contraction
2	Relâché	Ca ⁺⁺ , ATP et Salyrgan	Pas de contraction
3	Relâché	Ca ⁺⁺ , ATP et EGTA	Pas de contraction

NB : - Salyrgan : une substance qui bloque l'hydrolyse de l'ATP.

- EGTA : un chélateur qui fixe les ions Ca⁺⁺ et inhibe leur action.

Document 1

1. En se basant sur le document 1, **dégager** les conditions nécessaires à la contraction musculaire.

Justifier votre réponse.

(1.5 pt)

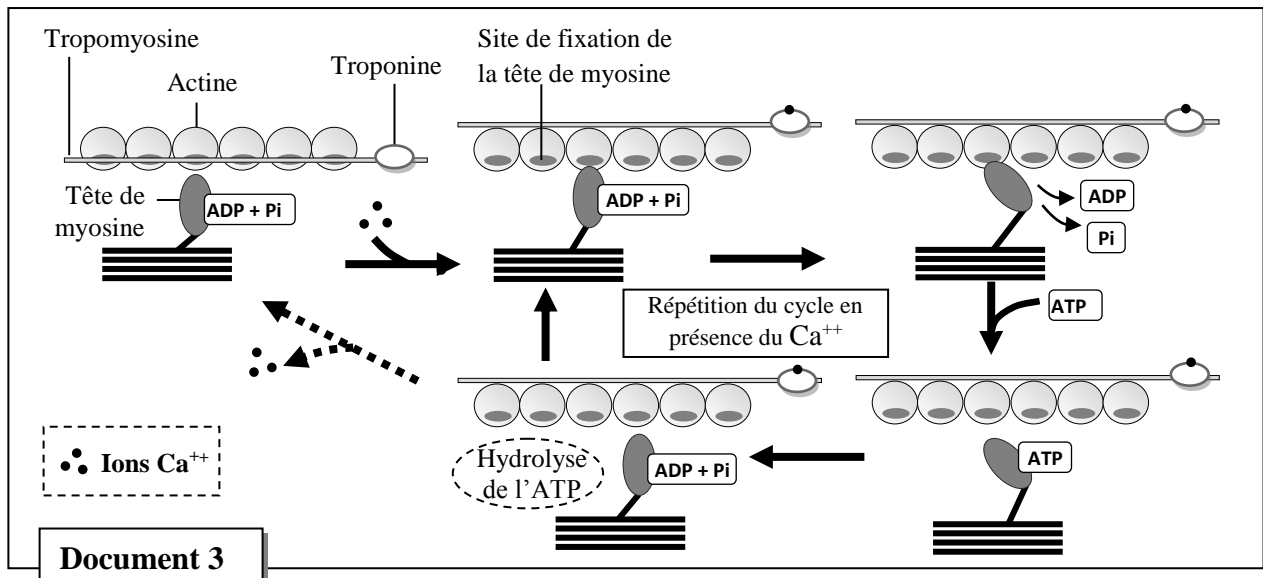
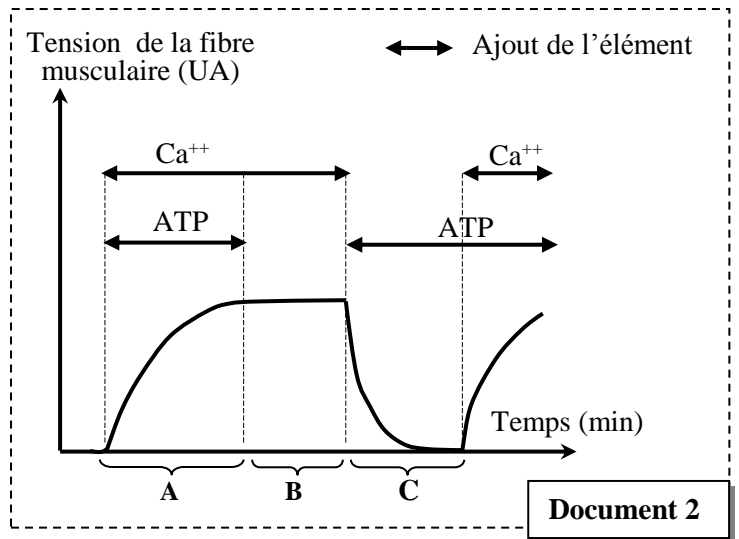
Expérience 2 : On cultive des fibres musculaires dans un milieu contenant des ions Ca⁺⁺ radioactifs. On observe par autoradiographie que la radioactivité est localisée dans le réticulum sarcoplasmique quand les fibres musculaires sont relâchées et dans le sarcoplasme quand les fibres musculaires sont contractées.

2. En se basant sur les données de l'expérience 2, **relier** la localisation cellulaire des ions Ca⁺⁺ à l'état de la fibre musculaire.

(0.5 pt)

• **Donnée 2**

Au cours de la contraction d'une fibre musculaire, il s'établit des interactions entre les myofilaments d'actine et de myosine au cours desquelles l'ATP est consommé. Le document 2 présente l'évolution de la tension d'une fibre musculaire dans différentes conditions expérimentales. Le document 3 présente les interactions entre la myosine et l'actine à l'origine de la contraction musculaire.



3. En se basant sur les documents 2 et 3, **expliquer** l'évolution de la tension de la fibre musculaire observée dans le document 2 au cours de la phase de contraction (Phase A) et au cours de la phase de relâchement (Phase C). **(2pts)**

• **Donnée 3**

La rigidité cadavérique se caractérise par le raidissement des muscles striés squelettiques. Elle intervient immédiatement suite à une mort violente (noyade par exemple) et disparaît lorsque commence la putréfaction (Décomposition du cadavre). Après la mort, l'ATP n'est plus produit par la cellule et les réserves en cette molécule s'épuisent rapidement.

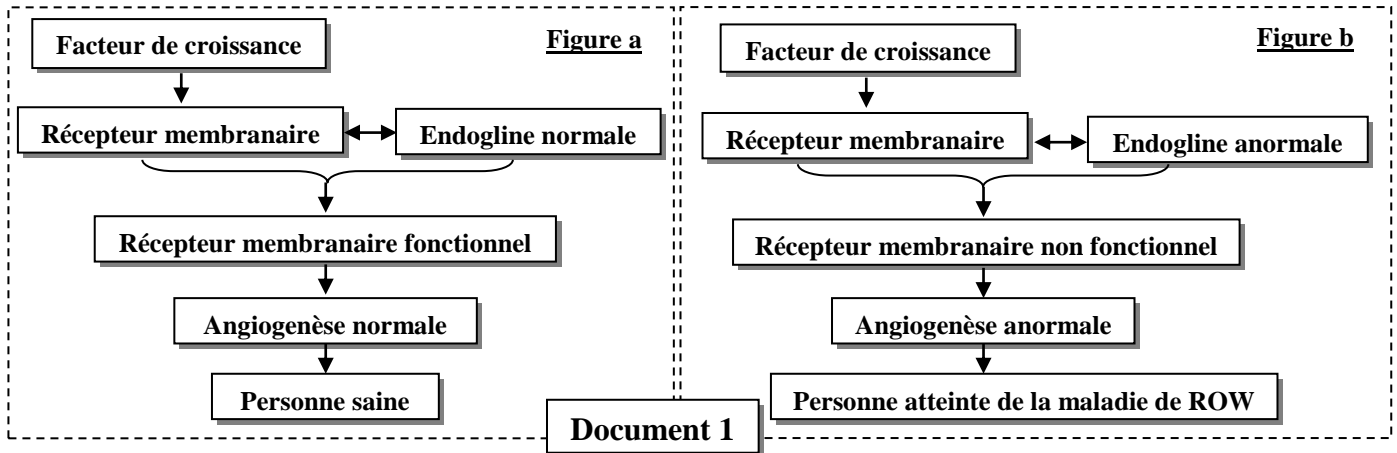
4. En exploitant les données du document 2 (Phase B) et en s'aidant du document 3, **proposer une explication** du phénomène de la rigidité cadavérique. **(1 pt)**

Exercice 2 (6.5 pts)

La maladie de Rendu-Osler-Weber (ROW) est une maladie héréditaire. Parmi ses symptômes : des saignements spontanés du nez, des hémorragies digestives et une atteinte du foie. Ces symptômes sont dus à des malformations artériovoineuses qui entraînent l'absence de réseaux capillaires entre

les artères et les veines. Pour déterminer l'origine génétique de cette maladie, on propose l'exploitation des données suivantes :

• **Donnée 1** : Plusieurs facteurs de croissance se lient à des récepteurs membranaires des cellules des vaisseaux sanguins pour activer l'angiogenèse (prolifération des vaisseaux sanguins). Le fonctionnement de ces récepteurs nécessite l'intervention d'une protéine nommée « **Endogline** » constituée de 633 acides aminés. Les recherches ont montré la relation entre cette protéine et la maladie de ROW. Les figures a et b du document 1, représentent la relation entre l'Endogline et l'activité d'un récepteur membranaire qui intervient dans l'angiogenèse chez une personne saine (figure a) et chez une personne atteinte de la maladie de ROW (figure b).



1. En exploitant le document 1, **montrer** la relation protéine – caractère. **(0.75pt)**

• **Donnée 2** : La synthèse de l'Endogline est contrôlée par un gène appelé (Eng) qui existe sous deux formes alléliques. Le document 2 présente un fragment de l'allèle normal (brin non transcrit) chez un sujet sain et un fragment de l'allèle anormal (brin non transcrit) chez un sujet atteint de la maladie de ROW. Le document 3 présente le tableau du code génétique.

Numéros des triplets	1	2	3	4	5	6	7	8
Fragment de l'allèle normal	CCC	CAC	GTG	GAC	AGC	ATG	GAC	CGC
Fragment de l'allèle anormal	CCC	CAC	ATG	GAC	AGC	ATG	GAC	CGC
	→ Sens de lecture							

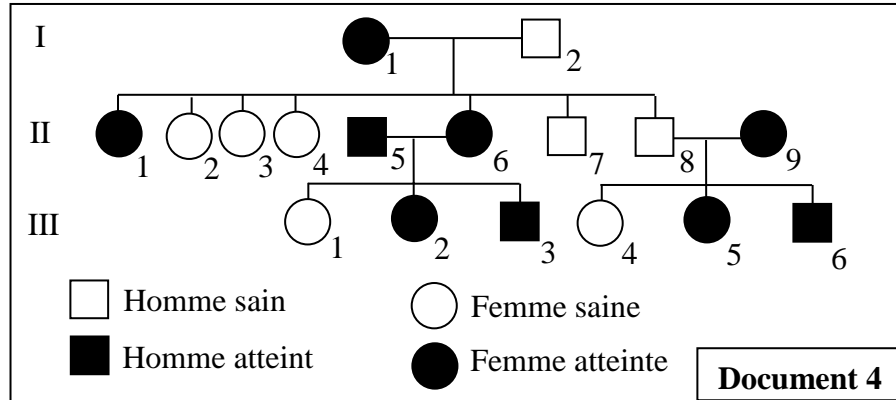
Document 2

1 ^{ère} lettre \ 2 ^{ème} lettre	U	C	A	G	3 ^{ème} lettre	
U	UUU	Ser	UAU	STOP	UGU	
	UUC		Tyr		Cys	
	UUA		UAA		UGA	STOP
	UUG		UAG		UGG	Trp
C	CUU	Pro	CAU	Gln	CGU	
	CUC		His		CGC	Arg
	CUA		CAA		CGA	A
	CUG		CAG		CGG	G
A	AUU	Thr	AAU	Lys	AGU	
	AUC		Asn		AGC	Ser
	AUA		AAA		AGA	A
	AUG		AAG		AGG	Arg
G	GUU	Ala	GAU	Ac.glu	GGU	
	GUC		Ac.asp		GGC	Gly
	GUA		GAA		GGA	A
	GUG		GAG		GGG	G

Document 3

2. En se basant sur les documents 1, 2 et 3, **donner** les séquences d'ARNm et des acides aminés correspondantes aux deux fragments de l'allèle normal et de l'allèle anormal, puis **expliquer** l'origine génétique de la maladie. (1.5pt)

• **Donnée 3:** Le document 4 présente l'arbre généalogique d'une famille dont certains membres sont atteints par la maladie de ROW.



3. En se basant sur le document 4 :

a. **Montrer** que l'allèle responsable de la maladie est dominant et que le gène étudié est porté par un chromosome non sexuel (autosome). (1.25pt)

b. **Déterminer** la probabilité pour que le couple II₈ et II₉ donne naissance à un enfant sain. **Justifier votre réponse** en utilisant l'échiquier de croisement. (1pt)

(Utiliser les symboles R et r pour les deux allèles du gène étudié).

• **Donnée 4 :** La maladie de ROW est une maladie héréditaire rare. Dans une population donnée cette maladie touche une personne sur 5000.

4. Considérant que cette population obéit à la loi de Hardy-Weinberg :

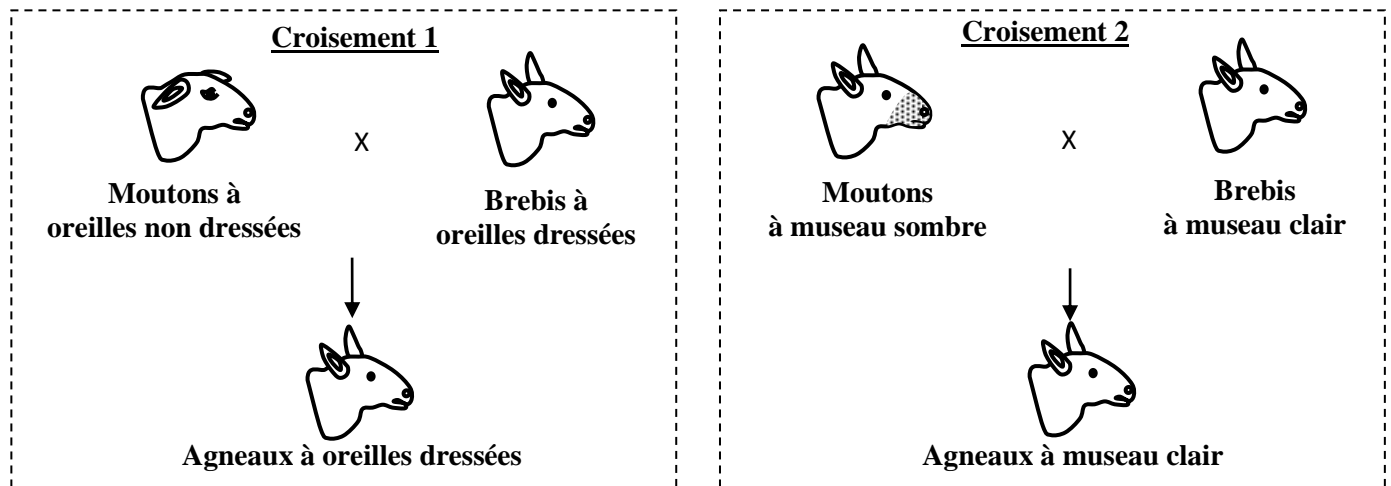
a. **Calculer** la fréquence de l'allèle responsable de la maladie et celle de l'allèle normal. (1.25pt)

b. **Calculer** les fréquences des différents génotypes dans la population étudiée. (0.75pt)

N.B : Se contenter de quatre chiffres après la virgule dans les applications numériques.

Exercice 3 (3.5 points)

Dans le cadre de l'étude de la transmission des caractères héréditaires chez les diploïdes, on propose l'étude de la transmission de deux caractères héréditaires chez les ovins : la forme des oreilles et la couleur du museau.



الصفحة	NS 32F	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2020 - الموضوع	
6		- مادة: علوم الحياة والأرض - شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض (خيار فرنسية)	
6			

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

Croisement 3:

Le croisement-test entre des brebis à phénotype dominant pour les deux caractères et des moutons double-récessifs a donné les résultats suivants:

- 45 agneaux avec des oreilles dressés et des museaux clairs ;
- 38 agneaux avec des oreilles non dressées et des museaux sombres ;
- 9 agneaux avec des oreilles dressés et des museaux sombres ;
- 8 agneaux avec des oreilles non dressés et des museaux clairs.

2. **Montrer** que les deux gènes étudiés sont liés et **déduire** les génotypes des parents dans le 3^{ème} croisement. (1pt)

3. **Interpréter** les résultats du croisement-test en vous aidant d'un échiquier de croisement. (1pt)

4. **Etablir** la carte factorielle des deux gènes étudiés. (0.5pt)

Utiliser les symboles suivants :

- D et d pour les allèles responsables de la forme des oreilles.
- S et s pour les allèles responsables de la couleur du museau.

« Fin »

./.

الصفحة	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الممالك الحولية الدورة العادية 2020 - عناصر الإجابة -		 المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي المركز الوطني للتقويم والامتحانات
1	SSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSS		NR 32F
4			

3	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	a. Définition du génie génétique (Accepter toute définition correcte): L'ensemble des techniques qui permettent la modification génétique d'une cellule, d'un groupe de cellules ou d'un organisme afin de leur permettre d'exprimer de nouveaux caractères..... b. Exemples d'application du génie génétique (Accepter tout exemple correct): - Dans le domaine agricole : Production de plantes résistantes aux insectes nuisibles - Dans le domaine médical : Production industrielle de l'insuline humaine.....	0.5 0.25 0.25
II	(1,b) (2,c) (3,b) (4,c)	0.5×4
III	(a : Vrai) (b : Faux) (c : Faux) (d : Faux)	0.25×4
IV	(1,b) (2,a) (3,d) (4,c)	0.25×4
Deuxième partie (15 pts)		
Exercice 1 (5 pts)		
1	Conditions nécessaires à la contraction musculaire : - Présence des ions Ca^{++} - Hydrolyse d'ATP Justification (accepter toutes justifications correctes): - En inhibant l'hydrolyse de l'ATP (milieu 2), les myofibrilles ne se contractent pas - En inhibant l'action des ions Ca^{++} (milieu 3), les myofibrilles ne se contractent pas	0.25x2 0.5 0.5
2	- Ions Ca^{++} dans le réticulum sarcoplasmique → fibres relâchées - Ions Ca^{++} dans le sarcoplasme → fibres contractées	0.25 0.25
3	Explication de l'évolution de la tension de la fibre musculaire : + Au cours de la phase de contraction (Phase A):..... Fixation des ions Ca^{++} sur la troponine et translation de la tropomyosine → libération des sites de fixation des têtes de myosine au niveau de l'actine et formation du complexe acto-myosine → libération de l'ADP et P_i → pivotement des têtes de myosine et glissement des myofilaments (contraction de la fibre musculaire) → fixation de l'ATP et dissociation du complexe acto-myosine → hydrolyse de l'ATP et redressement des têtes de myosine pour reprendre le cycle de contraction. + Au cours de la phase de relâchement (Phase C):..... En absence des ions Ca^{++} le complexe acto-myosine ne se forme pas → relâchement de la fibre musculaire malgré la présence de l'ATP.	0.25x6 0.25x2
4	Explication de la rigidité cadavérique : Epuisement et non renouvellement de l'ATP après la mort → non dissociation du complexe acto-myosine (document 3) → arrêt du cycle de contraction musculaire en phase de contraction (document 3) → les fibres musculaires maintiennent une tension maximale (Phase B du document 2) à l'origine de la rigidité cadavérique.	0.25x4

Exercice 2 (6.5 points)

1	<p>La relation protéine – caractère :</p> <ul style="list-style-type: none"> - En présence de l'Endogline normale, la fixation du facteur de croissance sur le récepteur membranaire permet d'avoir un récepteur fonctionnel d'où une angiogenèse normale → personne saine..... 0.25 - En présence de l'Endogline anormale, malgré la fixation du facteur de croissance sur le récepteur membranaire, ce dernier est non fonctionnel d'où une angiogenèse anormale → personne atteinte de la maladie de ROW..... 0.25 Donc une modification au niveau de la protéine « Endogline » entraîne une modification au niveau du caractère « personne saine ou atteinte de ROW »..... 0.25 																							
2	<p>Séquence de l'ARNm :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Correspondante au fragment de l'allèle normal :..... 0.25 CCC-CAC- GUG- GAC-AGC-AUG-GAC-CGC - Correspondante au fragment de l'allèle anormal :..... 0.25 CCC-CAC- AUG- GAC-AGC-AUG-GAC-CGC <p>Séquence d'acides aminés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Correspondante au fragment de l'allèle normal :..... 0.25 Pro-His-Val-Ac.asp-Ser-Met- Ac.asp -Arg - Correspondante au fragment de l'allèle anormal :..... 0.25 Pro-His-Met- Ac.asp -Ser-Met- Ac.asp -Arg <p>Explication de l'origine génétique de la maladie :</p> <p>Une mutation par substitution du premier nucléotide G par A au niveau du troisième triplet du brin non transcrit (ou C par T au niveau du troisième triplet du brin transcrit) → incorporation de l'acide aminée Met au lieu de Val au niveau de la séquence peptidique →synthèse d'une protéine Endogline anormale → Angiogenèse anormale (apparition de la maladie de ROW) 0.5</p>																							
3	<p>a. L'allèle responsable de la maladie est dominant et le gène étudié est porté par un autosome :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La fille III₁ est de phénotype sain alors que ses parents II₅ et II₆ sont de phénotype malade → ses parents sont hétérozygotes → l'allèle responsable de la maladie est dominant (Accepter aussi la réponse : toute personne atteinte descend obligatoirement d'un parent atteint) 0.5 - La maladie est présente chez les deux sexes → l'allèle responsable de la maladie n'est pas porté par le chromosome Y..... 0.25 - La fille III₁ est saine, son père II₅ est malade et l'allèle responsable de la maladie est dominant → si l'allèle étudié est porté par le chromosome X, la fille III₁ va hériter de son père l'allèle responsable de la maladie donc la fille III₁ doit être malade → l'allèle responsable de la maladie n'est pas porté par le chromosome X. (Accepter toute justification logique) 0.25 → L'allèle responsable de la maladie n'est porté ni par le chromosome X ni par le chromosome Y donc le gène responsable de la maladie est porté par un autosome..... 0.25 <p>b. La probabilité pour que le couple II₈ et II₉ donne naissance à un enfant sain :</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Parents :</td> <td style="padding: 5px;">II₈ ♂</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">x</td> <td style="padding: 5px;">II₉ ♀</td> <td rowspan="5" style="font-size: 4em; vertical-align: middle; padding-left: 10px;">}</td> <td rowspan="5" style="vertical-align: middle; padding-left: 10px;">0.25x2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Phénotypes :</td> <td style="padding: 5px;">[r]</td> <td></td> <td style="padding: 5px;">[R]</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Génotypes :</td> <td style="padding: 5px;">r//r</td> <td></td> <td style="padding: 5px;">R//r</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Gamètes :</td> <td style="padding: 5px;">r/ 1</td> <td></td> <td style="padding: 5px;">R/ ½ r/ ½</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Parents :	II ₈ ♂	x	II ₉ ♀	}	0.25x2	Phénotypes :	[r]		[R]	Génotypes :	r//r		R//r	Gamètes :	r/ 1		R/ ½ r/ ½					
Parents :	II ₈ ♂	x	II ₉ ♀	}	0.25x2																			
Phénotypes :	[r]		[R]																					
Génotypes :	r//r		R//r																					
Gamètes :	r/ 1		R/ ½ r/ ½																					

	Echiquier de croisement : <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Gamètes ♂</td> <td style="text-align: center;"><u>r</u></td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">♀</td> <td style="text-align: center;">R</td> <td style="text-align: center;">(R//r) [R]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1/2</td> <td style="text-align: center;"><u>r</u></td> <td style="text-align: center;">(r//r) [r]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1/2</td> <td style="text-align: center;">1/2</td> <td style="text-align: center;">1/2</td> </tr> </table>	Gamètes ♂	<u>r</u>	1	♀	R	(R//r) [R]	1/2	<u>r</u>	(r//r) [r]	1/2	1/2	1/2	0.25
Gamètes ♂	<u>r</u>	1												
♀	R	(R//r) [R]												
1/2	<u>r</u>	(r//r) [r]												
1/2	1/2	1/2												
	La probabilité de donner naissance à un enfant sain par le couple II ₈ et II ₉ est de 1/2...	0.25												

4	<p>a. La fréquence de l'allèle responsable de la maladie et celle de l'allèle normal. on a : $f([R]) = p^2 + 2pq = 1/5000$ puisque la population obéit à la loi de H.W, donc : $p^2 + 2pq + q^2 = 1$ d'où $q^2 = 1 - 1/5000 = 0.9998$ - La fréquence de l'allèle normal : $f(r) = q = 0.9998$..... - La fréquence de l'allèle responsable de la maladie est : $f(R) = p = 1 - q = 0.0002$</p> <p>b. Fréquences des différents génotypes dans la population étudiée. $f(r//r) = q^2 \approx 0.9998$..... $f(R//r) = 2pq \approx 0.0003$..... $f(R//R) = p^2 \approx 0$.....</p>	0.25 0.5 0.5 0.25 0.25 0.25
---	--	--

Exercice 3 (3.5 points)

1	<p>Déductions et justification</p> <ul style="list-style-type: none"> - On étudie la transmission d'un seul caractère pour chacun des deux croisements → Cas de monohybridisme..... - Les descendants des deux croisements sont homogènes → Les parents sont de lignée pure selon la première loi de Mendel..... - Les descendants du croisement 1 ont des oreilles dressés → L'allèle responsable de la forme dressée des oreilles est dominant (D) et l'allèle responsable de la forme non dressée des oreilles est récessif (d)..... - Les descendants du croisement 2 ont un museau clair → L'allèle responsable du museau clair est dominant (S) et l'allèle responsable du museau sombre est récessif (s)..... 	0.25 0.25 0.25 0.25								
2	<p>Le croisement test a donné deux phénotypes parentaux avec un pourcentage de 83% supérieur au pourcentage des phénotypes recombinés 17% (la troisième loi de Mendel n'est pas vérifiée) → Les deux gènes étudiés sont liés.....</p> <p>Déduction : les génotypes des parents</p> <p>Le génotype des brebis à phénotype dominant :</p> <table style="margin-left: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">D</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">S</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">d</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">s</td></tr> </table> <p>Le génotype des moutons double récessifs :</p> <table style="margin-left: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">d</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">s</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">d</td><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">s</td></tr> </table>	D	S	d	s	d	s	d	s	0.5 0.25 0.25
D	S									
d	s									
d	s									
d	s									

Interprétation des résultats du croisement-test :

Phénotypes : ♀ [D,S] × [d, s] ♂

Génotypes : $\frac{D}{d} \frac{S}{s}$ $\frac{d}{d} \frac{s}{s}$

Gamètes : 45% $\frac{D}{d} \frac{S}{s}$ 100% $\frac{d}{d} \frac{s}{s}$

} 0.25x2

Echiquier de croisement :

γ♀ γ♂	$\frac{D}{d} \frac{S}{s}$	$\frac{d}{d} \frac{s}{s}$	$\frac{D}{d} \frac{s}{s}$	$\frac{d}{d} \frac{S}{s}$	
	45%	38%	9%	8%	
$\frac{d}{d} \frac{s}{s}$	$\frac{D}{d} \frac{S}{s}$	$\frac{d}{d} \frac{s}{s}$	$\frac{D}{d} \frac{s}{s}$	$\frac{d}{d} \frac{S}{s}$	
	100%	45% [D, S]	38% [d, s]	9% [D, s]	8% [d, S]

0.5

La carte factorielle des deux gènes étudiés :

Le pourcentage des recombinés est de 17% donc la distance entre les deux gènes est 17cMg.....

Echelle : 1cm → 2 cMg (Accepter toute échelle convenable).

17cMg

(D ; d) (S ; s)

0.25

0.25