

Partie II : Raisonnement scientifique et communication écrite et graphique (15 points)

Exercice 1 : (3.25 points)

Au Maroc, l'orge est l'une des céréales, qui joue un rôle capital dans l'alimentation animale, ayant fait sujet de plusieurs études génétiques. Parmi les caractères héréditaires étudiés chez l'orge : "le nombre de rangs de grains par épi" et "la couleur des glumelles inférieures" (enveloppe qui adhère aux graines).

Afin d'étudier la transmission de ces deux caractères, on propose les résultats des croisements suivants :

Premier croisement : des plantes d'orge d'une lignée (L_1) à deux rangs de grains par épi et des glumelles inférieures pourpres sont croisées entre elles, la génération (F) issue de ce croisement comporte les phénotypes suivants :

- **Phénotype 1** : plantes à deux rangs de grains par épi et glumelles inférieures pourpres.
- **Phénotype 2** : plantes à six rangs de grains par épi et glumelles inférieures non colorées.
- **Phénotype 3** : plantes à deux rangs de grains par épi et glumelles inférieures non colorées.
- **Phénotype 4** : plantes à six rangs de grains par épi et glumelles inférieures pourpres.

1. En vous basant sur les données du premier croisement, **dégagez en justifiant** votre réponse, les conclusions possibles. (0.75 pt)
2. **Déterminez** les génotypes possibles des plantes de la lignée (L_1). (0.75 pt)

*Utilisez les symboles : - R et r pour les allèles responsables du nombre de rangs par épi.
- G et g pour les allèles responsables de la couleur des glumelles.*

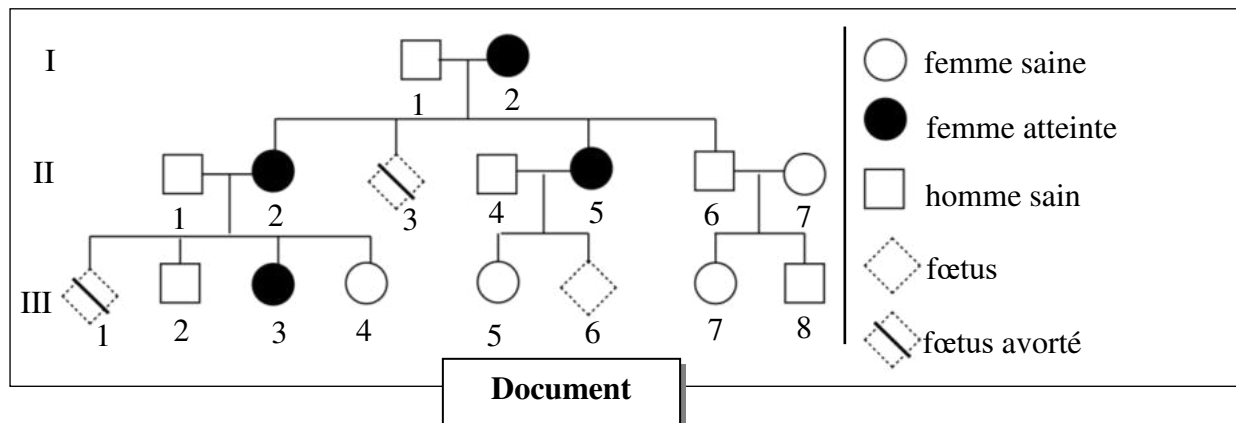
Deuxième croisement : La lignée (L_1) est croisée avec une lignée (L_2) à six rangs de grains par épi et des glumelles inférieures non colorées. La génération (F') issue de ce croisement comporte les mêmes phénotypes (1, 2, 3 et 4) de la génération (F) avec les effectifs présentés dans le tableau ci-contre.

Génération F'	Phénotypes			
	1	2	3	4
Effectifs	964	956	242	268

3. En exploitant les résultats du deuxième croisement et des données précédentes :
 - a. **Déterminez, en justifiant** votre réponse, le génotype à retenir parmi ceux proposés dans votre réponse à la question 2. (0.75 pt)
 - b. **Réalisez** l'interprétation chromosomique des résultats du deuxième croisement en vous aidant d'un échiquier de croisement. (1 pt)

Exercice 2 : (1.75 point)

Incontinentia Pigmenti (IP) est une maladie héréditaire rare chez l'Homme, causée par une déficience d'un gène appelé « Nemo », porté par le chromosome X. Cette maladie est caractérisée par des atteintes cutanées, oculaires, dentaires et nerveuses. Le document suivant présente l'arbre généalogique d'une famille dont certains membres sont atteints de cette maladie.



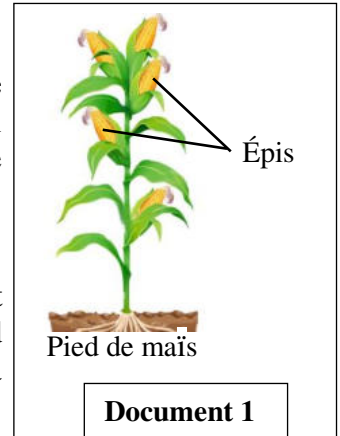
1. En vous basant sur l'arbre généalogique, **montrez** si l'allèle responsable de la maladie est dominant ou récessif. (0.5 pt)
2. Sachant que le fœtus qui ne porte que l'allèle morbide est avorté, **déterminez**, en vous aidant d'un échiquier de croisement, la probabilité pour que le couple (II₄, II₅) donne naissance à un individu atteint par cette maladie. (1.25 pt)

Utilisez les symboles suivants : « N » pour l'allèle dominant et « n » pour l'allèle récessif.

Exercice 3 : (5 points)

Le maïs est une plante oléagineuse dont les huiles sont utilisées dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique. Pour mettre en évidence le rôle de la sélection artificielle dans l'amélioration de la productivité des huiles de maïs on propose les données suivantes :

- Des chercheurs ont récolté des épis (voir document 1) à partir de 104 pieds d'un champ de maïs, qui représentent la population statistique P, puis ils ont mesuré la quantité d'huiles en (g) extraite de 100 g de grains pour chaque pied de cette population. Le document 2 présente les résultats statistiques de la distribution de la quantité des huiles chez la population P.



Centres de classes en g	3.5	4	4.5	5	5.5	6
Nombre de pieds	5	12	42	28	15	2

Document 2

1. **Déterminez**, en justifiant votre réponse, le type de la variation étudiée. (0.5pt)
2. **Calculez** la moyenne arithmétique, l'écart type et l'intervalle de confiance $[\bar{X} - \sigma ; \bar{X} + \sigma]$ de cette distribution, en vous basant sur un tableau d'application du calcul des paramètres statistiques. (1.75 pts)

On donne :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i f_i (x_i - \bar{X})^2}{n}} \quad \text{et} \quad \bar{X} = \frac{\sum_i (f_i x_i)}{n}$$

- À partir de la population P, les chercheurs ont sélectionné les grains des pieds de la classe dont le centre est 6 g. La semence de ces graines a donné une population P₁ composée de 171 pieds. La quantité d'huile en g dans 100g de grains a été mesurée pour chaque pied de cette population. Le document 3 présente les résultats statistiques de la distribution de la quantité des huiles (g) dans la population P₁.

Centres de classes en g	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5
Nombre de pieds	5	30	54	47	24	4	3	4

Document 3

3. Sur votre feuille de production, **réalisez**, sur le même graphe, le polygone de fréquence de la distribution de la quantité des huiles pour chacune des deux populations P et P₁. (1.25pt)

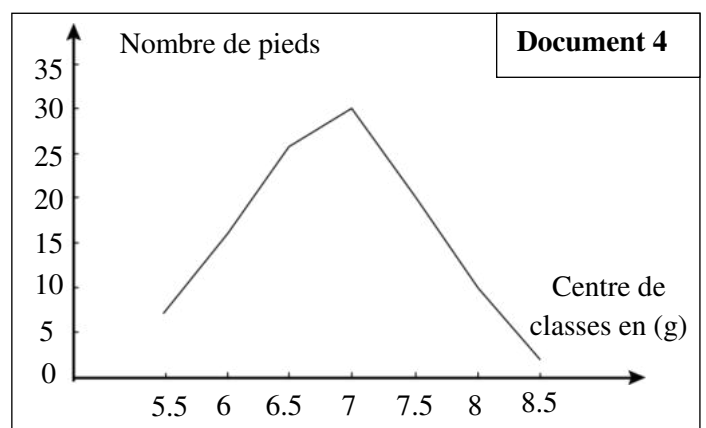
Utilisez l'échelle : 1cm pour chaque classe et 1cm pour 10 pieds.

4. **Déterminez**, en justifiant votre réponse, si la population P est homogène ou hétérogène. (0.5 pt)

- À partir de la population P₁, les chercheurs ont sélectionné les grains des pieds de la classe dont le centre est 7.5g. La semence de ces graines a donné une population P₂.

La quantité d'huile en g dans 100g de grains a été mesurée pour chaque pied de cette population. Le document 4 présente la distribution de la quantité des huiles dans la population P₂.

5. En vous basant sur les données précédentes, **montrez** que la sélection artificielle est efficace pour améliorer la productivité des huiles de maïs. (1pt)



Document 4

Exercice 4 : (5 points)

Pour mettre en évidence l'influence des facteurs de variation sur la structure génétique des populations, on propose les données suivantes :

• **Donnée 1 :** Le léopard (*Panthera pardus*), aussi appelé panthère, est un félin que l'on trouve dans les forêts, les savanes et les semi-déserts dans diverses régions d'Asie et d'Afrique. C'est une espèce qui présente une variété de couleurs du pelage (document 1).

- Le léopard de forme claire (figure 1) présente un pelage brun clair tacheté de rosettes noires.
- Le léopard de forme sombre ou panthère noire (figure 2) présente un pelage foncé tacheté de rosettes noires.

Pour montrer l'origine génétique de cette variation chez les léopards, on a déterminé la séquence nucléotidique d'une partie du gène AGOUTI responsable de la couleur du pelage et la séquence des acides aminés qui lui correspond chez les deux formes de léopards. Le document 2 présente les résultats obtenus.



Figure 1 : Léopard de forme claire



Figure 2 : Léopard de forme sombre

Document 1

Numéro des nucléotides	316	330	345	
Séquence nucléotidique	C C G G C G C C C G C C T G C T G C G A C C C G T G C G C C			
Séquence d'acides aminés	[Pro] [Ala] [Pro] [Ala] [Cys] [Cys] [Asp] [Pro] [Cys] [Ala]			

Figure 1 : Chez le léopard clair

Numéro des nucléotides	316	330	345	
Séquence nucléotidique	C C G G C G C C C G C C T G C T G A G A C C C G T G C G C C			
Séquence d'acides aminés	[Pro] [Ala] [Pro] [Ala] [Cys]			

Figure 2 : Chez le léopard sombre

Document 2

1. En exploitant les données du document 2 :

- comparez** d'une part les deux séquences nucléotidiques du gène AGOUTI, et d'autre part les deux séquences d'acides aminés entre les deux formes de léopards. (0.5 pt)
- déduisez** l'origine de la variation de la couleur du pelage chez les léopards. (0.5pt)

• **Donnée 2 :** Le léopard est un excellent coureur, mais sur de courtes distances. Vu la compétition importante entre les individus de la population pour la nourriture disponible dans le milieu, le léopard doit s'approcher au plus près de sa proie sans se faire repérer.

Le document 3 présente les résultats d'une étude de la répartition des deux phénotypes des léopards dans la savane d'Afrique et dans la forêt subtropicale humide d'Asie.

Milieux	Caractéristiques des milieux	Fréquence phénotypiques des léopards	
		Forme claire	Forme sombre
Forêt subtropicale humide d'Asie	forêts denses dominées par des plantes arborées	0.45	0.55
Savane d'Afrique	Forêts moins denses dominées par les plantes herbacées	0.99	0.01

Document 3

2. En vous basant sur le document 3 et les données précédentes, **expliquez** la répartition phénotypique des léopards dans chaque milieu, puis **déduisez** le facteur responsable de cette répartition. (1.5 pt)

• **Donnée 3 :** Des études effectuées en Afrique du Sud, sur une population de léopards, ont montré l'existence d'individus à pelage rougeâtre avec des taches de couleur beige (Pelage fraise). Ce phénotype résulte de l'expression d'un allèle mutant récessif « f » du gène AGOUTI. L'allèle dominant « C » étant responsable de la couleur claire du pelage des léopards.

Afin de vérifier l'état d'équilibre de cette population, on a étudié sa structure génétique. Le document 4 présente la répartition phénotypique et génotypique observée.

Phénotypes	Génotypes	Nombre d'individus
Claire	C//C	112
Claire	C//f	98
Rougeâtre tacheté du beige	f//f	7

Document 4

3. En vous basant sur les données du document 4, calculez :

- les fréquences des génotypes, la fréquence **p** de l'allèle « C » et la fréquence **q** de l'allèle « f » dans cette population. (1.25 pt)
 - l'effectif théorique des individus pour chaque génotype en considérant que cette population est en équilibre selon la loi de Hardy-Weinberg. (0.75 pt)
4. En admettant qu'une population est dite en équilibre selon la loi de H-W lorsque les effectifs observés sont proches des effectifs théoriques, **déduisez** l'état d'équilibre de la population étudiée. (0.5 pt)

fin

2

Les génotypes possibles des plantes de la lignée L₁:

-R/r G/g(0.25pt)
-RG/r g (0.25pt)
-Rg/rG(0.25pt)

0.75pt

3

a. Le génotype des plantes de la lignée L₁ avec justification :

- Le deuxième croisement est un test cross qui a donné quatre phénotypes différents non égaux. Donc les deux gènes étudiés sont liés.....(0.25pt)
- Les phénotypes majoritaires de ce test cross sont [R ; G] et [r, g] donc ce sont les deux phénotypes parentaux de la lignée L₁ hybride et par conséquent les allèles R et G sont portés par l'un des deux chromosomes homologues et les allèles r et g sont portés par l'autre chromosome.....(0.25pt)
Donc le génotype des plantes de la lignée L₁ est : RG/r g..... (0.25pt)

b. Interprétation chromosomique :

L₁ × L₂

Phénotypes: [R, G] [r, g]

Génotypes : $\frac{RG}{rg}$ $\frac{rg}{rg}$ (0.5pt)

Gamètes: $\frac{RG}{39.67\%}$ $\frac{rg}{39.34\%}$ $\frac{Rg}{9.96\%}$ $\frac{rG}{11.03\%}$ $\frac{rg}{100\%}$

1.75 pt

Échiquier de croisement... (0.25 pt)

γ L ₁	$\frac{RG}{39.67\%}$	$\frac{rg}{39.34\%}$	$\frac{Rg}{9.96\%}$	$\frac{rG}{11.03\%}$
γ L ₂				
$\frac{rg}{100\%}$	$\frac{RG}{rg}$ [R, G] 39.67%	$\frac{rg}{rg}$ [r, g] 39.34%	$\frac{Rg}{rg}$ [R, g] 9.96%	$\frac{rG}{rg}$ [r, G] 11.03%

F': [R,G] 39.67%; [r,g] 39.34%; [R,g] 9.96%; [r,G] 11.03%.....(0.25 pt)

Exercice 2 (1.75 pt)

Question	Eléments de réponse	Barème									
1	(Accepter tout raisonnement correct) : L'allèle morbide est porté par le chromosome X, s'il est récessif, les pères de toutes les filles atteintes (II ₂ , II ₅ et III ₃) doivent être atteints ce qui n'est pas le cas, donc l'allèle responsable de la maladie est dominant.	0.5 pt									
2	- La probabilité pour que le couple (II ₄ , II ₅) donne naissance à un individu atteint par la maladie : Les parents : II ₄ : X ⁿ Y × II ₅ : X ^N X ⁿ (0.25 pt) Les gamètes : $\frac{1}{2}$ X ⁿ , $\frac{1}{2}$ Y $\frac{1}{2}$ X ^N , $\frac{1}{2}$ X ⁿ (0.25pt) Échiquier de croisement :(0.5pt) <table border="1"> <tr> <th>Gamètes</th><th>$\frac{1}{2}$ Xⁿ</th><th>$\frac{1}{2}$ Y</th></tr> <tr> <td>$\frac{1}{2}$ X^N</td><td>$\frac{1}{3}$ X^NXⁿ [N]</td><td>X^NY</td></tr> <tr> <td>$\frac{1}{2}$ Xⁿ</td><td>$\frac{1}{3}$ XⁿXⁿ [n]</td><td>$\frac{1}{3}$ XⁿY [n]</td></tr> </table> Puisque les embryons de génotype X ^N Y sont avortés. la probabilité pour que le couple (II ₄ ,II ₅) donne naissance à un individu atteint par la maladie est : 1/3(0.25pt)	Gamètes	$\frac{1}{2}$ X ⁿ	$\frac{1}{2}$ Y	$\frac{1}{2}$ X ^N	$\frac{1}{3}$ X ^N X ⁿ [N]	X^NY	$\frac{1}{2}$ X ⁿ	$\frac{1}{3}$ X ⁿ X ⁿ [n]	$\frac{1}{3}$ X ⁿ Y [n]	1.25 pt
Gamètes	$\frac{1}{2}$ X ⁿ	$\frac{1}{2}$ Y									
$\frac{1}{2}$ X ^N	$\frac{1}{3}$ X ^N X ⁿ [N]	X^NY									
$\frac{1}{2}$ X ⁿ	$\frac{1}{3}$ X ⁿ X ⁿ [n]	$\frac{1}{3}$ X ⁿ Y [n]									

Exercice 3 (5 pts)

Question	Eléments de réponse	Barème																																																
1	-Type de variation : Variation continue.....(0.25pt) -Justification : la variable peut prendre n’importe quelles valeurs dans son intervalle de variation.....(0.25pt)	0.5pt																																																
2	On donne 0.25 pt pour chaque colonne juste, à l’exception des 2 premières colonnes à gauche. (1 pt) Remarque : accepter des valeurs ± 0.01 <table><tr><th>(xi)</th><th>(fi)</th><th>fi.xi</th><th>xi – $\bar{X}$</th><th>(xi – $\bar{X}$)²</th><th>fi(xi – $\bar{X}$)²</th></tr><tr><td>3.5</td><td>5</td><td>17.5</td><td>-1.2</td><td>1.44</td><td>7.2</td></tr><tr><td>4</td><td>12</td><td>48</td><td>-0.7</td><td>0.49</td><td>5.88</td></tr><tr><td>4.5</td><td>42</td><td>189</td><td>-0.2</td><td>0.04</td><td>1.68</td></tr><tr><td>5</td><td>28</td><td>140</td><td>0.3</td><td>0.09</td><td>2.52</td></tr><tr><td>5.5</td><td>15</td><td>82.5</td><td>0.8</td><td>0.64</td><td>9.6</td></tr><tr><td>6</td><td>2</td><td>12</td><td>1.3</td><td>1.69</td><td>3.38</td></tr><tr><td>Total</td><td>104</td><td>489</td><td></td><td></td><td>30.26</td></tr></table> - Moyenne arithmétique : $\bar{X}$=4.70 g.....(0.25 pt) - Ecart type : $\sigma = 0.53$ g..... (0.25 pt) - Intervalle de confiance : [4.17 ; 5.23] (0.25 pt)	(xi)	(fi)	fi.xi	xi – $\bar{X}$	(xi – $\bar{X}$) ²	fi(xi – $\bar{X}$) ²	3.5	5	17.5	-1.2	1.44	7.2	4	12	48	-0.7	0.49	5.88	4.5	42	189	-0.2	0.04	1.68	5	28	140	0.3	0.09	2.52	5.5	15	82.5	0.8	0.64	9.6	6	2	12	1.3	1.69	3.38	Total	104	489			30.26	1.75 pt
(xi)	(fi)	fi.xi	xi – $\bar{X}$	(xi – $\bar{X}$) ²	fi(xi – $\bar{X}$) ²																																													
3.5	5	17.5	-1.2	1.44	7.2																																													
4	12	48	-0.7	0.49	5.88																																													
4.5	42	189	-0.2	0.04	1.68																																													
5	28	140	0.3	0.09	2.52																																													
5.5	15	82.5	0.8	0.64	9.6																																													
6	2	12	1.3	1.69	3.38																																													
Total	104	489			30.26																																													
3	Réalisation des polygones des fréquences correctes pour P et P₁(0.5 pt x 2) (respect de l’échelle : 0.25 pt) Le graphique illustre la sélection artificielle sur le maïs. L'axe des ordonnées représente le 'Nombre de pieds' (0 à 60) et l'axe des abscisses représente le 'Centre de classes en (g)' (3.5 à 7.5). La courbe de Population P (triangle) a un pic à 4.5g (42 pieds). La courbe de Population P1 (carré) a un pic à 5g (55 pieds). Les deux courbes sont asymétriques et s'étendent de 3.5g à 7.5g.	1.25pt																																																
4	- La population P est hétérogène.....(0.25pt) - Justification : le mode de la distribution des fréquences dans la population fille P₁ est différent de celui de la population d’origine P.....(0.25pt)	0.5pt																																																
5	La sélection artificielle est efficace pour améliorer la productivité des huiles de maïs : -Le mode augmente après chaque sélection : Chez la population d’origine P il est de 4.5g, de 5g chez la population fille P₁ et de 7g chez la population fille P₂(0.5 pt) - L’intervalle de distribution évolue vers des grandes valeurs après chaque sélection : l’intervalle de distribution de la quantité des huiles est de [3.5 ; 6] chez P, de [4 ; 7.5] chez P₁ et de [5.5 ; 8.5] chez P₂.....(0.5 pt)	1pt																																																

Exercice 4 (5 pts)		
Question	Eléments de réponse	Barème
1	a. Comparaison : - Séquence des nucléotides : l'ordre des nucléotides du gène étudié est le même chez les deux formes de léopards sauf que dans la position 333 on a le nucléotide C chez la forme claire alors qu'on trouve le nucléotide A chez la forme sombre.....(0.25pt) - Séquence des acides aminés : les 5 premiers acides aminés sont semblables entre les deux séquences. La séquence des acides aminés de la forme sombre des léopards est formée par 5 acides aminés, alors que celle de la forme claire est formée par 10 acides aminés.....(0.25 pt) b. Déduction : Au niveau du gène AGOUTI une mutation ponctuelle par substitution dans la position 333 est à l'origine de la variation de la couleur du pelage chez les léopards.(0.5 pt)	1pt
2	Explication de la répartition phénotypique des léopards dans les deux milieux : - Forêts subtropicales humides : (0.5 pt) + Les léopards de forme claire sont plus visibles → plus de difficulté pour se rapprocher des proies → moins de chance de se nourrir → assez faible fréquence de la forme claire. + Les léopards de forme sombre sont moins visibles → plus de facilité pour se rapprocher des proies → plus de chance de se nourrir → fréquence assez élevée de la forme sombre. - Savane d'Afrique : (0.5 pt) + Les léopards de forme claire sont moins visibles → plus de facilité pour se rapprocher des proies → grande chance de se nourrir → forte fréquence de la forme claire. + Les léopards de forme sombre sont plus visibles → une grande difficulté pour se rapprocher des proies → faible chance de se nourrir → fréquence très faible de la forme sombre. Déduction : Le facteur responsable de cette répartition des phénotypes est la sélection naturelle(0.5 pt)	1.5 pt
3	a. Calcul de la fréquence des génotypes et des allèles : - La fréquence des génotypes : + $F(C//C) = 112/217 = 0.516$.....(0.25 pt) + $F(C//f) = 98/217 = 0.452$.....(0.25 pt) + $F(f//f) = 7/217 = 0.032$.....(0.25 pt) - La fréquence des allèles : $F(C) = F(C//C) + 1/2 F(C//f) = 0.742 = p$.....(0.25 pt) $F(f) = F(f//f) + 1/2 F(C//f) = 0.258 = q$.....(0.25 pt) b. Calcul de l'effectif théorique selon la loi de Hardy-Weinberg : - L'effectif théorique des individus clairs dont le génotype C//C : $F(C//C) = p^2 = (0.742)^2 = 0.551$ → nombre d'individus = $0.551 \times 217 \approx 120$(0.25 pt) - L'effectif théorique des individus clairs dont le génotype C//f $F(C//f) = 2pq = 2(0.742 \times 0.258) = 0.383$ → nombre d'individus = $0.383 \times 217 \approx 83$(0.25 pt) - L'effectif théorique des individus rougeâtres tachetés du beige dont le génotype f//f : $F(f//f) = q^2 = (0.258)^2 = 0.066$ → nombre d'individus = $0.066 \times 217 \approx 14$(0.25 pt)	1.25pt
4	Déduction : Les effectifs théoriques sont très éloignés des effectifs observés, donc la population n'est pas en équilibre selon la loi de H-W.	0.5 pt