

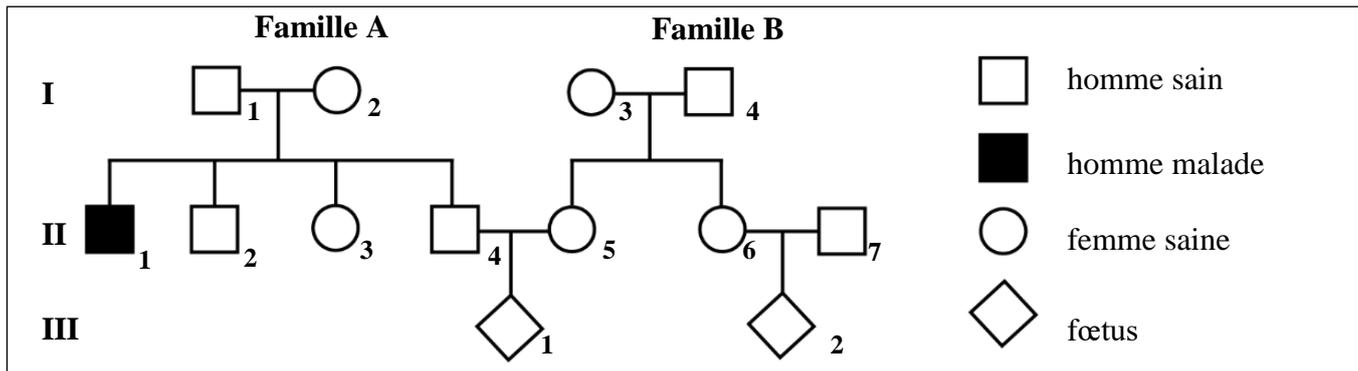
III. Recopiez sur votre feuille de rédaction la lettre correspondante à chaque proposition parmi les propositions ci- dessous, puis **écrivez** devant chaque lettre « vrai » ou « faux ». (1pt)

- La variation continue est une variation où les variables prennent les valeurs en nombres entiers naturels.
- Le croisement entre les individus, appartenant à la même lignée pure, donne une génération hétérogène.
- Lors de la sélection artificielle, au sein d'une population hétérogène, l'obtention d'une population homogène signifie que la sélection est efficace.
- Les paramètres de position sont le mode, la moyenne arithmétique et la variance.

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

Exercice 1 : (3.25 points)

La mucoviscidose est une maladie héréditaire autosomale liée à une anomalie au niveau du gène qui code pour la protéine CFTR. Le non fonctionnement de cette protéine se traduit par l'apparition des symptômes de la mucoviscidose (Troubles respiratoires et digestifs). Le document 1 présente l'arbre généalogique de deux familles A et B dont l'un des individus est atteint de cette maladie.



Document 1

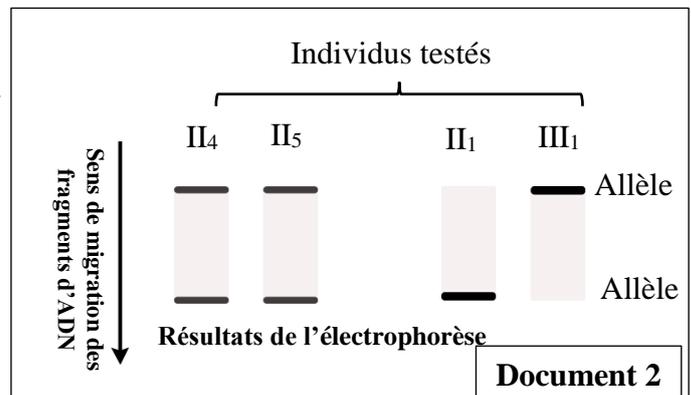
1. En vous basant sur cet arbre généalogique, **déterminez**, en **justifiant** votre réponse, si l'allèle responsable de cette maladie est dominant ou récessif. (0.5 pt)

2. **Donnez**, en **justifiant** votre réponse, les génotypes des individus II₁, II₄ et II₅. (0.75 pt)

Utilisez les symboles « N » ou « n » pour l'allèle responsable de la synthèse de la protéine CFTR fonctionnelle et le symbole « M » ou « m » pour l'allèle responsable de la synthèse de la protéine CFTR non fonctionnelle.

3. Sachant que la probabilité que l'individu II₅ soit porteur de la maladie est de 1/30, **déterminez**, en vous aidant d'un échiquier de croisement, la probabilité pour que le fœtus III₁ soit atteint de cette maladie. (1 pt)

Pour s'assurer de la santé de son futur enfant III₁, la femme II₅ consulte son médecin. Celui-ci réalise une électrophorèse de l'ADN correspondant au gène CFTR chez certains membres des deux familles A et B. Les résultats sont représentés dans le document 2.



Document 2

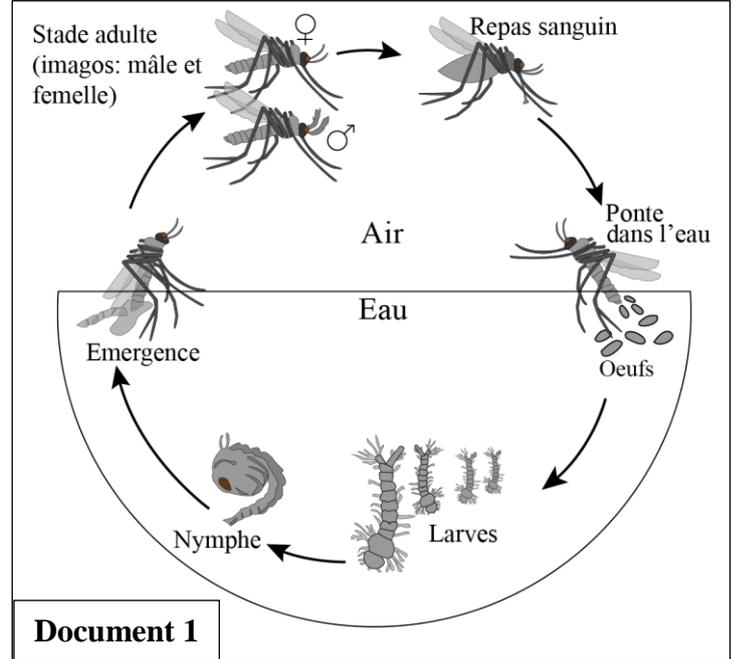
4. En exploitant le document 2, **donnez**, en **justifiant** votre réponse, les génotypes de chacun des individus testés et **déduisez** l'état de santé de l'enfant attendu III₁. (1 pt)

Exercice 2 : (11.75 points)

Dans le cadre de l'étude de la transmission de l'information génétique par la reproduction sexuée chez les moustiques ainsi que la variation génétique chez certaines de ses populations, on propose les données suivantes :

I. Le cycle de vie des moustiques comprend un stade immature aquatique et un stade adulte aérien. Ces insectes se développent en 4 étapes : œuf, larve, nymphe et adulte (imago : mâles et femelles). Cette métamorphose complète dure de 5 à 90 jours en fonction des conditions environnementales.

Le document 1 représente les étapes du cycle de vie des moustiques et le document 2 présente, la garniture chromosomique d'une cellule germinale d'un moustique mâle (a) et d'une cellule germinale d'un moustique femelle (b) avec des schémas illustratifs.



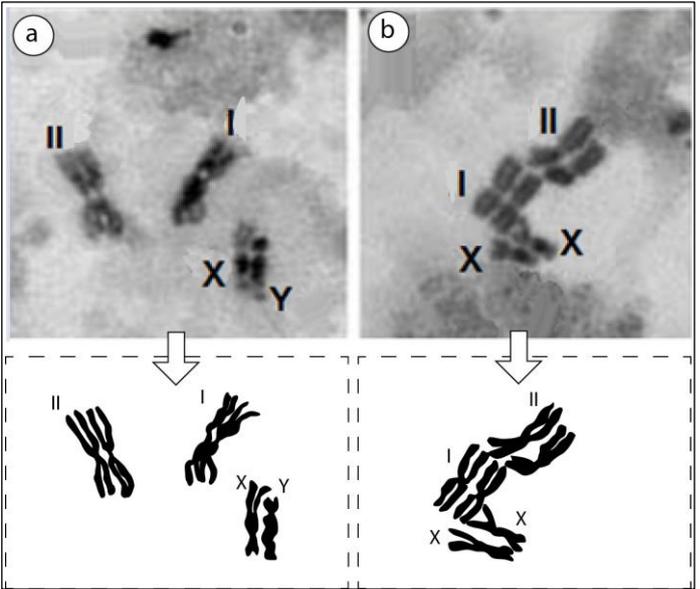
1. À quelle phase de la division cellulaire a-t-on pu obtenir les deux photos du document 2 ?

Justifiez votre réponse. (1 pt)

2. **Donnez** la formule chromosomique du moustique mâle et celle du moustique femelle. (0. 5 pt)

3. En vous basant sur les données des deux documents, **réalisez** le cycle chromosomique du moustique et **déduisez** son type. (1 pt)

II. Pour connaître le mode de transmission de deux caractères héréditaires (couleur du corps et couleur des yeux) chez des lignées de moustiques, on propose les croisements suivants :



Document 2

• **Premier croisement** : On croise une lignée sauvage à corps gris et aux yeux prune avec une lignée à corps noir et aux yeux clairs. Ce croisement donne une génération F_1 constituée de moustiques à corps gris et aux yeux prune.

4. **Que déduisez-vous** des résultats du premier croisement ? (0.75 pt)

Utiliser les symboles (G et n) pour les allèles responsables du caractère "couleur du corps" et les symboles (P et c) pour les allèles responsables du caractère "couleur des yeux".

• **Deuxième croisement** : On croise des femelles F_1 avec des mâles à corps noir et aux yeux clairs. On obtient la descendance F'_2 avec les proportions suivantes :

- 35.2% de moustiques à corps gris et aux yeux prune ;
- 35.8% de moustiques à corps noirs et aux yeux clairs ;
- 14.5% de moustiques à corps gris et aux yeux clairs ;
- 14.5% de moustiques à corps noirs et aux yeux prune.

5. Que déduisez-vous des résultats du deuxième croisement ? Justifiez votre réponse (0.75 pt)

6. Donnez l'interprétation chromosomique du deuxième croisement. (1.75 pt)

7. Réalisez la carte factorielle des deux gènes étudiés. (Utilisez 0.25cm pour 1 cM). (1 pt)

III. Chez le moustique, il existe un gène qui détermine le degré de résistance aux insecticides et qui code pour une enzyme appelée l'acétylcholinestérase. Ce gène est représenté par deux allèles : l'allèle sauvage dominant Ace^S qui code pour l'enzyme très sensible à l'insecticide et l'allèle muté récessif Ace^R qui code pour l'enzyme résistante à l'action de l'insecticide.

Une étude biochimique de l'activité de l'acétylcholinestérase, chez une population de moustiques au laboratoire a permis de déterminer le nombre des individus selon leurs phénotypes. Le tableau suivant présente les résultats obtenus.

Phénotypes	Sensible [Ace^S]	Résistant [Ace^R]
Nombres	350	66

8. En supposant que cette population est à l'équilibre de Hardy-Weinberg, calculez :

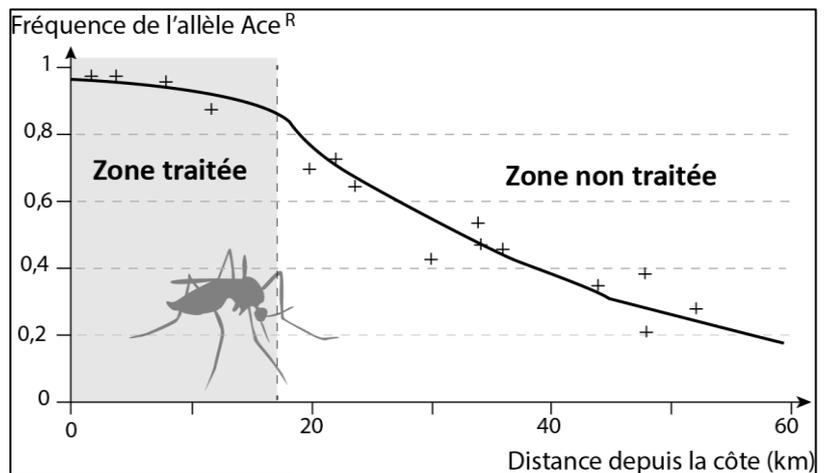
a. les fréquences des deux allèles de ce gène dans cette population. (1 pt)

b. le nombre des individus homozygotes ($Ace^S//Ace^S$) et le nombre des individus hétérozygotes ($Ace^R//Ace^S$) dans cette population. (0.75 pt)

L'allèle Ace^R du gène Ace est apparu bien avant 1968, de façon aléatoire à la suite d'une mutation. Avant 1968, sa fréquence était inférieure à 0,1.

Pour établir la relation entre la répartition de cet allèle et l'action des insecticides, on présente les données du document 3 qui montre la variation de la fréquence de l'allèle Ace^R en s'éloignant de la zone côtière traitée par les insecticides.

9. Décrivez la variation de la fréquence de l'allèle Ace^R en fonction de la distance depuis la côte. (1 pt)



Pour expliquer la variation de la fréquence de de l'allèle Ace^R dans la zone non traitée, on propose les deux hypothèses suivantes :

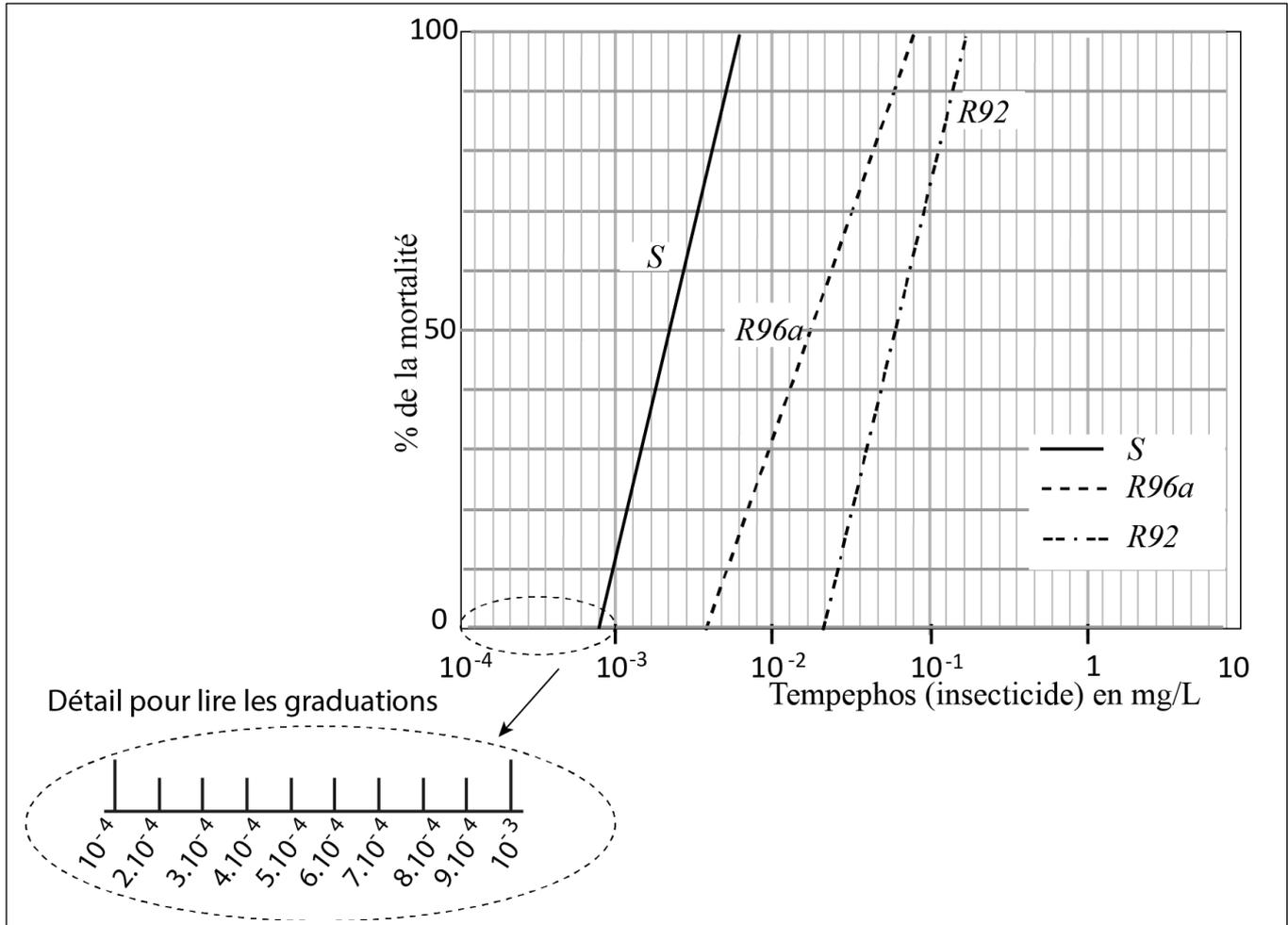
Hypothèse 1 : "La fréquence de l'allèle Ace^R observée à 60 km de la côte est due à une sélection avantageuse (positive) des moustiques portant l'allèle Ace^S ."

Hypothèse 2 : "La fréquence de l'allèle Ace^R observée à 60 km de la côte est due à la capacité limitée de migration des moustiques résistants de la zone traitée vers la zone non traitée."

Pour vérifier ces deux hypothèses, on propose les données expérimentales suivantes :

Une souche de moustiques résistants aux insecticides, appelée *R92* a été obtenue par les chercheurs en 1992 à la suite de nombreux croisements. Cette souche est initialement homozygote pour l'allèle Ace^R ($Ace^R//Ace^R$).

À partir de cette souche, les chercheurs ont sélectionné une fraction et ils l'ont élevée en la laissant se multiplier pendant 4 ans dans un milieu sans insecticide. En 1996, ils ont déterminé la courbe de mortalité de la souche obtenue de cette fraction, qu'ils ont nommé *R96a*, en la comparant à celles de *R92* et de *S* (la souche homozygote sensible : $Ace^S//Ace^S$). Le document 4 présente les résultats obtenus.



Document 4

10. **Dégagez** les différences entre les trois courbes de mortalité : *S*, *R92* et *R96a*. Que **déduisez**-vous ? (1 pt)

11. À partir de ces données expérimentales et sachant que les larves résistantes se développent plus lentement et sont souvent victimes de prédateurs et des parasites, **montrez**, en **justifiant** votre réponse, laquelle des hypothèses proposées est vérifiée. (1.25 pt)

Fin

Puisque II₄ n'est pas malade donc la probabilité qu'il soit porteur de l'allèle morbide est : $1/3 + 1/3 = 2/3$(0.25 pt)
 - On sait que la probabilité que II₅ soit hétérozygote est $1/30$
 - Si les 2 parents sont hétérozygotes la probabilité pour que leur enfant soit malade est de $1/4$. (Voir échiquier de croisement)(0.25 pt)
 Donc la probabilité pour que le fœtus III₁ de ce couple soit malade est de : $2/3 \times 1/30 \times 1/4 = 1/180$(0.25 pt)

	Mère II ₅	N/ 1/2	m/ 1/2
Père II ₄		N//N [N] 1/4	N//m [N] 1/4
	m/ 1/2	N//m [N] 1/4	m//m [m] 1/4

4

- II₄ et II₅ portent l'allèle normal et l'allèle muté, ils sont donc hétérozygotes. Leur génotype est N//m.(0.25 pt)
 - L'enfant malade II₁ porte les deux allèles mutés, il est donc homozygote. Son génotype est m//m.....(0.25 pt)
 - Le fœtus III₁ porte les deux allèles normaux, il est donc homozygote et son génotype est N//N(0.25 pt)
Déduction : L'enfant à naître sera sain.....0.25 pt

1 pt

Exercice 2 : (11.75 pts)

Question	Eléments de réponse	Barème
----------	---------------------	--------

I

1

Les deux photos sont prises au moment de la prophase I de la méiose.....(0.5 pt)
Justification : Appariement des chromosomes homologues (formation des tétrades).....(0.5 pt)

1 pt

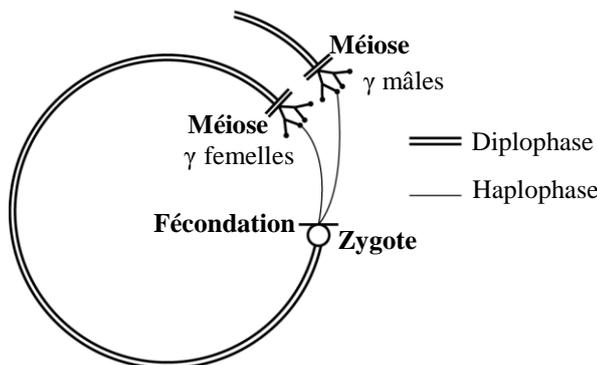
2

La formule chromosomique du moustique mâle : $2n = 6 = 4 A + XY$. ou $(2n = 6 = 2AA + XY)$(0.25 pt)
 La formule chromosomique du moustique femelle : $2n = 6 = 4 A + XX$. ou $(2n = 6 = 2AA + XX)$ (0.25 pt)

0.5 pt

3

- le cycle chromosomique :(0.75 pt)



- Type du cycle : Diplophasique.....(0.25 pt)

1 pt

II

4

-Les deux parents sont de lignées pures selon la première loi de Mendel(0.25 pt)
 -L'allèle responsable de la couleur grise du corps est dominant (G) et l'allèle responsable de la couleur noire du corps est récessif (n)..... (0.25 pt)
 -L'allèle responsable de la couleur prune des yeux est dominant (P) et l'allèle responsable de la couleur claire des yeux est récessif (c)..... (0.25 pt)

0.75 pt

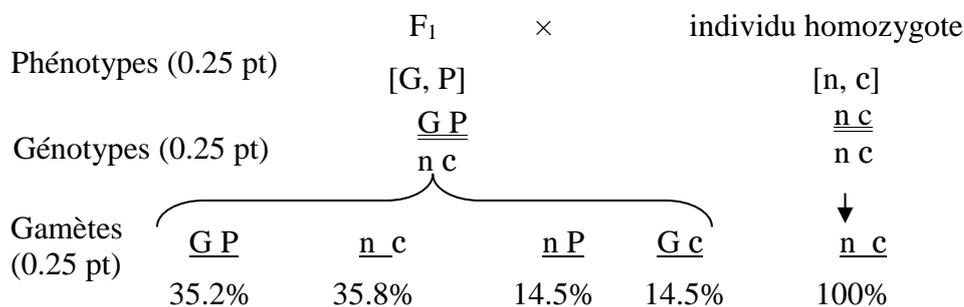
5

- Les deux gènes étudiés sont liés.....(0.25 pt)
Justification : la génération F₂, issue d'un croisement-test, est composée de quatre phénotypes à proportion différentes, les phénotypes parentaux sont plus

0.75 pt

fréquents (71 %) que les phénotypes recombinés (29 %).....(0. 5 pt)

L'interprétation chromosomique du deuxième croisement :



Échiquier de croisement (0.75 pt)

	γ F ₁	$\frac{GP}{35.2\%}$	$\frac{nc}{35.8\%}$	$\frac{nP}{14.5\%}$	$\frac{Gc}{14.5\%}$
γ		$\frac{GP}{nc}$	$\frac{nc}{nc}$	$\frac{nP}{nc}$	$\frac{Gc}{nc}$
	$\frac{nc}{100\%}$	[G,P] 35.2%	[n,c] 35.8%	[n,P] 14.5%	[G,c] 14.5%

Descendance F₂: [G,P] 35.2% ; [n,c] 35.8% ; [n,P] 14.5% ; [G,c] 14.5% (0.25 pt)

Réalisation de la carte factorielle :(0.25pt x 4)

- calcul du % des recombinés (P= 29%) ;
- détermination de la distance en cM (d= 29cM) ;
- respect de l'échelle ;
- localisation exacte des deux gènes sur le chromosome.

III

Le phénotype résistant [Ace^R] correspondant au génotype (Ace^R // Ace^R) = 66 individus

Le phénotype sensible [Ace^S] correspondant au génotypes (Ace^S / Ace^S) et

(Ace^S // Ace^R) = 350 individus

8.a On se trouve dans le cas de dominance et la population obéit à la loi de Hardy-Weinberg.

Soit : f(Ace^R) = q , f(Ace^S) = p

$q^2 = \frac{66}{416} = 0,158 \rightarrow q = \sqrt{0,158} = 0,397 \approx 0,4$(0. 5 pt)

p = 1 - 0,4 = 0,6(0. 5 pt)

1.75 pt

1 pt

1 pt

8.b	$f(Ace^R // Ace^S) = 2pq = 2 \times 0,4 \times 0,6 = 0,48$ et $f(Ace^S // Ace^S) = p^2 = 0,36$(0.25 pt) Donc : - le nombre des hétérozygotes : $0,48 \times (350 + 66) \approx 200$(0.25 pt) - le nombre des homozygotes : $0,36 \times (350 + 66) \approx 150$(0.25 pt)	0.75 pt
9	La fréquence de l'allèle Ace^R est nettement élevée dans la zone traitée (de 0 à 18 km depuis la côte), elle dépasse 0,8.....(0.5 pt) Dans la zone non traitée la fréquence diminue progressivement en s'éloignant de la zone traitée. Elle atteint 0,2 à 60 km de la côte.....(0.5 pt)	1 pt
10	Les points de différence : - Pour la souche R92 la dose d'insecticide devient mortelle à 4.10^{-2} et la fréquence de mortalité atteint 100% à une dose de 3.10^{-1} mg/L.....(0.25 pt) - Pour la souche S la dose devient mortelle à 9.10^{-4} mg/L et la fréquence de mortalité atteint 100% à une dose de 8.10^{-3} mg/L(0.25 pt) - Pour la souche R96a la dose d'insecticide devient mortelle à 6.10^{-3} et la fréquence de mortalité atteint 100% à une dose de 9.10^{-2} mg/L.....(0.25 pt) Déduction - La souche R96a est moins résistante que celle de R92 dont elle est issue et plus résistante que la souche S.....(0.25 pt)	1 pt
11	L'hypothèse vérifiée est l'hypothèse 1: il s'agit bien d'une sélection avantageuse de la souche qui porte l'allèle Ace^S(0.5 pt) Justification L'apparition de la souche R96a, plus sensible à l'insecticide à partir de la souche initiale homozygote ($Ace^R // Ace^R$) indique qu'il y a apparition d'un allèle plus sensible aux insecticides (S) par mutation suivi d'une multiplication des moustiques porteurs de cet allèle au dépend des moustiques les plus résistants car les larves de ces moustiques n'arrivent pas à l'âge adulte pour se reproduire, elles sont victimes de parasites et de prédation (sélection désavantageuse)....(0.75 pt)	1.25 pt