



JE PRÉPARE MON BACCALAURÉAT  
EN SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

# Résumés de cours examens nationaux de 2016 à 2022

## 2 BAC SVT

### UNITE 4

## LA GENETIQUE DES POPULATIONS



Prof : Youssef ALANDALOUSSI  
alanyouyou@gmail.com  
Novembre 2022



www.yousvt.com

## Sommaire

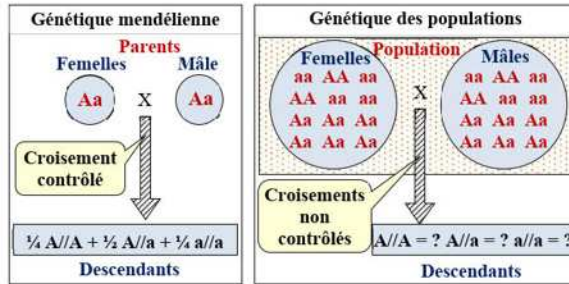
Cours	N° Sujet	Pages		
		Énoncé	Corrigé	
Unité 2 : la génétique des populations	Restitution des connaissances	1	10	18
		2	10	18
	Raisonnement scientifique et communication écrite et graphique	1	12	19
		2	12	19
		3	12	19
		4	13	20
		5	13	20
		6	14	20
		7	14	21
		8	15	21
		9	15	21
		10	15	22
		11	15	22
		12	16	22
13	16	23		
14	16	23		

Résumé unité 4 – LA GENETIQUE DES POPULATIONS

Notion de génétique des populations :

**LA GENETIQUE MENDELIIENNE** : Permet de comprendre le déterminisme et la transmission des caractères par l'analyse de la descendance, à la suite d'un croisement contrôlé par l'expérimentateur, entre individus de génotypes différents.

**LA GENETIQUE DES POPULATION** : Etudie les proportions des génotypes au sein d'un ensemble d'individus issus de croisements non contrôlés entre de nombreux parents. C'est donc une application des principes de base de la génétique mendélienne à l'échelle des populations.



**I. Le concept biologique de la population et son pool génique.**

**1. Concept de population :**

Une population est l'ensemble des individus de la même espèce, occupant une zone géographique spécifique pendant une même période, et qui ont la possibilité physique de se reproduire entre eux.

Une population est caractérisée par un génome collectif partagé par les individus de cette population. C'est une structure dynamique, dont le patrimoine génétique (Pool génétique) varie continuellement.

**2. Le Pool génique d'une population :**

⇒ **Définition du pool génétique :**

Le schéma ci-contre, représente le Pool génique correspondant à un gène diallélique (l'allèle (A) dominant et l'allèle (a) récessif), dans une population (P) diploïde formée de 13 individus. On considère que le gène est porté par un autosome.

**Le pool génétique** (= génome collectif = patrimoine génétique) : c'est l'ensemble des génotypes (allèles) de tous les individus de la population, capables de se transmettre et de varier à travers les générations.

⇒ **Calcul des fréquences phénotypiques, génotypiques et alléliques :**

★ **Fréquence des phénotypes :**

$$f[A] = \frac{\text{Nombre de phénotype [A]}}{\text{Effectif total (N)}} = \frac{3}{13} = 0.77$$

$$f[a] = \frac{\text{Nombre de phénotype [a]}}{\text{Effectif total (N)}} = \frac{10}{13} = 0.23$$

★ **Fréquence des génotypes :**

$$f(AA) = D = \frac{\text{Nombre de génotype (AA)}}{\text{Effectif total (N)}} = \frac{6}{13} = 0.46$$

$$f(Aa) = H = \frac{\text{Nombre de génotype (Aa)}}{\text{Effectif total (N)}} = \frac{4}{13} = 0.31$$

$$f(aa) = R = \frac{\text{Nombre de génotype (aa)}}{\text{Effectif total (N)}} = \frac{3}{13} = 0.23$$

★ **Fréquence des allèles :** Sachant que  $f(AA) = D$  ;  $f(Aa) = H$  ;  $f(aa) = R$

La fréquence de l'allèle (A) est  $f(A) = (D \times 1) + (H \times \frac{1}{2}) + (R \times 0) \Rightarrow f(A) = D + H/2$

La fréquence de l'allèle (a) est  $f(a) = (D \times 0) + (H \times \frac{1}{2}) + (R \times 1) \Rightarrow f(a) = R + H/2$

Par conséquent, on peut calculer la fréquence d'un allèle dans une population de la façon suivante :

$$f(\text{allèle}) = \frac{\text{Nombre des génotypes homozygotes pour l'allèle}}{\text{Effectif total de la population (N)}} + \frac{\frac{1}{2} (\text{Nombre des génotypes hétérozygotes pour l'allèle})}{\text{Effectif total de la population (N)}}$$

$$f(\text{allèle}) = \frac{(2 \times (\text{Nombre des génotypes homozygotes pour l'allèle})) + (\text{Nombre des génotypes hétérozygotes pour l'allèle})}{2 \times (\text{Effectif total de la population})}$$

**II. La loi de Hardy et Weinberg.**

**1. Population théorique-idéale :**

Les chercheurs ont défini, chez les diploïdes, un modèle de population, dite théorique-idéale dont les caractéristiques :

- Population d'organismes diploïdes à reproduction sexuée et à générations non chevauchantes (aucun croisement entre individus de générations différentes) ;
- Population d'effectif infini où les croisements sont entièrement aléatoires ;
- Tous les individus, quels que soient leurs génotypes, ont la même capacité à se reproduire et à engendrer une descendance viable (absence de sélection). C'est un système de reproduction panmixtique, où l'individu ne choisit pas son partenaire sexuel, ni en fonction de son génotype, ni en fonction de son phénotype (panmixie) et que le rencontre des gamètes se fait au hasard (pangamie), (Panmixie : hasard entre individus et pangamie : hasard entre gamètes) ;
- Population close génétiquement (absence de flux migratoire) ;
- Absence de mutations et de brassages génétiques pendant la méiose (un individu (Aa) produira toujours 50% de gamètes (A) et 50% de gamètes (a)).

**2. La loi de HARDY et WEINBERG :**

⇒ **Enoncé de la loi de HARDY et WEINBERG :**

Dans une population théorique-idéale, la fréquence des génotypes et celle des allèles restent constantes d'une génération à l'autre. On dit alors que la population est en état d'équilibre.

Soit (p) et (q) les fréquences respectives de deux allèles (A et a) d'un gène, identique chez les deux sexes. Les fréquences génotypiques sont déterminées à partir des fréquences alléliques par une relation simple qui correspond au développement de l'identité remarquable :  $(p + q)^2$ , c'est-à-dire  $p^2 + 2pq + q^2$ . Or  $p + q = 1$  donc  $(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1$ .  
 $f(AA) + f(Aa) + f(aa) = p^2 + 2pq + q^2 \Rightarrow f(AA) = p^2$  ;  $f(Aa) = 2pq$  ;  $f(aa) = q^2$ .

⇒ **Remarque : cas des gènes multiallélique :**

La loi de Hardy-Weinberg s'applique également à des gènes multiallélique.

L'équilibre correspond alors à l'association aléatoire des différents allèles pour former les génotypes dont la fréquence reste stable de génération en génération.

Un locus à n allèles  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ , il y aura en théorie  $(n(n+1))/2$  génotypes différents dans la population.

Si les fréquences de ces différents allèles sont respectivement  $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ , les fréquences des différents génotypes seront données par le développement de l'identité remarquable  $(p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n)^2$ .

Fréquences génotypiques pour un locus à n allèles						
$(P_1)^2 A_1 A_1$	$(P_2)^2 A_2 A_2$	$(P_3)^2 A_3 A_3$	...	$(P_n)^2 A_n A_n$		
$2p_1 p_2 A_1 A_2$	$2p_1 p_3 A_1 A_3$	$2p_1 p_n A_1 A_n$		$2p_2 p_3 A_2 A_3$	$2p_2 p_n A_2 A_n$	$2p_3 p_n A_3 A_n$ Etc...

**III. Application de la loi de Hardy- Weinberg.**

**1. Test d'équilibre appliqué au modèle de HARDY- WEINBERG :**

La loi de Hardy-Weinberg, permet de déterminer si une population donnée est en équilibre, en comparant les fréquences théoriques aux fréquences observées.

Dans le cas où les fréquences théoriques sont conformes aux fréquences observées, nous disons que la population étudiée est équilibrée, c'est-à-dire soumise à la loi de Hardy-Weinberg.

Pour effectuer cette comparaison, et pour savoir si la population est en équilibre ou non, nous effectuons le test d'équilibre  $\chi^2$ .

Le test d'équilibre Khi deux (ou test de conformité  $\chi^2$ ) permet de tester l'hypothèse d'égalité ( $H_0$ ) entre la distribution observée dans la population réelle et la distribution théorique de la population dite théorique-idéale.

Le principe du test est simple et peut et se fait selon les étapes suivantes :

- Calcule des fréquences alléliques réelles parmi les N individus échantillonnés, soit  $p = f(A)$  et  $q = f(a)$ .
- Calcule des effectifs génotypiques théoriques, soit :  
L'effectif (AA) =  $p^2 \times N$  ; L'effectif (Aa) =  $2pq \times N$  ; L'effectif (aa) =  $q^2 \times N$ .
- Calcule de  $\chi^2$  : 
$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{Effectif génotypique observé} - \text{effectif génotypique théorique})^2}{\text{Effectif génotypique théorique}}$$
- Détermination du degré de liberté (ddl) : la différence entre le nombre de génotypes et le nombre d'allèles.
- On compare la valeur de  $\chi^2$  à une valeur seuil, lue sur une table  $\chi^2$  (Tableau ci-dessous) en fonction de deux paramètres :
  - ✓ Un risque  $\alpha$ , choisi par l'utilisateur qui est en général 5%.
  - ✓ Le nombre de degré de liberté (ddl).

La table ci-dessous donne la valeur de  $\chi^2$  théorique en fonction du risque  $\alpha$  et (ddl).

ddl	$\alpha$	0,90	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1		0,0158	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	5,412	6,635	10,827
2		0,211	1,386	2,408	3,219	4,605	5,991	7,824	9,210	13,815
3		0,584	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	9,837	11,345	16,266
4		1,064	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	11,668	13,277	18,467
5		1,610	4,351	6,064	7,289	9,236	11,070	13,388	15,086	20,515
30		20,599	29,336	33,530	36,250	40,256	43,773	47,962	50,892	59,703

- ★ Si  $\chi^2$  calculé est inférieur à  $\chi^2$  théorique, l'hypothèse ( $H_0$ ) est acceptée. La population étudiée est équilibrée, elle suit la loi de HARDY-WEINBERG.
- ★ Si  $\chi^2$  calculé est supérieur à  $\chi^2$  théorique, l'hypothèse ( $H_0$ ) est rejetée. La population étudiée ne suit pas la loi de HARDY-WEINBERG, c'est-à-dire non équilibrée (Avec un risque de 5% de se tromper).

## 2. Cas d'un gène diallélique lié au sexe :

Chez la drosophile le gène qui gouverne la couleur des yeux est porté par le chromosome X. Ce gène est représenté par deux allèles, un allèle S dominant donnant à l'œil une couleur rouge et un allèle w récessif donnant à l'œil une couleur blanche.

Dans une population panmictique du laboratoire, on a trouvé 340 mâles aux yeux rouges et 60 mâles aux yeux blancs.

### ★ Les génotypes possibles chez les individus de cette population :

- Chez les femelles :  $X_S/X_S$  ;  $X_w/X_w$  ;  $X_S/X_w$  - Chez les mâles :  $X_S/Y$  ;  $X_w/Y$
- Les gamètes femelles :  $X_S/$  ;  $X_w/$  - Les gamètes mâles :  $X_S/$  ;  $X_w/$  ;  $Y$

### ★ Fréquences des génotypes dans la population fille G1 :

La population est équilibrée, les fréquences des allèles sont identiques chez les mâles et les femelles :  
 $f(S) = p$  ;  $f(w) = q$  ;  $p + q = 1$

#### L'échiquier de croisement :

Gamètes mâles	$X_S/$	$X_w/$	$Y/$
Gamètes femelles			
$X_S/$	$X_S/X_S$ p	$X_S/X_w$ pq	$X_S/Y$ p
$X_w/$	$X_w/X_S$ pq	$X_w/X_w$ q <sup>2</sup>	$X_w/Y$ q

Les fréquences des génotypes possibles dans  $G_1$  :

- Chez les femelles :  $f(X_S X_S) = p^2$ ,  $f(X_S X_w) = 2pq$ ,  $f(X_w X_w) = q^2$ .

- Chez les mâles :  $f(X_w Y) = q$ ,  $f(X_S Y) = p$

On constate que les fréquences des génotypes, chez les femelles, restent conformes à la loi de H-W, alors que chez les mâles, les fréquences des génotypes sont celles des allèles.

- On déduit que si un gène est lié aux chromosomes sexuels :
  - ✓ Les fréquences des génotypes, chez les femelles, restent conformes à la loi de H-W :  
 $f(X_S X_S) = p^2$ ,  $f(X_S X_w) = 2pq$ ,  $f(X_w X_w) = q^2$ .
  - ✓ Les fréquences des génotypes, chez les mâles, sont celles des allèles :  $f(X_w Y) = q$ ,  $f(X_S Y) = p$ .
- Chez les mâles on estime directement la fréquence de la maladie, car la fréquence des phénotypes est équivalente à la fréquence des allèles

	Mâle		Femelle		Bilan
	Atteint	Sain	Atteinte	Saine	
Cas d'un allèle récessif	q	p	q <sup>2</sup>	p <sup>2</sup> +2pq	q > q <sup>2</sup>
Cas d'un allèle dominant	p	q	p <sup>2</sup> +2pq	q <sup>2</sup>	p <sup>2</sup> +2pq > p

$q > q^2$  Dans ce cas les mâles sont plus touchés que les femelles.

✓  $p^2 + 2pq > p$  Dans ce cas les femelles sont plus touchées que les mâles.

## IV. Les facteurs de variation de la population.

### 1. Les mutations :

#### a) Notion de mutation :

La mutation est une modification anormale de l'ADN d'un gène, soit spontanément lors de la division cellulaire, soit sous l'influence d'agents extérieurs appelés mutagènes.

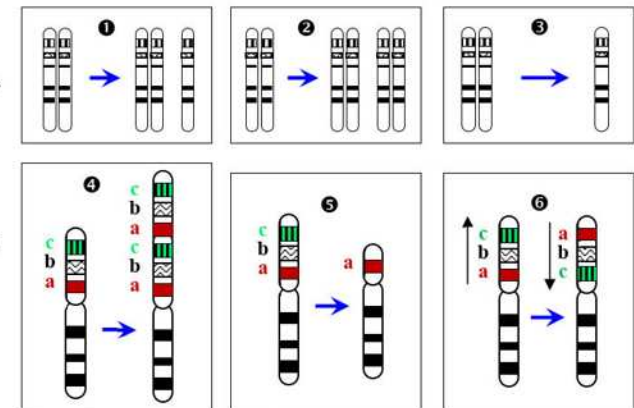
- ✓ Lorsque les mutations affectent les séquences de la molécule d'ADN, on parle de mutations géniques ou ponctuelles.
- ✓ Lorsque les mutations affectent la structure ou le nombre de chromosomes, on parle de mutations chromosomiques.

On parle de mutation germinale, quand la mutation porte sur l'ADN des cellules souches d'un gamète (ovule ou spermatozoïde). Cette mutation est héréditaire car la séquence génétique mutée est transmise à la génération suivante.

#### b) Types de mutations :

### ★ Les mutations chromosomiques :

Les schémas ci-contre, représentent quelques types de mutations chromosomiques.



Les mutations chromosomiques sont des mutations qui affectent le nombre ou la structure des chromosomes. Donc cela concerne un grand nombre de nucléotides dans l'ADN de telle sorte que la mutation est observable lorsqu'on fait un caryotype.

### ⇒ Mutations affectant le nombre (aneuploïdie) :

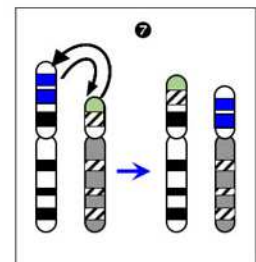
La perte d'un chromosome entier conduit à une monosomie et la duplication d'un chromosome amènent à une trisomie.

Ces 2 formes d'anomalies chromosomiques conduisent à un nombre aberrant de chromosomes, qu'on décrit aussi comme aneuploïdie (du grec : pas-bon-multiple).

- **La polyplôidie** (Carte 1 et 2) : elle concerne les individus qui possèdent au moins trois lots complets de chromosomes (triploïdie, tétraploïdie etc.).
- **La monoploïdie** (Carte 3) : elle concerne les individus qui n'ont qu'un seul jeu de chromosomes au lieu de deux.

### ⇒ Mutations affectant la structure :

- **La duplication d'un segment de chromosome** (Carte 4) : c'est la duplication d'une partie d'un chromosome, on parle alors de duplication partielle.
- **La délétion** (Carte 5) : C'est quand du matériel héréditaire se perd.



- **L'inversion** (Carte ④) : C'est quand des parties du matériel héréditaire sont inversées sur un seul chromosome.
- **La translocation réciproque** (Carte ⑤) : C'est un échange de fragments chromosomiques entre 2 chromosomes non homologues.

★ **Les mutations géniques ou ponctuelles (= alléliques) :**

Ce sont des variations qui affectent les séquences nucléotidiques du gène et provoquent l'apparition de nouveaux allèles qui codent pour d'autres protéines anormales, ce qui peut se traduire par une modification d'ordre phénotypique. Mutation par substitution (remplacement), addition (ajout), délétion (suppression).

c) **Influence des mutations sur le pool génique d'une population :**

Les mutations constituent une source permanente d'apparition d'allèles nouveaux qui enrichissent la diversité génétique préexistante.

2. **La sélection naturelle :**

a) **Définition de la sélection naturelle :**

La sélection naturelle est un tri effectué par les conditions de l'environnement en faveur des formes les plus aptes à survivre et à se reproduire. Les formes qui ne s'adaptent pas sont éliminées.

Exemples : Camouflage (mieux échapper aux prédateurs), résistance aux antibiotiques (Bactéries), Accédant plus facilement à la nourriture ; Portant un caractère particulièrement attirant pour les partenaires de sexe opposé.

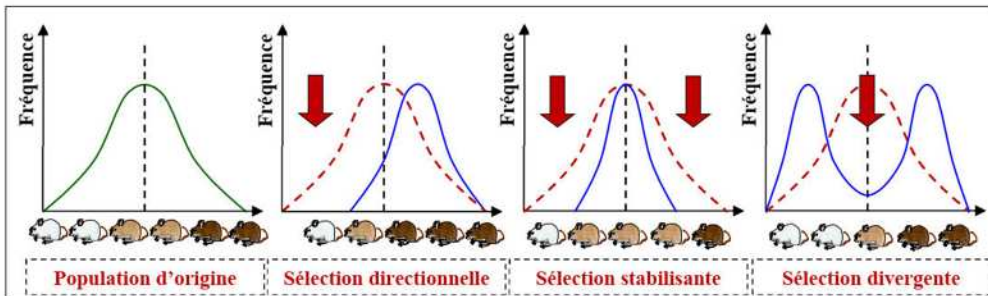


b) **Influence de la sélection naturelle sur le pool génique :**

La sélection naturelle est un facteur qui confère un avantage sélectif à certains allèles qui tendent à se répandre dans la population tandis que d'autres allèles disparaissent. Donc la sélection naturelle influence la structure génétique de la population.

c) **Types de sélection naturelle :**

Dans la nature, une population à phénotypes différents, peut se soumettre à trois types de sélection naturelle, qui aboutissent à des distributions variées de ces phénotypes.

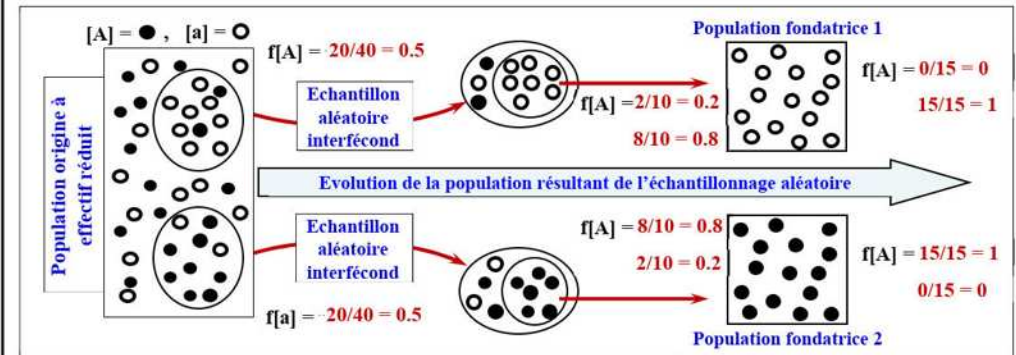


La sélection naturelle peut transformer une population via trois modèles :

- ✓ La sélection directionnelle : Elle favorise des phénotypes nouveaux ou rares. (Elimination des phénotypes qui se trouvent à l'une des extrémités).
- ✓ La sélection stabilisante : Elle favorise un phénotype déjà existant et majoritaire. (Elimination des phénotypes qui se trouvent aux deux extrémités).
- ✓ La sélection divergente : Elle favorise des phénotypes extrêmes. (Conservation des phénotypes des deux extrémités).

3. **La dérive génétique :**

a) **Définition de la dérive génétique**



A partir d'une petite population origine se compose d'une façon aléatoire de petites populations isolées les unes des autres. La fréquence allélique de ces populations n'est souvent pas représentative de la population dont elles sont issues.

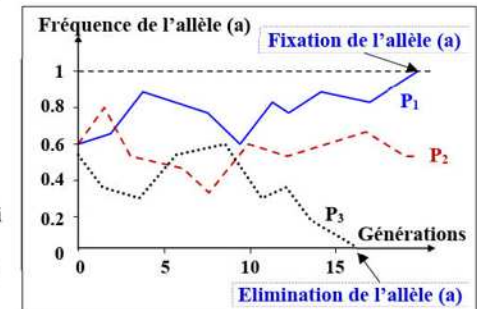
La dérive génétique est l'évolution génétique d'une population causée par des phénomènes aléatoires, impossibles à prévoir (d'où le mot dérive). La dérive génétique conduit, pour la population, à une perte de diversité génétique. Elle se produit de façon plus marquée lorsque l'effectif de la population est faible.

b) **Influence de la dérive génétique sur le pool génique :**

Le graphe ci-contre présente des courbes de simulation, montrant l'effet de la dérive génétique sur les fréquences alléliques dans 3 populations P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> et P<sub>3</sub>, pendant plusieurs générations.

La fréquence de l'allèle (a) dans les trois populations, fluctue aléatoirement entre 0 et 1. Ainsi, deux situations se réalisent :

- ✓ Si la fréquence tend vers 1 => fixation de l'allèle (a) qui sera porté par tous les individus, cas de P<sub>1</sub>.
- ✓ Si la fréquence tend vers 0 => disparition de l'allèle (a) qui ne sera porté par aucun individu, cas de P<sub>3</sub>.



La dérive génétique aboutit donc à une baisse de la diversité génétique, ce qui n'est pas favorable à l'adaptation des espèces à un changement du milieu. Plus une population est petite, et plus les effets de la dérive génétique sont importants.

c) **Types de dérive génétique :**

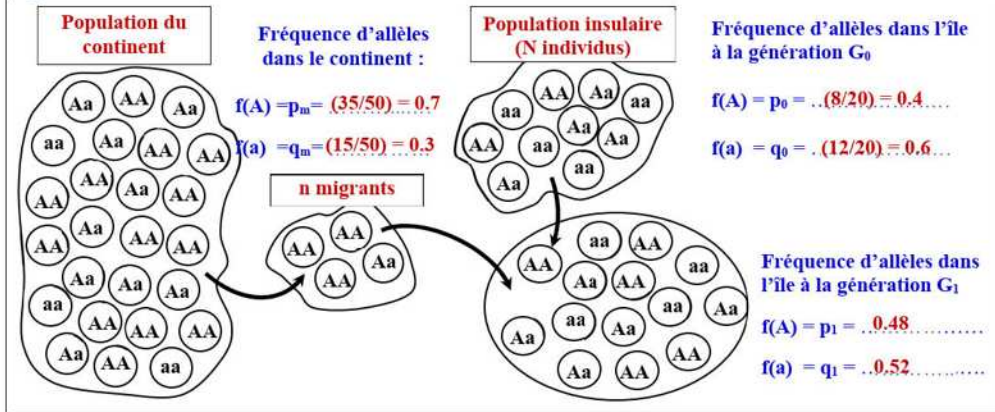
- ✓ L'effet fondateur : correspond à une perte de variation génétique qui se produit lorsqu'une nouvelle population, d'un très petit nombre d'individus, s'établit à partir d'une population plus grande.
- ✓ Suite à un événement quelconque (maladie, guerre... mais aussi une migration) l'effectif de la population diminue et sa diversité génétique se modifie de façon aléatoire.

4. **La migration (le flux génétique) :**

a) **Définition de la migration :**

Le concept biologique de la migration ne se limite pas aux déplacements d'êtres vivants entre localités géographiquement isolées, mais concerne surtout, le transfert d'allèles (flux génétique) entre les individus, potentiellement interféconds, de deux populations d'une espèce.

Ce flux vers ou à partir d'une population peut être responsable de changements significatifs dans le génome. A long terme, il y a homogénéisation des population (moins de diversité entre elles).



b) Calcule du flux migratoire (m) et la fréquence des allèles (A) et (a) ( $p_1$  et  $q_1$ ) dans la population de l'île après migration :

- ✓ Le flux migratoire (m), est le pourcentage de migrants vers la population réceptrice par génération. Pour le calculer, on applique l'équation suivante :  $m = n / (N + n)$  :  
N= effectif de la population réceptrice (île) ; n = nombre de migrants du continent vers l'île.
- ✓ ( $p_1$ ) est la fréquence d'un allèle donné, après migration. Pour calculer ( $p_1$ ) on applique l'équation suivante :  $p_1 = (1-m) p_0 + m.p_m$   
(1-m) = pourcentage des individus de la population réceptrice.  
 $p_m$  : Fréquence de l'allèle dominant dans le continent.  
 $p_0$  : Fréquence de l'allèle dominant dans la population  $G_0$  de l'île.

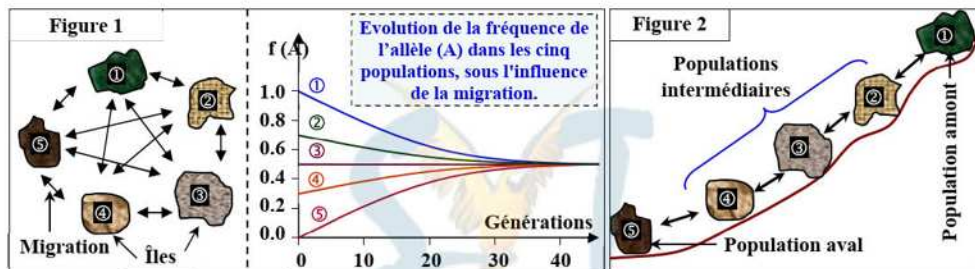
c) Effet de la migration sur le pool génétique de l'île :

La migration peut uniformiser les fréquences génétiques des populations ou amplifier un effet de sélection naturelle, ou au contraire en réduire l'impact en réintroduisant des gènes éliminés par la sélection naturelle.

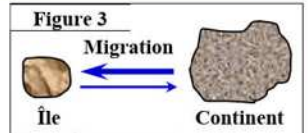
d) Les principaux modèles de migration :

Le flux génétique dépend de plusieurs facteurs comme la capacité de dispersion des migrants et leur succès à la reproduction dans la population d'accueil, présence de barrières d'isolement géographiques.... Tenant compte de l'ensemble de ces facteurs, on peut distinguer trois modèles de migration :

- ✓ Figure 1 : Migration Multidirectionnelle (Modèle archipel) : Échange multidirectionnel dans une métapopulation composée de populations différentes par leurs fréquences alléliques.
- ✓ La figure 2 = migration linéaire (Modèle continu) : migration unidirectionnelle depuis une population source vers des populations de plus en plus éloignées selon un gradient décroissant.



✓ Figure 3 : Migration unidirectionnelle (Modèle continent-île) : Migration d'une population de grande taille (continent) vers une population de petite taille (île). La fréquence de la population-continent reste constante mais celle de la population-île change et tend à être identique à celle de la population-continent.



### V. Le concept biologique de l'espèce.

Une espèce est une population ou ensemble de populations dont les individus partagent des caractéristiques morphologiques, écologiques, physiologiques et génétiques et peuvent se reproduire entre eux et engendrer une descendance viable et féconde dans les conditions naturelles.



**ELEMENTS DE CORRECTION : LA GENETIQUE DES POPULATIONS**

**A. Première partie : restitution des connaissances :**

• **Sujet 1 :** Examen national 2016, SM, session normale.

**I - Répondez**, sur votre feuille de production, aux questions suivantes :

- a - **Définissez** : La population – La dérive génétique.
- b - **Citez** deux caractéristiques de la population théorique idéale (population en équilibre selon la loi de Hardy-Weinberg).

**II - Recopiez**, sur votre feuille de production, la lettre correspondante à chaque proposition parmi les propositions suivantes, puis **écrivez** devant chaque lettre « **Vrai** » ou « **Faux** ».

- a - Le pool génique d'une population est l'ensemble des génotypes et des caractères phénotypiques (des phénotypes) des individus qui lui appartiennent.
- b - Dans une population à effectif réduit, la dérive génétique réduit la diversité génétique.
- c - Malgré leur trop faible probabilité, les mutations sont source de diversité génétique, au fil des générations.
- d - Les mutations qui affectent les cellules somatiques sont des mutations héréditaires.

**III -** Pour chacune des données numérotées de 1 à 3, il y a une seule suggestion correcte.

**Recopiez**, sur votre feuille de production, les couples ci-dessous et **adrezsez** à chaque numéro la lettre qui correspond à la suggestion correcte. (1, ...) - (2, ...) - (3, ...).

**1- La sélection naturelle entraîne la modification génétique d'une population sous l'effet :**

- a : des facteurs environnementaux.
- b : de la dérive génétique.
- c : des facteurs mutagènes.
- d : des croisements aléatoires.

**2- La mutation chromosomique est due à :**

- a : des modifications de la structure ou du nombre des chromosomes.
- b : une substitution d'un seul nucléotide au niveau du chromosome.
- c : une addition d'un seul nucléotide au niveau du chromosome.
- d : une délétion d'un seul nucléotide au niveau du chromosome.

**3- Dans le cas d'une codominance non liée au sexe au sein d'une population donnée :**

- a : la fréquence des allèles est égale à la fréquence des génotypes.
- b : la fréquence des phénotypes est égale à la fréquence des génotypes.
- c : la fréquence des phénotypes est différente de la fréquence des génotypes.
- d : la fréquence des allèles est égale à la fréquence des phénotypes.

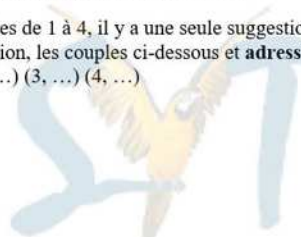
• **Sujet 2 :** Examen national 2019, SM, session normale.

**I - Répondez**, sur votre feuille de rédaction, aux questions suivantes :

- 1) **Donnez** l'énoncé de la loi de Hardy-Weinberg.
- 2) **Citez** quatre caractéristiques de la population théorique idéale.

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

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



**1- Selon la loi de Hardy-Weinberg, la stabilité des fréquences des deux allèles d'un caractère héréditaire quantitatif, dans une population naturelle, implique que :**

- a- La population est en déséquilibre, d'une génération à l'autre, pour ce caractère ;
- b- La population est idéale en équilibre, d'une génération à l'autre, pour ce caractère ;
- c- Les croisements entre les individus de la population sont réalisés d'une façon préférentielle ;
- d- Les croisements sont réalisés entre des individus appartenant à des générations différentes.

**2- Le pool génétique d'une population est l'ensemble des allèles :**

- a- Qui occupent les locus des différents gènes de ses individus ;
- b- Dominants qui occupent les locus des différents gènes de ses individus ;
- c- Mutés qui occupent les locus des différents gènes de ses individus ;
- d- Létaux qui occupent les locus des différents gènes de ses individus.

**3- Au sein d'une population soumise à la loi de Hardy Weinberg et dans le cas d'un gène porté par le chromosome X la fréquence des génotypes est :**

- a- Egale à la fréquence des allèles chez le mâle et chez la femelle ;
- b- Egale à la fréquence des allèles chez le mâle ;
- c- Egale à la fréquence des allèles chez la femelle ;
- d- Indépendante de la fréquence des allèles chez le mâle et chez la femelle.

**4- La sélection naturelle est un mécanisme qui :**

- a- Conduit à une transmission d'allèles de façon préférentielle d'une génération à l'autre ;
- b- Est indépendant des conditions de survie et de fécondité des individus d'une population ;
- c- S'applique à l'individu et non à l'ensemble des individus d'une population ;
- d- Produit un brassage héréditaire à l'origine de l'homogénéité des individus de la population.

**III -** Le tableau ci-dessous comporte deux groupes : Le groupe 1 représente des mutations chromosomiques, alors que le groupe 2 présente leurs caractéristiques. **Recopiez**, sur votre feuille de rédaction, les couples ci-dessous et **adrezsez** à chaque numéro du groupe 1 la lettre qui lui correspond du groupe 2. (1, ...) - (2, ...) - (3, ...) - (4, ...)

Groupe 1	Groupe 2
1. Duplication	a. perte d'un fragment de chromosome.
2. Translocation	b. échange de morceaux entre deux chromosomes non homologues.
3. Inversion	c. présence en double exemplaire d'un fragment de chromosome.
4. Délétion	d. cassure sur le même chromosome et recollement après inversion du fragment.



**B. Deuxième partie : Raisonnement scientifique et communication écrite et graphique**

**Sujet 1 : Examen national 2016, SVT, session normale.**

La mouche *Drosophila pseudoobscura* est une espèce très répandue en Amérique et s'y rencontre dans des régions de climats fort différents. Cette mouche présente deux phénotypes [ST] et [AR]. Afin d'expliquer la répartition géographique de ces deux phénotypes chez les populations de cette espèce, on présente les observations et les expériences suivantes :

- ★ Le tableau du document 1 donne la répartition des deux phénotypes [ST] et [AR] chez les populations de *Drosophila pseudoobscura*, dans la région de la Sierra Nevada, en fonction de l'altitude.

Altitude (en mètre)	0	1500	2000	3000
Phénotype [AR] (en %)	15	50	80	95
Phénotype [ST] (en %)	85	50	20	5

**Document 1**

- 1) **En vous basant** sur les données du document 2, **comparez** l'évolution du pourcentage des deux phénotypes [ST] et [AR] en fonction de l'altitude.

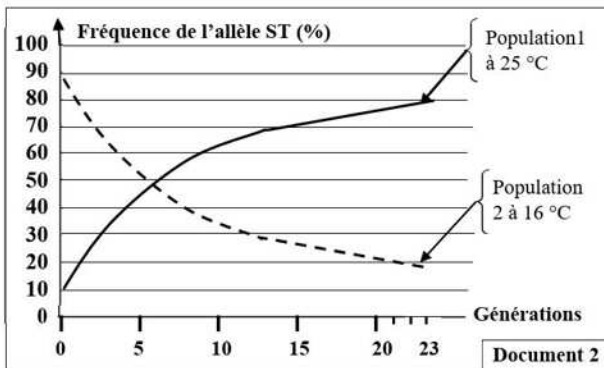
- ★ L'observation des populations vivant à basse altitude montre que l'été est marqué par une prédominance du phénotype [ST], tandis que [AR] domine en hiver, ce qui a poussé les chercheurs à émettre une hypothèse sur l'existence d'une relation entre la variation des pourcentages de ces deux phénotypes et la variation de la température du milieu. Pour vérifier cette hypothèse on a réalisé les expériences suivantes :

On constitue expérimentalement deux populations de *drosophila pseudoobscura*, puis on suit l'évolution des proportions des phénotypes [ST] et [AR] pendant 23 générations selon les conditions expérimentales suivantes :

- La population 1 : composée de 90% [AR] et 10% [ST] est maintenue à 25°C.
- La population 2 : composée de 10% [AR] et 90% [ST] est maintenue à 16°C.

- ★ A partir des résultats du suivi de la fréquence de chaque phénotype chez les deux populations, on a déterminé l'évolution de la fréquence de l'allèle ST qui contrôle le phénotype [ST]. Le document 2 présente les résultats obtenus.

- 2) **Décrivez** l'évolution de la fréquence de l'allèle ST au cours des générations, dans chaque population, et **montrez** comment la sélection naturelle influence la structure génétique de la population de la *drosophila*.



**Sujet 2 : Examen national 2017, SVT, session normale.**

La mucoviscidose est une maladie génétique autosomale récessive très répandue. Elle touche environ une naissance sur 2500 nouveaux nés en Europe. En considérant que cette population obéit à la loi de Hardy-Weinberg :

- 1) **Calculez** la fréquence de l'allèle responsable de la maladie (m) et celle de l'allèle normal (M) dans la population étudiée.
- 2) **Calculez** la fréquence des individus porteurs sains de la maladie.

**Sujet 3 : Examen national 2018, SVT, session normale.**

La polykystose rénale est une maladie génétique du rein, caractérisée par le développement progressif de multiples kystes dans les reins, ce qui provoque une insuffisance rénale. Cette maladie touche une personne parmi 1000 individus d'une population donnée. En considérons que cette population obéit à la loi de Hardy-Weinberg :

Sachant que la maladie est liée à un allèle dominant (P) :

- 1) **Calculez** la fréquence de l'allèle normal (P) et l'allèle responsable de la maladie (p).
- 2) **Calculez** la fréquence des personnes hétérozygotes pour le gène étudié (P/p).

**NB : donnez les résultats avec quatre chiffres après la virgule.**

**Sujet 4 : Examen national 2016, SVT, session de rattrapage.**

Dans la région côtière de Montpellier (France), l'activité touristique était influencée par la prolifération d'une espèce de moustique « *Culex pipiens* ». C'est pourquoi il a été décidé de développer un programme visant à lutter contre ces moustiques grâce à l'utilisation d'insecticides sur une superficie de 20 Km de largeur à partir de la côte. Cependant, très rapidement, des phénotypes résistants à ces insecticides se sont répandus dans la population des moustiques de la zone traitée.

- Des études ont montré que les insecticides inhibent l'action d'une enzyme vitale chez les moustiques, appelée « Acétylcholinestérase » ou ACE », ce qui cause la mort de ces insectes.

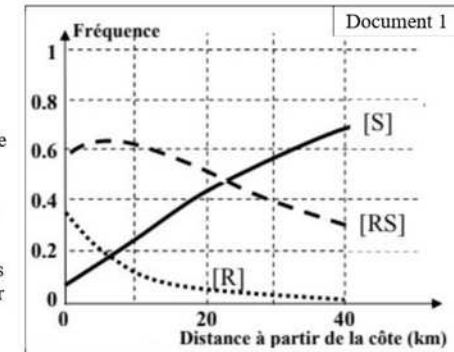
Des techniques appropriées ont révélé l'existence de deux formes de cette enzyme codées par un gène qui se présente sous deux formes alléliques :

- Un allèle sauvage « S » codant pour la synthèse d'une enzyme sensible à l'insecticide ;
- Un allèle muté « R » codant pour la synthèse d'une enzyme résistante à l'insecticide.

- L'étude de la structure génétique de la population des moustiques dans la région étudiée a permis de distinguer trois phénotypes différents :

- Des individus de phénotype [S] qui ne synthétisent pas l'enzyme résistante à l'insecticide ;
- Des individus de phénotype [RS] qui synthétisent une quantité moyenne de l'enzyme résistante à l'insecticide ;
- Des individus de phénotype [R] qui synthétisent une forte quantité de l'enzyme résistante à l'insecticide.

Le document 1 présente la variation des fréquences des phénotypes dans la population de moustiques en fonction de la distance à partir de la côte.



- 1) **Décrivez** l'évolution de la fréquence des trois phénotypes dans cette population en fonction de la distance à partir de la côte.

Le tableau du document 2 présente les fréquences des phénotypes étudiés au niveau de la côte (0km) et à 40 km de la côte.

	Phénotypes	[R]	[RS]	[S]
Document 2	Fréquences au niveau de la côte (0km)	0.32	0.6	0.08
	Fréquences à 40 km à partir de la côte	0	0.32	0.68

- 2) **En vous basant** sur les données du document 2, **calculez** la fréquence des deux allèles R et S dans la population de moustiques au niveau de la côte (0 km) et à 40 Km de la côte, puis **montrez** que le milieu exerce une sélection naturelle sur la structure génétique de cette population dans la région traitée.

**Sujet 5 : Examen national 2017, SVT, session de rattrapage.**

Dans une population de petit pois, on considère le gène responsable de la longueur de la tige qui se présente sous deux formes d'allèles : un allèle dominant « T » pour le phénotype « Tige longue » et un allèle « t » récessif pour le phénotype « Tige courte ». La fréquence de l'allèle « T » est p = 0.64.

On suppose que la population est en équilibre de Hardy-Weinberg.

- 1) **Calculez** la fréquence de l'allèle récessif « t ».
- 2) **Calculez** la fréquence des hétérozygotes (T/t) puis celle des homozygotes (t/t).



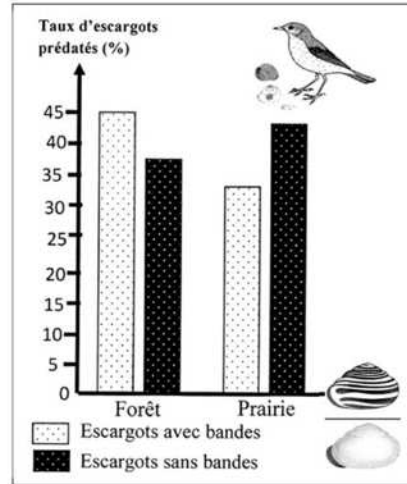
**Sujet 6 : Examen national 2018, SVT, session de rattrapage.**

« *Cepaea nemoralis* » est un escargot menu d'une coquille qui montre une forte variation entre les individus en ce qui concerne la couleur et l'absence ou la présence de bandes.

L'habitat de l'escargot « *Cepaea nemoralis* » est très varié. En forêt, l'environnement dans lequel on rencontre cet escargot est relativement uniforme et sombre, composé particulièrement de feuilles mortes. En revanche, dans les prairies, les herbes plus ou moins hautes forment un environnement hétérogène pour les escargots.

La grive musicienne, un oiseau prédateur des escargots, a pour habitude de briser leur coquille sur des rochers. L'étude des fragments de coquilles permet de déterminer le phénotype le plus prédaté dans les forêts et les prairies. Le document ci-contre présente les résultats de l'examen des débris de coquilles dans une forêt et dans une prairie.

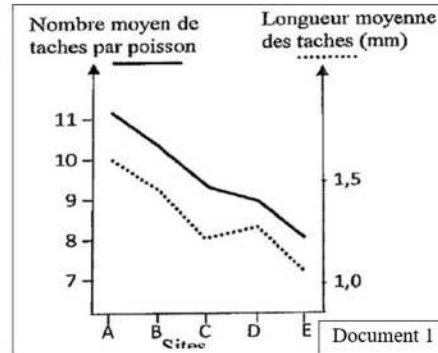
- 1) **Comparez** les résultats obtenus dans les deux habitats.
- 2) **Déterminez** le facteur de variation responsable de la différence observée entre les deux habitats, puis **expliquez** son mode d'action sur la population d'escargots dans chaque habitat.



**Sujet 7 : Examen national 2019, SVT, session de rattrapage.**

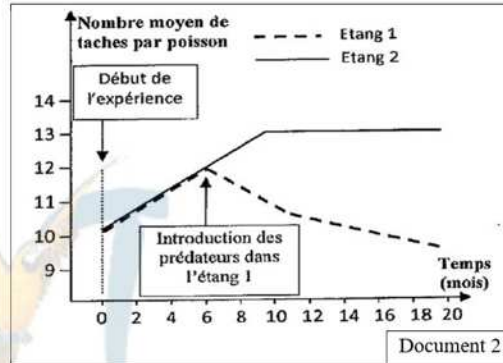
Les Guppies sont des poissons prisés des aquariophiles, les mâles portent des taches vivement colorées dont le nombre et la forme sont variables. Les taches attirent les prédateurs dans les conditions naturelles.

- Des groupes de guppies ont été récoltés dans des sites différents des rivières du Venezuela classés de A à E selon l'abondance des prédateurs de guppies (les prédateurs étant moindres au site A et très abondants au site E). Le document 1 représente les résultats du dénombrement des taches et de la mesure de leurs tailles chez les guppies dans les différents sites.
  - 200 Guppies provenant du site E, ont été transférés vers une autre rivière isolée, où ne vivaient ni Guppies ni prédateurs. Au bout de deux ans, les mâles de la population avaient des taches plus nombreuses et plus longues.
- 1) Proposez une hypothèse pour expliquer la variation du phénotype des Guppies mâles dans les différents sites.



Des Guppies mâles et femelles provenant de différentes rivières ont été transférés dans deux étangs artificiels 1 et 2. Six mois plus tard, des prédateurs ont été introduits dans l'étang 1, alors que dans l'étang 2 les Guppies sont restés seuls. Le document 2 montre l'évolution du nombre moyen des taches colorées des Guppies mâles dans les deux étangs avant et après l'introduction des prédateurs dans l'étang 1.

- 2) **Comparez** l'évolution du nombre des taches colorées des Guppies mâles entre les deux étangs 1 et 2 avant et après introduction des prédateurs.
- 3) En vous basant sur ce qui précède, **Dégagez, en justifiant** votre réponse, le facteur de variation qui agit sur les phénotypes des guppies, et **vérifiez** l'hypothèse proposée en réponse à la question 1.



**Sujet 8 : Examen national 2020, SVT, session normale.**

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 artérioveineuses qui entraînent l'absence de réseaux capillaires entre les artères et les veines.

La maladie de ROW est une maladie héréditaire rare. Elle est dû à un allèle dominant, d'un gène (R, r) porté par un chromosome non sexuel (autosome).

Dans une population donnée cette maladie touche une personne sur 5000.

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

- 1) **Calculer** la fréquence de l'allèle responsable de la maladie et celle de l'allèle normal.
- 2) **Calculer** les fréquences des différents génotypes dans la population étudiée.

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

**Sujet 9 : Examen national 2020, SVT, session de rattrapage.**

La maladie de Kennedy est une maladie héréditaire qui touche les personnes de sexe masculin. Les personnes atteintes présentent un ensemble de symptômes parmi lesquels une altération du développement des caractères sexuels mâles. L'allèle (n) responsable de la maladie est récessif et porté par le chromosome sexuel X. Dans une population donnée la maladie de Kennedy touche un homme sur 150 000.

Considérant que cette population est en équilibre selon la loi de Hardy-Weinberg.

- 1) **Calculer** la fréquence de l'allèle responsable de la maladie et celle de l'allèle normal dans la population considérée.
- 2) **Calculer** la fréquence des femmes porteuses et celle des femmes non porteuses de l'allèle responsable de la maladie.

**Sujet 10 : Examen national 2021, SVT, session normale.**

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.

L'allèle responsable de la maladie de Tay-Sachs est récessif (n), et le gène est porté par un autosome. Chez certaines populations d'Amérique du Nord, cette maladie atteint un enfant sur 3600.

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

- 1) **Calculer** la fréquence de chacun des deux allèles N et n dans ces populations.
- 2) **Déduire** la fréquence des individus porteurs sains dans ces populations.

**NB : Se contenter de quatre chiffres après la virgule.**

**Sujet 11 : Examen national 2021, SVT, session de rattrapage.**

La glycogénose de type V est une maladie héréditaire récessive autosomale. Elle est liée à un trouble du métabolisme des glucides au niveau des muscles squelettiques qui conduit à une myopathie. Parmi ses symptômes : des douleurs musculaires graves (myalgies) dans les premières minutes de l'effort avec une faiblesse musculaire et des crampes.

Des études épidémiologiques ont montré que la fréquence de la glycogénose de type V dans une population donnée est 1/167 000.

Supposant que cette population obéit à la loi de Hardy-Weinberg :

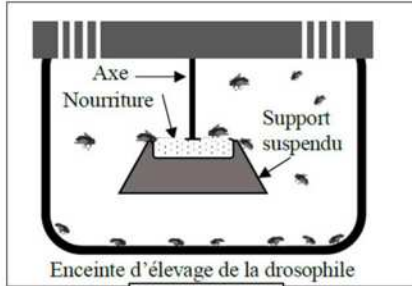
- 1) **Calculer** la fréquence de l'allèle normal (M) et celle de l'allèle anormal (m).
- 2) **Calculer** la fréquence des sujets sains porteurs dans la population.

**(NB : Utiliser six chiffres après la virgule)**

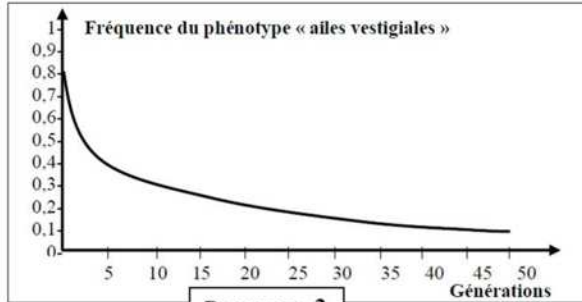


**Sujet 12 : Examen national 2022, SVT, session normale.**

Pour étudier l'effet de certains facteurs sur la structure génétique d'une population de drosophiles, on propose l'expérience suivante : Dans une enceinte d'élevage de drosophiles (document 1), on place une source suspendue de nourriture, puis on met une population composée de 20% d'individus aux ailes longues (phénotype sauvage) et 80% d'individus aux ailes vestigiales, c'est-à-dire de très petite taille (phénotype mutant). Au fil des générations, on a compté périodiquement le nombre de drosophiles portant le phénotype « ailes vestigiales ». Le document 2 présente les résultats obtenus.



Document 1



Document 2

- 1) **Décrivez** l'évolution de la fréquence du phénotype « ailes vestigiales » au fil des générations (document 2).
- 2) En exploitant les données de l'expérience, **expliquez** la variation de la fréquence du phénotype « ailes vestigiales » au fil des générations chez cette population de drosophiles. **Déduisez** le facteur responsable de la variation des fréquences phénotypiques observée.

**Sujet 13 : Examen national 2022, SVT, session de rattrapage.**

En avril 1962, dans un grenier (local utilisé pour le stockage des grains) aux états unis, des souris mutantes, au pelage jaune pâle, furent découvertes parmi une population de souris communes au pelage brun. Un scientifique s'intéressa à ce cas, et après avoir fermé le grenier sombre de façon à interdire l'accès aux chats de la ferme, il étudia l'évolution des deux phénotypes (jaune pâle et brun) parmi les souris.

- En décembre 1962, il réalisa une estimation des proportions des 2 types de souris en les capturant à l'aide de pièges placés dans le grenier (le nombre de souris capturées constitue un échantillon représentatif de la population totale).
- En début janvier 1963, il pratiqua une ouverture dans l'un des murs du grenier afin que les chats puissent entrer.
- En avril 1963, il réalisa de nouveau une capture des souris survivantes. L'ensemble des données figure dans le tableau suivant.

Date de capture des souris	Nombre total de souris capturées	Nombre de souris de phénotype « jaune pâle »
Décembre 1962	58	27
Avril 1963	22	0

- 1) **Comparez** les résultats de cette expérience, que pouvez-vous en **déduire** ?
- 2) En vous basant sur les données de ce tableau, **expliquez** l'évolution des effectifs des deux phénotypes et **déduisez** le facteur responsable de cette variation.

**Sujet 14 : Examen national 2016, SM, session de rattrapage.**

Pour mettre en évidence l'action de l'un des facteurs de la variation génétique de la population sur sa structure génétique on propose l'exploitation des données suivantes :

- On a constaté à l'échelle mondiale, que des concentrations d'insecticides initialement très efficaces contre les moustiques, dans une zone donnée, perdaient cette efficacité au cours du temps, ce qui a conduit à utiliser des doses croissantes d'insecticides. Ceci est dû à l'apparition d'une résistance aux insecticides chez les moustiques.

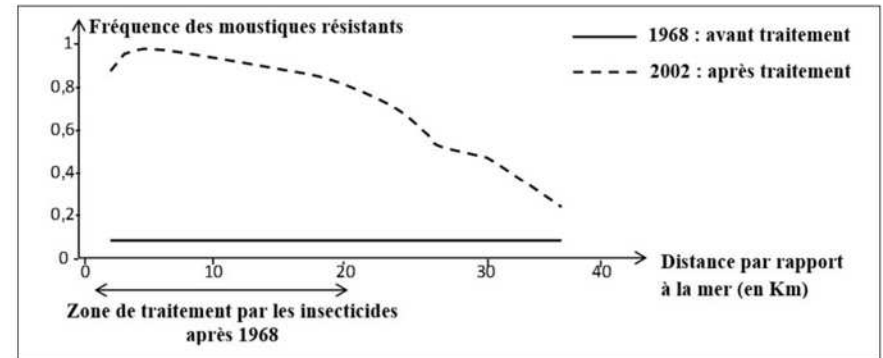
Le gène de résistance aux insecticides nommé (Ace), chez le moustique, possède deux allèles : l'allèle R est responsable de la résistance aux insecticides et l'allèle S est responsable de la sensibilité aux insecticides.

Dans une région non traitée par les insecticides on a recensé, chez une population donnée, les nombres des différents génotypes liés à ce gène. Le tableau suivant résume les résultats obtenus.

Les génotypes	R/R	R/S	S/S
Les nombres des génotypes	66	130	220

- 1) **Calculez** la fréquence p de l'allèle S et la fréquence q de l'allèle R.
  - 2) **Déterminez** les nombres théoriques des trois génotypes en considérant que cette population est en équilibre selon la loi de Hardy-Weinberg.
- Afin de déterminer l'action de l'utilisation excessive des insecticides sur les populations des moustiques dans la région côtière de Montpellier en France, qui a connu un traitement continu par les insecticides entre 1968 et 2002, on a recensé puis déterminé la fréquence des moustiques résistants, dans cette région et dans ses environs, avant traitement par les insecticides (en 1968) et après traitement (en 2002). Le document ci-dessous résume les résultats obtenus.

On signale qu'en 1993, on a constaté, dans la région côtière de Montpellier, l'apparition d'une nouvelle souche de moustiques résistante aux insecticides.



- 3) **Décrivez** l'évolution de la fréquence des moustiques résistants aux insecticides avant et après le traitement.
- 4) **Expliquez** la relation entre l'utilisation excessive des insecticides et la variation de la fréquence des moustiques résistants aux insecticides.



Eléments de correction Unité 4 : La génétique des populations

Première partie : restitution des connaissances :

Sujet 1

Question	Les éléments de réponse	Note
I	<p><b>a - Définitions :</b>  <b>La population :</b> c'est un ensemble d'individus de la même espèce, qui occupent le même milieu et qui peuvent se croiser entre eux.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>La dérive génétique :</b> c'est une modification aléatoire de la fréquence des allèles, d'une génération à l'autre. Elle entraîne une diminution de la diversité génétique au sein d'une population.</li> </ul>	
	<p><b>b - Deux caractéristiques de la population théorique idéale :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reproduction sexuée et organismes diploïdes.</li> <li>- Générations non chevauchantes.</li> <li>- Une population de grande taille.</li> <li>- Absence de migration.</li> <li>- Absence de sélection naturelle.</li> <li>- Absence de mutation et d'anomalies chromosomiques.</li> </ul>	
	<p>II (a ; faux) - (b ; vrai) - (c ; vrai) - (d ; faux)</p>	
III	(1 ; a) - (2 ; a) - (3 ; b)	

Sujet 2

Question	Les éléments de réponse	Note
I - 1	<p><b>L'énoncé de la loi de Hardy-Weinberg :</b>                  Dans une population théorique idéale les fréquences des génotypes et les fréquences des allèles restent stables d'une génération à l'autre. (Ce qui signifie que la population est en équilibre)</p>	
I - 2	<p><b>Caractéristiques de la population théorique idéale :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une population à effectif infiniment grand ;</li> <li>- Une population d'organismes diploïdes à reproduction sexuée ;</li> <li>- Croisement aléatoire entre individus : rencontre au hasard des gamètes ;</li> <li>- Une population a générations non chevauchantes (aucun croisement n'entre individus de générations différentes) ;</li> <li>- Absence de flux dû aux migrations : Population génétiquement isolée ;</li> <li>- Absence de mutations (pas de changement d'un état alléliques vers un autre).</li> <li>- Absence de sélection : Les individus ont la même capacité à se reproduire et donner une descendance capable de survivre.</li> </ul>	
	II	
III	(1, c) ; (2, b) ; (3, d) ; (4, a)	



Deuxième partie : restitution des connaissances :

Sujet 1

Question	Les éléments de réponse	Note
1	<p><b>Comparaison :</b>                  Avec l'augmentation de l'altitude, on note :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une augmentation de la fréquence du phénotype [AR] passant de 15% pour l'altitude 0 à 95% pour l'altitude de 3000m.</li> <li>- Une diminution de la fréquence du phénotype [ST] passant de 85% pour l'altitude 0 à 5% pour l'altitude de 3000m.</li> </ul>	
2	<p><b>Description de l'évolution de la proportion de l'allèle ST :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pour la population 1, on observe une augmentation progressive de la fréquence de l'allèle ST au fil des générations qui passe de 10% au début de l'expérience jusqu'à 80% à la 23<sup>ème</sup> génération.</li> <li>- Pour la population 2, on observe une diminution progressive de la fréquence de l'allèle ST au fil des générations qui passe de 90% au début de l'expérience jusqu'à 20% à la 23<sup>ème</sup> génération.</li> </ul>	
	<p><b>L'influence de la sélection naturelle sur la structure génétique de la population :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les basses températures du milieu exercent une sélection positive sur l'allèle AR au dépend de l'allèle ST contrairement aux températures élevées qui favorisent la sélection de l'allèle ST au dépend de l'allèle AR.</li> </ul> <p>Donc la variation de la température du milieu entraîne la variation des proportions des allèles dans la population → variation de sa structure génétique.</p>	

Sujet 2

Question	Les éléments de réponse	Note
1	<p><b>La fréquence de l'allèle responsable de la maladie :</b>  <math>f(m/m) = 1/2500 = q^2</math> donc <math>f(m) = q = \sqrt{q^2} = \sqrt{1/2500} = 0.02</math></p> <p><b>La fréquence de l'allèle normale :</b>  <math>f(M) = p = 1 - q = 1 - 0.02 = 0.98</math></p>	
2	<p><b>Fréquence des individus hétérozygote :</b>  <math>f(M/m) = 2pq = 2 \times (0.98 \times 0.02) = 0.0392</math></p>	

Sujet 3

Question	Les éléments de réponse	Note
1	<p><b>Calcul des fréquences alléliques :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La fréquence de l'allèle normale (<math>p</math>) : <math>q^2 = 1 - 1/1000 = 999/1000 \rightarrow q = \sqrt{999/1000} = 0.9994</math></li> <li>• La fréquence de l'allèle responsable de la maladie (<math>P</math>) : <math>p = 1 - q = 1 - 0.9994 = 0.0006</math></li> </ul>	
2	<p><b>Fréquence des individus hétérozygote :</b>  <math>f(H/m) = 2pq = 2 \times (0.0006 \times 0.9994) = 0.0011</math></p>	

**Sujet 4**

Question	Les éléments de réponse	Note
	<p><b>Description de l'évolution des phénotypes :</b>                      En s'éloignant de la côte, on observe :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une augmentation progressive de la fréquence du phénotype [S] de 0.1 au niveau de la côte à 0.7 au-delà de 40 km ;</li> <li>- Une diminution progressive de la fréquence du phénotype [RS] de 0.6 au niveau de la côte à 0.3 au-delà de 40 Km ;</li> <li>- Une diminution rapide de la fréquence du phénotype [R] de 0.35 au niveau de la côte jusqu'à sa disparition vers 40 km.</li> </ul>	
	<p><b>Calcul des fréquences alléliques :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Au niveau de la ciste (0km) :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>f(S) = p = 0.08 + 0.3 = 0.38</math></li> <li>• <math>f(R) = q = 0.32 + 0.3 = 0.62</math></li> </ul> </li> <li>- À 40Km de la côte :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>f(S) = p = 0.68 + 0.16 = 0.84</math></li> <li>• <math>f(R) = q = 0 + 0.16 = 0.16</math></li> </ul> </li> </ul> <p><b>Influence de la sélection naturelle dans la région traitée :</b>                      L'usage de l'insecticide → mort des individus de phénotype [S] → diminution de la fréquence de l'allèle S et augmentation de la fréquence de l'allèle R → variation de la structure génétique de la population.</p>	

**Sujet 5**

Question	Les éléments de réponse	Note
1	Fréquence de l'allèle « t » : $f(t) = q = 1 - p = 1 - 0.64 = 0.36$	
2	Fréquence des hétérozygotes « T/t » : $f(T/t) = 2pq = 2 \times 0.64 \times 0.36 = 0.46$ Fréquence des homozygotes « t/t » : $f(t/t) = q^2 = 0.36 \times 0.36 = 0.13$	

**Sujet 6**

Question	Les éléments de réponse	Note
1	<p><b>Comparaison :</b>                      Dans la forêt, les escargots à coquille pourvue de bandes sont plus prédatés par la grive musicienne que les escargots à coquille dépourvue de bandes. Par contre dans les prairies les escargots à coquille dépourvue de bandes sont plus exposés à la prédation par la grive musicienne que ceux avec bande.</p>	
2	<p><b>Le facteur des variations agissant sur la population des escargots :</b>                      La sélection naturelle.</p> <p><b>Explication :</b>                      Dans la forêt : milieu homogène → camouflage des escargots à coquille sans bandes par contre les escargots avec bandes sont plus visibles → les escargots à coquille avec bandes sont plus exposés à la prédation que ceux qui sont sans bandes.                      Dans la prairie : milieu hétérogène → camouflage des escargots à coquille avec bandes par contre les escargots à coquilles sans bandes sont plus visibles → les escargots à coquille sans bandes sont plus exposés à la prédation que ceux qui sont avec bandes.</p>	

**Sujet 7**

Question	Les éléments de réponse	Note
1	<b>Hypothèse :</b> Accepter toute hypothèse logique établissant la relation entre la variation du phénotype des guppies et la présence des prédateurs dans le milieu.	
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avant l'introduction des prédateurs : augmentation progressive du nombre moyen des taches colorées des guppies mâles dans les deux étangs.</li> <li>- Après l'introduction des prédateurs : diminution progressive du nombre moyen des taches colorées des guppies mâles dans l'étang 1 (de 12 à 9) par contre dans l'étang 2 le nombre moyen des taches colorées des mâles du guppies continue à augmenter pour se stabiliser après 10 semaines dans la valeur 13.</li> </ul>	
	<p><b>Le facteur de variation qui agit sur les phénotypes chez les guppies :</b> la sélection naturelle.</p> <p><b>Justification :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guppies avec des taches colorées nombreuses et de grandes tailles → plus exposés à la prédation.</li> <li>- Guppies avec des taches colorées moins nombreuses et de petites tailles → moins exposés à la prédation → plus de possibilités à se reproduire et à se multiplier.</li> </ul> <p><b>Discussion de l'hypothèse :</b> établissant la relation entre la variation du phénotype des guppies et la présence des prédateurs dans le milieu.</p>	

**Sujet 8**

Question	Les éléments de réponse	Note
1	<p><b>La fréquence de l'allèle responsable de la maladie et celle de l'allèle normal :</b>                      On a : <math>f([R]) = p^2 + 2pq = 1/5000</math>                      Puisque la population obéit à la loi de H.W, donc : <math>p^2 + 2pq + q^2 = 1</math>                      D'où <math>q^2 = 1 - (p^2 + 2pq) = 1 - 1/5000 = 0.9998</math>                      - La fréquence de l'allèle normal : <math>f(r) = q = \sqrt{0.9998} = 0.9998</math>                      - La fréquence de l'allèle responsable de la maladie est : <math>f(R) = p = 1 - q = 0.0002</math></p>	
	<p><b>Fréquences des différents génotypes dans la population étudiée :</b>  <math>f(r/r) = q^2 \approx 0.9998</math>  <math>f(R/r) = 2pq \approx 0.0003</math>  <math>f(R/R) = p^2 \approx 0</math></p>	

**Sujet 9**

Question	Les éléments de réponse	Note
1	<p><b>La fréquence de l'allèle responsable de la maladie et celle de l'allèle normal :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fréquence de l'allèle responsable de la maladie :                              On a <math>f(XnY) = 1/150000 = 0.000006</math>                              Puisque : <math>f(XnY) = q</math>                              Donc : <math>f(n) = q = 0.000006</math></li> <li>- La fréquence de l'allèle normal : <math>f(N) = 1 - q = 1 - 0.000006 = 0.999994</math></li> </ul>	
2	<p><b>Fréquences des femmes porteuses et des femmes non porteuses de l'allèle responsable de la maladie :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fréquences des femmes non porteuses de l'allèle responsable de la maladie <math>f(XNXN)</math> :  <math>f(XNXN) = p^2 = 0.999988</math></li> <li>- Fréquences des femmes porteuses de l'allèle responsable de la maladie <math>f(XNXn)</math> :  <math>f(XNXn) = 2pq = 2 \times 0.999994 \times 0.000006 = 0.000011</math></li> </ul>	

Sujet 10

Question	Les éléments de réponse	Note
1	<p><b>La fréquence des deux allèles N et n dans ces populations :</b></p> <p>On a <math>f(n/n) = 1/3600 = q^2</math> et puisque les populations sont en équilibre. Donc :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La fréquence de l'allèle n : <math>f(n) = q = \sqrt{1/3600} = 0.0166</math></li> <li>- La fréquence de l'allèle N : <math>f(N) = p = 1 - q = 0.9834</math></li> </ul> <p><b>NB : Accepter aussi la méthode de calcul suivante :</b>  <math>f(n/n) = q^2 = 1/3600 = 0.0002</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La fréquence de l'allèle n : <math>f(n) = q = \sqrt{0.0002} = 0.0141</math></li> <li>- La fréquence de l'allèle N : <math>f(N) = p = 1 - q = 0.9859</math></li> </ul>	
2	<p><b>Déduction :</b></p> <p>Les individus porteurs sains sont hétérozygotes de génotype (N/n) → la fréquence des individus porteurs sains dans ces populations est :</p> $f(N/n) = 2pq = 2 \times 0.0166 \times 0.9834 = 0.0326$ <p><b>NB : Accepter aussi la méthode de calcul suivante :</b>  <math>f(N/n) = 2pq = 2 \times 0.0141 \times 0.9859 = 0.0278</math></p>	

Sujet 11

Question	Les éléments de réponse	Note
1	<p><b>La fréquence des deux allèles M et m :</b></p> <p>On a : <math>f(m/m) = q^2 = 1/167000</math> puisque la population est en équilibre H.W Donc :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La fréquence de l'allèle morbide m : <math>f(m) = q = \sqrt{1/167000} = 0.002447</math>.</li> <li>- La fréquence de l'allèle normal M : <math>f(M) = p = 1 - q = 0.997553</math>.</li> </ul> <p><b>NB : Accepter aussi la méthode de calcul suivante :</b>  <math>f(m/m) = q^2 = 1/167000 = 0.000005</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La fréquence de l'allèle m : <math>f(m) = q = \sqrt{0.000005} = 0.002236</math></li> <li>- La fréquence de l'allèle M : <math>f(M) = p = 1 - q = 0.997764</math></li> </ul>	
2	<p><b>La fréquence des porteurs sains :</b></p> <p>Les porteurs sains sont hétérozygotes (M/m) → la fréquence des porteurs sains dans la population étudiée est :</p> $f(M/m) = 2pq = 2 \times 0.002447 \times 0.997553 = 0.004882$ <p><b>NB : Accepter aussi la méthode de calcul suivante :</b>  <math>f(M/m) = 2pq = 2 \times 0.002236 \times 0.997764 = 0.004462</math></p>	

Sujet 12

Question	Les éléments de réponse	Note
1	<p>On observe que la fréquence du phénotype ailes vestigiales diminue au fil des générations. Elle passe de 0,8 (la 1ère génération) à 0,1 (la 50ème génération)</p>	
2	<p><b>Explication :</b></p> <p>Les individus à ailes vestigiales sont incapables de voler pour atteindre la nourriture.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La mort des individus à ailes vestigiales.</li> <li>- Diminution de la capacité de reproduction de ces individus et par conséquent la diminution de la transmission de l'allèle " ailes vestigiales.</li> <li>- Diminution de la fréquence du phénotype "ailes vestigiales.</li> </ul> <p><b>Déduction :</b> Le facteur responsable de la variation de la fréquence phénotypique des individus à ailes vestigiales est la sélection naturelle (sélection négative envers les ailes vestigiales).</p>	

Sujet 13

Question	Les éléments de réponse	Note
1	<p><b>Comparaison :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En décembre 1962, avant la réalisation d'une ouverture dans un mur du grenier, la population capturée était constituée de presque autant de souris au pelage jaune (27 individus) que de souris au pelage brun (31 individus).</li> <li>- En avril 1963, après la réalisation d'une ouverture dans un mur du grenier, la population capturée ne contenait que des souris au pelage brun.</li> </ul> <p><b>Déduction :</b> Prédation des souris à pelage jaune pâle par les chats.</p>	
2	<p>Dans le grenier sombre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les souris brunes sont moins visibles aux chats et donc sont moins exposés à la prédation d'où la présence d'un nombre important des souris bruns dans la population.</li> <li>- Les souris jaunes sont plus visibles aux chats et donc sont fortement exposés à la prédation d'où la diminution des souris jaunes dans la population.</li> </ul> <p>Donc le facteur responsable de cette variation est la sélection naturelle : sélection favorable pour les souris brunes et défavorable pour les souris jaunes.</p>	

Sujet 14

Question	Les éléments de réponse	Note
1	<p><b>Fréquence de l'allèle S :</b> p  <math>f(S) = p = 220/416 + \frac{1}{2} \times 130/416 = 0.685</math>.</p> <p><b>Fréquence de l'allèle R :</b> q  <math>f(R) = q = 66/416 + \frac{1}{2} \times 130/416 = 0.315</math></p> <p><b>On accepte</b> <math>q = 1 - p = 1 - 0.685 = 0.315</math>.</p>	
2	<p>Nombre théorique du génotype ( R/R ) = <math>q^2 \times N = (0.315)^2 \times 416 = 41.277</math>.</p> <p>Nombre théorique du génotype ( R/S ) = <math>2pq \times N = 2 \times (0.315) \times (0.685) \times 416 = 179.524</math>.</p> <p>Nombre théorique du génotype ( S/S ) = <math>p^2 \times N = (0.685)^2 \times 416 = 195.197</math>.</p>	
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Durant l'année 1968 :</b> On observe que la fréquence des moustiques résistants aux insecticides est faible et constante dans la zone traitée et à ses environs.</li> <li>- <b>Durant l'année 2002 :</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Au niveau de la zone traitée, la fréquence des moustiques résistants aux insecticides varie entre 0.8 et 1.</li> <li>✓ En s'éloignant de la zone traitée, la fréquence des moustiques résistants aux insecticides baisse progressivement jusqu'à atteindre la valeur de 0.2 à une distance de 40Km environ de la mer.</li> </ul> </li> </ul>	
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Au niveau de la zone traitée :</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ L'utilisation des insecticides élimine les moustiques sensibles.</li> <li>✓ L'élimination des moustiques sensibles donne plus de chance aux moustiques résistants pour survivre et se reproduire, ce qui entraîne l'augmentation de leur fréquence : sélection des individus résistants aux insecticides.</li> </ul> </li> <li>- <b>Loi de la zone traitée :</b> En l'absence des insecticides, les moustiques sensibles peuvent survivre et se reproduire au détriment des moustiques résistants, ce qui entraîne la diminution de la fréquence de ces derniers.</li> </ul>	