

Evolution du génome – Exercices – Devoirs

Exercice 1 corrigé disponible

Les poules Padoues font partie des animaux d'ornement. Elles sont recherchées car leur esthétique est appréciée.

1. En appliquant le modèle de Hardy-Weinberg et en utilisant les documents 1 et 2, compléter le tableau suivant (arrondir les résultats à 10^{-3} près) :

	p^2 (Fr1//Fr1)	$2pq$ (Fr1//Fr2)	q^2 (Fr2//Fr2)
Fréquence attendue des phénotypes			

2. Expliquer l'évolution du génome des poules en utilisant le modèle de Hardy-Weinberg (cas des poules se reproduisant indifféremment)
3. Proposer une explication pour la différence des fréquences théoriques et réellement observées des phénotypes des animaux de l'élevage.

Document 1 - Caractéristiques des poules de l'élevage

Certaines variétés de poules possèdent un plumage particulier, les positions et l'allure des plumes « rebroussées » en font une curiosité recherchée des collectionneurs. C'est le cas des poules frisées Padoues en photo ci-contre.

Le caractère « forme des plumes » est déterminé par les allèles du gène « Fr » présentant deux allèles Fr1 et Fr2.



Les correspondances entre génotypes et phénotypes sont données dans le tableau ci-dessous :

Génotypes	(Fr1//Fr1)	(Fr1//Fr2)	(Fr2//Fr2)
Caractéristiques			
Phénotypes associés	Plumage normal	Plumage frisé type Padoue	Plumage « crépu », petites plumes non esthétiques à chute précoce.
Intérêt pour les collectionneurs	Poule au plumage classique	Poule prisée des collectionneurs, prix élevé	Poule présentant peu d'intérêt

Document 2 - Effectifs et fréquences constatées des différents phénotypes dans un élevage

Dans un élevage de poules, on procède au comptage des différents phénotypes. Le tableau ci-dessous donne les résultats obtenus :

Phénotypes des poules	Plumage normal	Plumage frisé type Padoue	Plumage « crépu », petites plumes non esthétiques à chute précoce.	Total
Effectif	138	798	48	984
Fréquence en %	14 %	81 %	5 %	100 %

Document 3 - Caractéristiques des poules de l'élevage

Dans un élevage les poules présentent des caractéristiques reproductives différentes. Les poules, dont le phénotype est un plumage crépu, pondent moins d'œufs que celles au plumage frisé ou à plumage normal. Les poules Padoues sont plus sensibles à l'humidité et sont plus fragiles face à certaines maladies. Dans ces élevages, les croisements entre les coqs et les poules Padoues sont favorisés.

Exercice 2 corrigé disponible

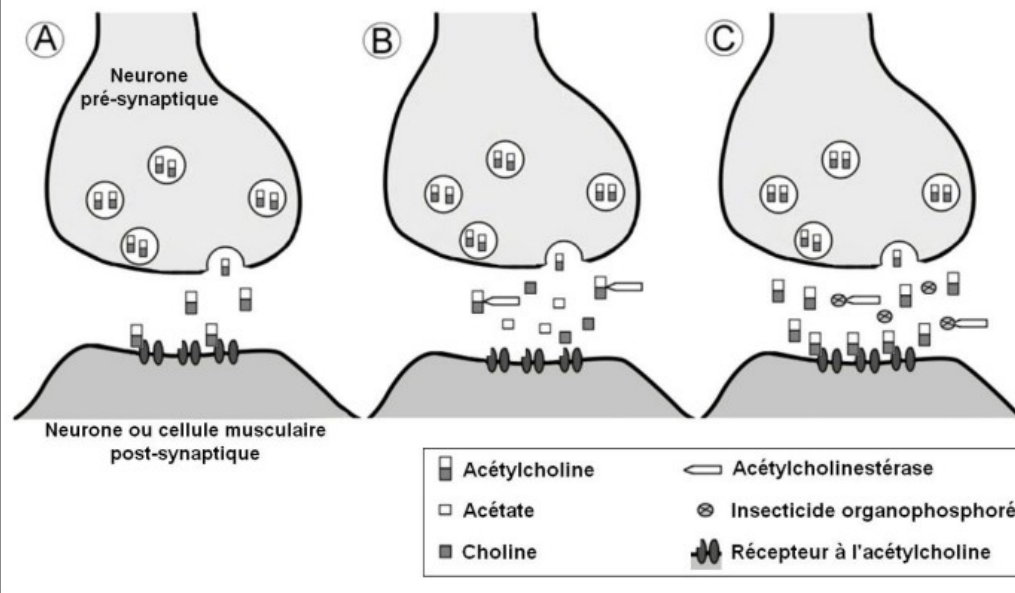
Culex pipiens, un moustique commun en France, est responsable de nuisances importantes par ses piqûres et les maladies qu'il véhicule. Des insecticides sont utilisés pour l'éliminer mais les cas de résistance sont devenus fréquents.

1. En utilisant le document 2c et le modèle de Hardy-Weinberg calculer les fréquences théoriques attendus à la génération suivante des allèles S et R pour les 3 populations de moustiques (sans insecticide / avec une concentration de $10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ / avec une concentration de $10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) (arrondir les résultats à 10^{-3} près)

2. Montrer que l'émergence de résistances aux insecticides chez le moustique, au cours des dernières décennies, repose sur des mécanismes d'évolution de son génome que l'on précisera

Document 1 : effet des insecticides organophosphorés chez le moustique *Culex pipiens*.

L'acétylcholine est un neurotransmetteur permettant le passage du message nerveux au niveau de certaines synapses (schéma A). L'acétylcholine est rapidement dégradée dans l'espace synaptique par une enzyme, l'acétylcholinestérase (schéma B). Depuis une soixantaine d'années, dans les régions infestées par les moustiques, on utilise des insecticides organophosphorés, de puissantes neurotoxines inhibitrices de l'acétylcholinestérase (schéma C).



Document 2 : l'acétylcholinestérase des moustiques et ses allèles.

Document 2a : extraits des séquences de deux allèles du gène *Ace-1*, codant pour l'acétylcholinestérase.

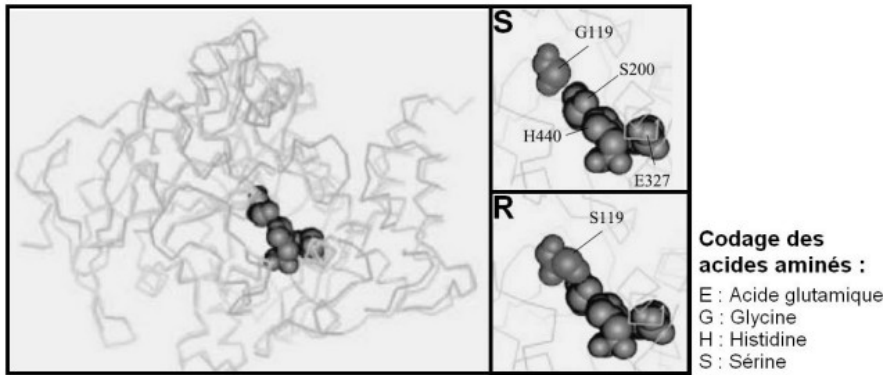
Ace-1 S : allèle sauvage

Ace-1 R : allèle porté par certaines souches de moustique.

Codon n°	<u>111</u>	<u>120</u>
Ace-1 S	GTCATGCTGTGGATCTTCGGGGGTGGC	TCTACTCC
Ace-1 R	-----T-----	A-----

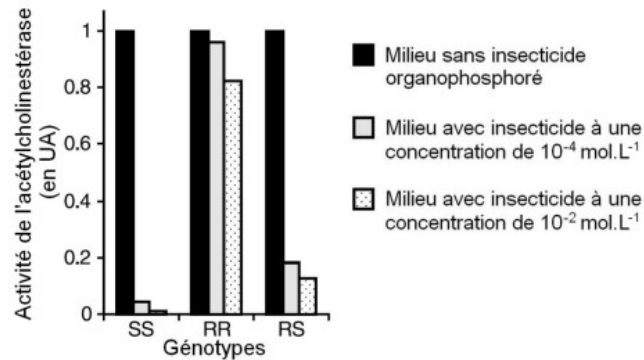
Document 2b : structure 3D des acétylcholinestérases et zoom sur le site catalytique d'une part de celles codées par Ace-1 S (S) et d'autre part de celles codées par Ace-1 R (R).

Les numéros correspondent à la position des acides aminés dans la protéine.



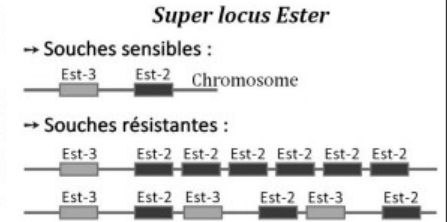
Document 2c : activité de l'acétylcholinestérase dans différentes conditions en fonction du génotype du moustique.

Des chercheurs ont mesuré l'activité moyenne des acétylcholinestérases issues de différentes populations de moustique en présence ou en absence d'insecticide.



Document 3 : amplification des estérases chez certaines souches du moustique *Culex pipiens*.

En plus de l'acétylcholinestérase, les moustiques produisent naturellement des enzymes, appelées estérases, qui hydrolysent les liaisons chimiques ester, notamment celles des molécules insecticides organophosphorées, les rendant inactives. Il existe chez *Culex*, 2 sortes d'estérases, A et B, codées respectivement par les gènes *Est-3* et *Est-2*. Ces deux gènes sont très proches dans le génome et forment le "super locus" *Ester*.

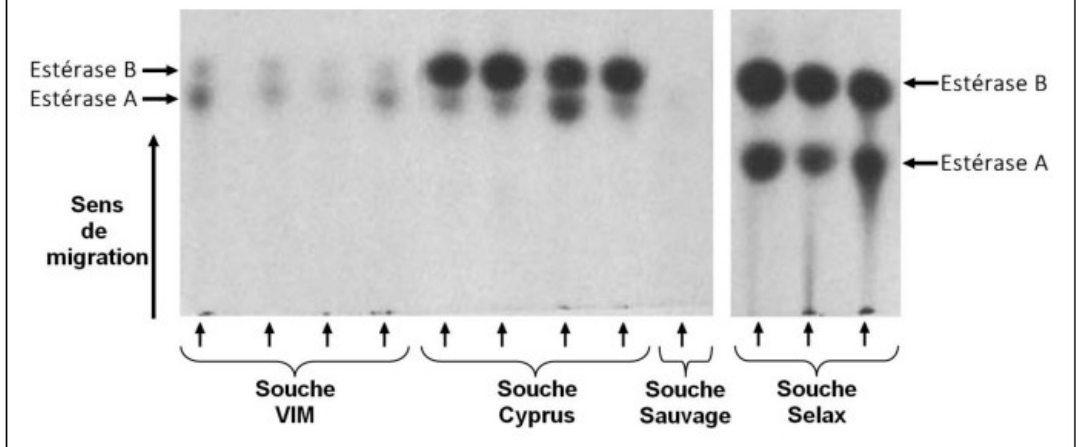


Souches de <i>Culex pipiens</i>	Nombre de copies des gènes d'estérases*	
	<i>Est-3</i>	<i>Est-2</i>
Sauvage (Sensible)	1	1
Selax (Résistante)	40,8 ± 7,4	32,4 ± 0,1
VIM (Résistante)	5,4 ± 0,6	5,4 ± 0,6
Cyprus (Résistante)	43,3 ± 0,7	60,2 ± 3,3

*Calculé à partir d'une technique de biologie moléculaire (dot blot)

Document 4 : électrophorèses sur gel d'amidon des protéines de différentes souches du moustique *Culex pipiens*.

Une équipe de recherche s'est intéressée aux estérases produites par les moustiques. Chaque flèche correspond à un dépôt d'extrait protéique issu d'un moustique d'une souche particulière. La superficie des taches est proportionnelle à la concentration en protéines.



Exercice 3 corrigé disponible

Actuellement, dans certaines régions du monde, nous observons que de plus en plus d'éléphants naissent sans défenses. Si cette situation s'interprète dans le cas où les éléphants sont chassés pour l'ivoire de leurs défenses, elle s'observe aussi dans des réserves où les éléphants sont protégés des braconniers.

On souhaite expliquer cette modification de la structure génétique des populations d'éléphants au cours du temps.

Caractéristiques génétiques des populations d'éléphants

XiXi	Eléphant femelle avec défenses, de génotype Xi/Xi <i>i désigne l'allèle permettant la croissance des défenses</i>
Xi-Xi-	Eléphant femelle sans défenses, de génotype Xi-/Xi- <i>i- désigne un allèle muté inhibant la croissance des défenses</i>
XiXi-	Eléphant femelle hétérozygote avec défenses, de génotype Xi/Xi-
XiY	Eléphant mâle avec défenses, de génotype Xi/Y
Xi-Y	Eléphant mâle sans défenses, de génotype Xi-/Y
Chasseur	individu tuant les éléphants avec défenses pour vendre l'ivoire de leurs défenses

En présence de chasseurs, les individus porteurs du génotype (Xi//Xi) et (Xi//Xi-) sont défavorisés alors que les individus de génotypes (Xi-//Xi-) sont favorisés : *i* : allèle dominant / *i-* : allèle récessif

La situation particulière du parc Addo

Le parc Addo, situé en Afrique du Sud ne comportant aucun chasseur a été créé en 1931 afin de reconstituer une populations d'éléphants réduite à 11 individus (8 femelles et 3 mâles) à la suite d'une chasse intensive. Aujourd'hui, l'effectif du parc Addo atteint 400 individus et la fréquence des éléphants femelles sans défenses est de 90%.

Effectifs Année 1931

XiXi, 2
XiXi-, 2
Xi-Xi-, 4
XiY, 0
Xi-Y, 3

1. Compléter le tableau des fréquences alléliques suivant :

allèle	fréquence (%) en 1931
<i>i</i>	
<i>i-</i>	

2. Quelle est la fréquence attendue chez les éléphants femelles sans défense lors de l'évolution de la population. Comparer à la valeur observée ; conclure