TP.10 – L'homme, la dérive génétique, la sélection naturelle et la biodiversité

La nature du vivant - Unité et diversité - Évolution

Seront évaluées les capacités à synthétiser les informations tirées de documents et à modéliser (logiciel Évolution allélique).

A. L'homme, facteur d'évolution de la biodiversité

À disposition : documents 2 et 3, pages 90 – 91, manuel Bordas 2010.

⏭ *À l'aide du document 2, indiquer en argumentant, les deux principales actions de l'homme sur le peuplement des écosystèmes.*

⏭ *À l'aide du document 3, expliquer comment une nouvelle espèce de moustiques est apparue durant le 20e siècle à Londres.*

B. La dérive génétique et la biodiversité
Étude de l'évolution des populations fondatrices d'un milieu insulaire

⏭ *Définir l'expression « dérive génétique ».*

À disposition : votre interprétation du document 3, p. 91 et les documents 1 et 2, p. 92, manuel Bordas 2010.

1. *Dérive génétique et effet fondateur : présentation*

À disposition : document 7 (L'île volcanique de Surtsey), p. 101, manuel Bordas 2010 + Liens vidéos du site SVT.

⏭ *Comment expliquer la différence de diversité allélique observée entre les espèces continentales et les espèces fondatrices qui ont colonisé l'île de Surtsey.*

2. *Dérive génétique et effet fondateur : modélisation*

À disposition : le logiciel « Évolution allélique ».

Le programme « Évolution allélique » permet de suivre la variation de la fréquence d'un allèle autosomique au cours des générations dans une population isolée d'effectif N.

- Ouvrir le logiciel, dans le logiciel ouvrir la fenêtre *Dérive génétique*, conserver les deux allèles théoriques A et a.
- Entrer une fréquence initiale de l'allèle A de 0,5 : on considère que les allèles sont également répartis et ont des chances égales d'être transmis.
- Conserver un nombre maximum de générations (= 100).
- Définir l'effectif N de la population en fonction du tableau à compléter ci-dessous.
- Effectuez ainsi 10 simulations pour chacune des populations suivantes :
  - une population fondatrice insulaire #1 d'effectif N=10 et une fréquence p (A) = 0.5
  - une population fondatrice insulaire #2 d'effectif N=100 et une fréquence p (A) = 0.5
  - une population initiale continentale d'effectif N= 1000 et une fréquence p (A) = 0.5
- Noter dans le tableau à la fin de chacune des stimulations : p(A) la fréquence de A après 100 générations, (Gén) le nombre de générations si un des allèles est fixé p(A) = 1 ou 0, p(A//A) ou p(a//a) les fréquences des génotypes homozygotes et p(A//a) la fréquence du génotype hétérozygote.
- Après avoir réaliser les 10 simulations imprimer le résultat graphique sur lequel vous placerez un titre.

	Fréquence initiale p (A) = 0,5						Nombre de générations = 100								
	Population fondatrice insulaire #1 d'effectif N = 10					Population fondatrice insulaire #2 d'effectif N = 100					Population initiale continentale d'effectif N = 1000				
Essai	p (A)	Gén	p (A//A)	p (A//a)	p (a//a)	p (A)	Gén	p (A//A)	p (A//a)	p (a//a)	p (A)	Gén	p (A//A)	p (A//a)	p (a//a)
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															

⏭ *En vous aidant des résultats des simulations répondre par vrai (V) ou faux (F) dans la 2e colonne.*

1		Les populations deviennent d'autant plus homozygotes que leur effectif est grand.
2		Plus l'effectif est petit, moins on a de chance de fixer ou d'éliminer l'un des allèles.
3		Plus l'effectif d'une population est faible, plus elle a de chance de devenir homozygote rapidement.
4		La probabilité de fixation ou d'élimination d'un allèle diminue lorsque la taille de la population augmente.
5		Le temps moyen de fixation ou d'élimination d'un allèle est d'autant plus grand que la taille de la population est grande.
6		Ces temps sont indépendants de l'effectif de la population.
7		Plus la population est petite, plus le temps moyen pour atteindre l'état homozygote est grands.

C. Sélection naturelle et biodiversité
Le cas de la drépanocytose dans les pays où sévit le paludisme

⏭ *Définir l'expression « sélection naturelle ».*

1. *La drépanocytose*

La drépanocytose est une maladie génétique récessive (*qui ne s'exprime que si on possède les deux mêmes allèles*). L'allèle à l'origine de cette maladie est l'allèle Hbs du gène codant pour la ß-globine (molécule qui participe à la construction de l'hémoglobine). L'allèle HbA est l'allèle sain.
La maladie se traduit par une déformation caractéristique des globules rouges en forme de faucille, accompagnée d'une anémie sévère (*diminution du nombre des globules rouges fonctionnels dans le sang*).
Diverses infections et des occlusions vasculaires sont les complications les plus fréquentes. L'espérance de vie des malades est très diminuée.
Seules les personnes homozygotes (Hbs//Hbs) sont malades. Les personnes hétérozygotes (HbA//Hbs) sont saines, elles produisent à la fois la ß-globine s anormale et la ß-globine A normale.

Simulons le comportement des deux allèles HbA et Hbs dans un environnement non touché par le paludisme.

À disposition : le logiciel « Évolution allélique ».

- Ouvrir le logiciel, dans le logiciel ouvrir sur la fenêtre *Sélection naturelle*, compléter le nom des allèles HbA et Hbs.
- Entrer une fréquence initiale de l'allèle HbA de 0,5.
- Conserver un nombre maximum de générations (= 100).
- Définir les valeurs sélectives des 3 génotypes possibles selon les critères suivants :
  - totalement avantageux = 1
  - partiellement avantageux = 0,8
  - désavantageux = 0,5
- Noter dans le tableau ci-dessous: p(HbA) et p(Hbs) les fréquences finales des allèles, p(HbA//HbA), p(Hbs//Hbs) les fréquences des génotypes homozygotes et p(HbA//Hbs) la fréquence du génotype hétérozygote.

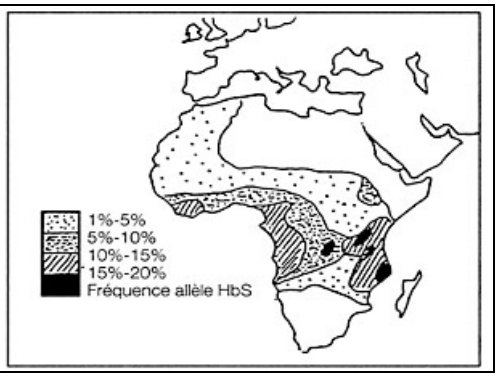
Tableau de résultats après 100 générations

Fréquence initiale des allèles = 0,5		Fréquences des génotypes			
Fréquence finale des allèles		Génotypes possibles	Valeur sélective choisie	Fréquence initiale	Fréquence finale
p (HbA)		p (HbA//HbA)			
p (Hbs)		p (HbA//Hbs)			
		p (Hbs//Hbs)			

⏭ *Que pouvez-vous conclure concernant l'évolution des fréquences des allèles et des génotypes ?*

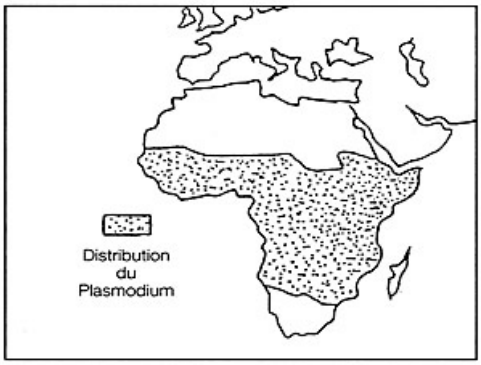
2. *Une fréquence anormale de l'allèle Hbs de la drépanocytose.*

La drépanocytose, une maladie génétique plus fréquente dans certaines régions.
Dans certains pays, la fréquence de l'allèle Hbs dépasse 15 % (soit une fréquence de 0,15), la proportion d'hétérozygotes pouvant représenter plus de 25 % de la population et jusqu'à 40 % dans certaines régions d'Afrique.



3. *La répartition du plasmodium*

Le paludisme est une maladie due à un parasite unicellulaire (le Plasmodium) qui se développe dans le sang et infecte les globules rouges. Ce protozoaire* accomplit l'autre partie de son cycle de vie dans certaines espèces bien particulières de moustiques (des anophèles) qui vivent dans les régions intertropicales, chaudes et humides. C'est par une piqûre d'anophèle que le parasite peut être introduit dans le sang humain.
Le paludisme est l'un des principaux fléaux mondiaux, tuant chaque année entre 1,5 et 2,5 millions de personnes, dont un million d'enfants de moins de 5 ans.



4. *La fréquence de l'allèle Hbs résulte de plusieurs contraintes sélectives.*

Dans les années 1950 et 1960. plusieurs études ont été réalisées pour rechercher si un lien existe entre les génotypes correspondant au gène de la ß-globine et le paludisme. Le tableau ci-contre présente les résultats de l'une de ces études, réalisée dans différents pays africains.

Ville (pays)	% d'hétérozygotes (HbA//HbS) dans la population	Nombre de personnes décédées du paludisme (pendant une période donnée)	Nombre d'hétérozygotes (HbA//HbS) parmi ces décès dus au paludisme
Kinshasa (Zaïre)	26	23	0
Kananga (Zaïre)	29	21	1
Ibadan (Nigeria)	24	27	0
Accra (Ghana)	8	13	0
Kampala (Ouganda)	19	16	0

D'après Motulsky, 1964.

⏭ *Quel facteur de l'environnement fait pression sur la fréquence de l'allèle Hbs (documents 2 à 4) ?*

⏭ *Quel est l'avantage de posséder l'allèle Hbs ? et pourquoi en un seul exemplaire (documents 2 à 4) ?*

Simulons le comportement des deux allèles HbA et Hbs dans un environnement touché par le paludisme.

Se reporter au protocole précédent avec le logiciel « Évolution allélique »

Tableau de résultats après 100 générations

Fréquence initiale des allèles = 0,5		Fréquences des génotypes			
Fréquence finale des allèles		Génotypes possibles	Valeur sélective choisie	Fréquence initiale	Fréquence finale
p (HbA)		p (HbA//HbA)			
p (Hbs)		p (HbA//Hbs)			
		p (Hbs//Hbs)			

⏭ *Interpréter l'évolution des fréquences des allèles et des génotypes en comparant avec les résultats dans une région non touchée par le paludisme.*