

Sélection naturelle et dérive génétique

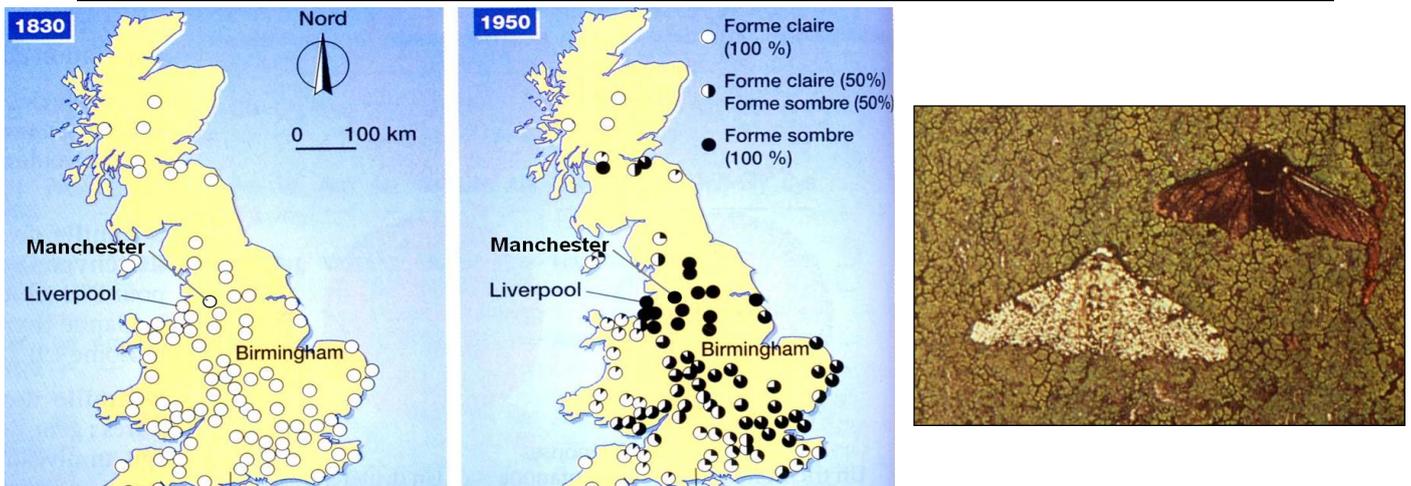
On parle de sélection naturelle quand la fréquence des allèles des gènes dans une population est modifiée en fonction d'un paramètre environnemental qui exerce une pression de sélection. Trois conditions doivent être réunies :

- existence d'une variation phénotypique au sein de la population (variation concernant la forme, la physiologie ou le comportement)
- existence d'un déterminisme génétique pour cette variation (présence de différents allèles pour un gène donné)
- existence d'une relation entre la variation phénotypique et la survie et/ou l'aptitude à la reproduction des divers phénotypes.

1. Un exemple de sélection naturelle : le mélanisme de la phalène du bouleau

La phalène du bouleau (*Biston betularia*) est un papillon vivant en Angleterre jusque vers 1850 sous sa forme blanche piquetée de noir. À partir de 1850, apparurent près de Manchester des mutants sombres mélaniques (1%). Dans la même région en 1898, ces formes constituaient 99% de la population de phalènes.

Cartes de la répartition géographique des deux phalènes en 1830 et 1950 dans diverses régions du Royaume-Uni.



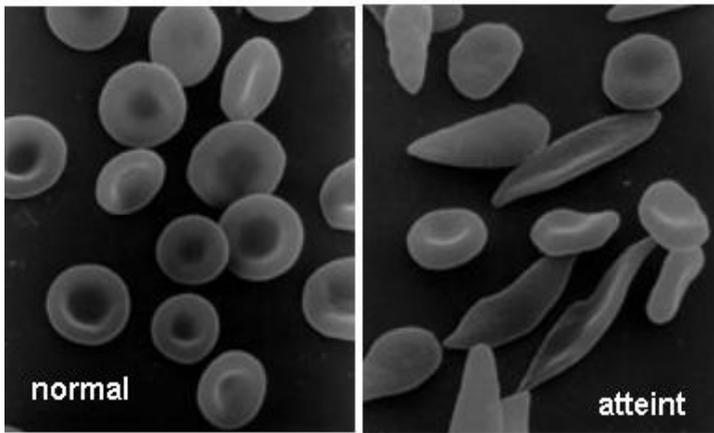
Tableaux de l'évolution différentielle de phalènes lâchées dans deux types de forêts.

Type de forêt	Nombre de papillons dévorés par les oiseaux pour un lâché de papillons en nombre égal de mélaniques et de clairs.	
	Mélaniques	Clairs
Milieu agricole	164	26
Milieu urbain	15	43

Images de 4 phalènes sur deux troncs (2 sur chaque)



2. Un exemple de sélection naturelle : le paludisme et l'allèle βS de l'hémoglobine



Sur le chromosome 11 humain, il existe un gène qui contient l'information nécessaire à la fabrication d'une des chaînes de l'hémoglobine : la chaîne β . Seulement, certains individus ont sur chaque chromosome de la paire n°11, une version modifiée du gène, suite à une très ancienne mutation. Cette mutation a provoqué l'apparition d'une maladie génétique très invalidante et mortelle, qui déforme les globules rouges (hématies). Cette maladie est appelée drépanocytose (du grec « drepnos » = faucille et « kytos » = cellule). Lorsqu'un gène existe sous plusieurs versions, on parle alors d'allèles pour désigner ces versions différentes.

Dans le cas de la drépanocytose, seuls les individus possédant les deux exemplaires mutés (un pour chacun des deux chromosomes de la paire n°11) sont atteints de la maladie (on dit qu'ils sont homozygotes pour l'allèle muté). S'ils portent les deux allèles sains (« normaux ») on dit qu'ils sont homozygotes sains. S'ils possèdent un allèle sain et un allèle muté (appelé allèle morbide, ou allèle délétère) on dit qu'ils sont hétérozygotes. Dans le cas de la drépanocytose, un individu hétérozygote est sain, l'allèle muté ne s'exprime pas et il n'y a pas de maladie : on dit que cette maladie est récessive (on dit aussi que cet allèle muté est récessif). Tandis que l'allèle sain est qualifié de dominant.

Voici la séquence du brin d'ADN « normal » de la chaîne β :

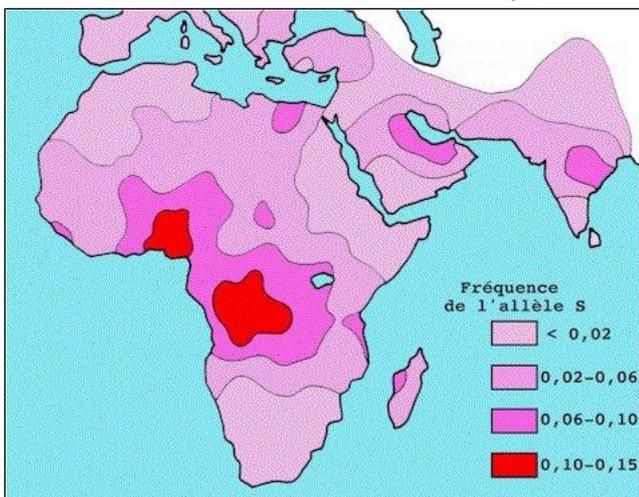
ATG GTG CAC CTG ACT CCT GAG GAG AAG TCT ...

Et voici la séquence mutée du même gène :

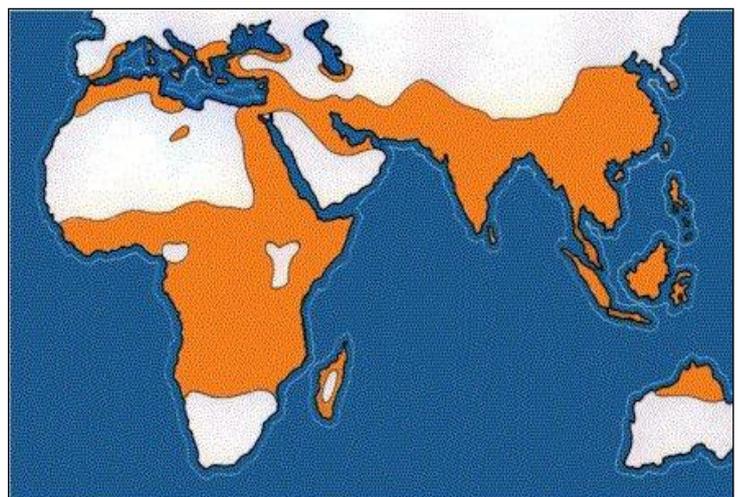
ATG GTG CAC CTG ACT CCT GTG GAG AAG TCT ...

La drépanocytose est une maladie génétique très invalidante, affectant les sujets homozygotes qui meurent avant l'âge adulte, avant d'avoir pu assurer leur descendance. Cette maladie est largement répandue dans certaines parties du monde. La fréquence de l'allèle βS est très élevée en Afrique de l'Ouest, de l'ordre de 10 à 15 %. Les populations les plus atteintes par la drépanocytose se situent autour de l'équateur (Sénégal Bénin, Zaïre, Angola..). Dans ces régions, les hétérozygotes, porteurs sains, sont également très nombreux : de 25 à 40 % des individus, selon les régions. La fréquence de l'allèle βS est également élevée en Afrique de l'Est, au Moyen Orient, en Arabie et en Inde. En revanche la fréquence est très basse dans les populations d'Europe et d'Asie, et nulle dans les populations indigènes d'Amérique.

Distribution géographique de l'allèle βS



Distribution géographique du paludisme



Paludisme et viabilité des individus - mortalité par paludisme d'individus hétérozygotes $\beta A // \beta S$ (d'après Motulsky, 1964)

Dans les années 1950 et 1960 de nombreuses études furent réalisées pour rechercher l'incidence, sur la survie de différents génotypes, de l'infection par l'agent paludéen (*Plasmodium falciparum*), un protozoaire transmis à l'homme par les piqûres de moustiques. Le tableau ci-dessous résume les résultats de quelques études :

	Nombre d'individus morts à cause du paludisme dans la population = n	%d'hétérozygotes dans la population = p%	Nombre attendu d'hétérozygotes morts = np%	Nombre observé d'hétérozygotes morts
Kinshasa (ex-Zaïre = Rep. Dem. du Congo)	23	26	6	0
Kananga (ex-Zaïre = Rep. Dem. du Congo)	21	29	6,1	1
Ibadan (Nigeria)	27	24	6,5	0
Accra (Ghana)	13	8	1	0
Kampala (Ouganda)	16	19	3	0

Le paludisme ne sévit pas aux États Unis. Chez les populations noires américaines transplantées d'Afrique au cours des XVII^e et XVIII^e siècles, la fréquence de l'allèle βS est aujourd'hui de 0,04.

3. Un exemple de dérive génétique : la répartition des allèles des groupes sanguins A, B et O

Parfois, un nouvel allèle ne procure ni avantage ni désavantage face à la survie ou la reproduction. Il peut alors se transmettre au fil des générations et être conservé, ou bien finir tout de même par disparaître. C'est le hasard qui joue un rôle prépondérant dans ce phénomène qu'on appelle « dérive génétique ». C'est essentiellement l'isolement géographique qui joue un rôle majeur dans la répartition des différents allèles d'un gène autour du Globe dans le cas de la dérive génétique.

cartes de répartition des trois allèles A, B et O dans le monde

