

A l'échelle de l'individu, le génome se modifie : des allèles apparaissent, par mutation. Les mécanismes de la reproduction sexuée exercent des brassages génétiques qui créent des génotypes originaux. A l'échelle des temps géologiques, les espèces évoluent du fait de la modification des génotypes. Cependant, chaque nouveau génotype ne conduit pas nécessairement à l'évolution de l'espèce...

**PROBLEME : QUELLE RELATION EXISTE-T-IL ENTRE LES MECANISMES DE L'EVOLUTION ET LA GENETIQUE ?**

**Activité 1 : exemple de la phalène du bouleau**

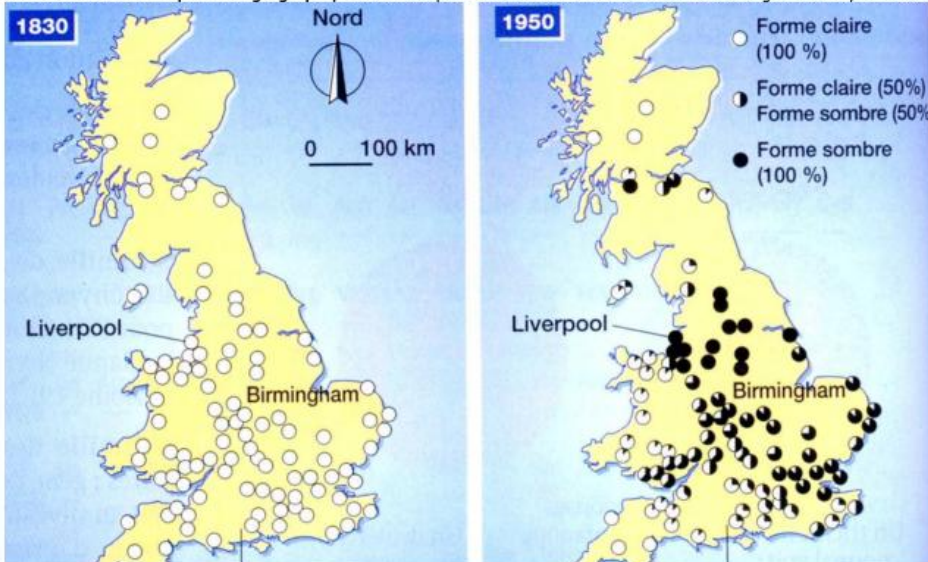
**Document 1 : Images de papillons**

Biston betularia ou phalène du bouleau : formes sauvages claires et formes mutantes mélaniques.

La phalène est un papillon vivant en Angleterre jusque vers 1850 sous sa forme blanche piquetée de noir. A partir de 1850, apparaissent dans le Manchester des mutants sombres mélaniques ( 1% ). Dans la même région en 1898, ces formes constituaient 99% de la population de phalènes.



Document 2 : Cartes de la répartition géographique des deux phalènes en 1830 et 1950 dans diverses régions du Royaume-Uni.



Document 3 : Tableaux de l'évolution différentielle de phalènes lâchées dans deux types de forêts.

Papillons lâchés		Type de forêt	Papillons recapturés vivants	
Mélaniques	Clairs		Mélaniques	Clairs
473	296	Milieu agricole	2	37
447	137	Milieu urbain	131	18

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

D'après les résultats des expériences de Kettlewell 1961.

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



1. Mettre en relation la carte de distribution géographique des deux types de phalènes et celle de la population des diverses régions du Royaume-Uni.
2. Mettre en relation les résultats d'évolution différentielle des deux types de phalènes suivant le milieu de vie et les images des deux types de phalènes sur un tronc clair ou un tronc sombre.
3. Emettre une hypothèse sur le devenir de la forme mutante en fonction de la forêt où elle vit.
4. Proposer une explication au fait qu'à Manchester, on est passé de 1% à 99% de mutants au bout de 50 ans de vie industrielle.

#### BILAN 1 :

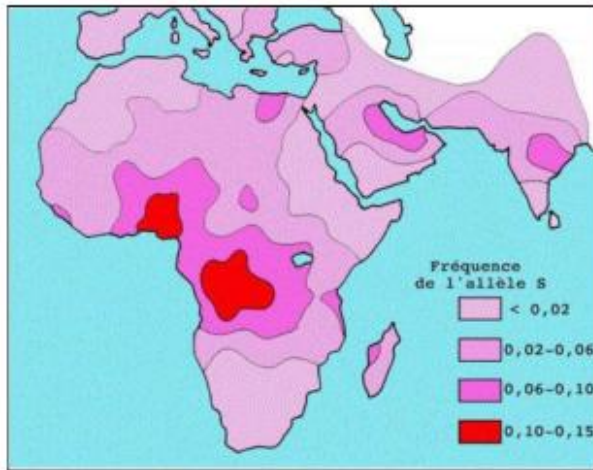
Essayer, à partir de cet exemple, de définir la notion de sélection naturelle sachant que celle peut agir sur la fréquence des allèles des gènes dans une population si trois conditions sont réunies :

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

## Activité 2 : Exemple du paludisme

### Documents 1 et 2 : Distribution géographique de l'allèle $\beta S$ et carte de la distribution géographique du paludisme

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  $\beta S$  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  $\beta S$  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.



Document 1

Document 2

L'étude de la carte de distribution du paludisme révèle une assez bonne concordance avec celle de la drépanocytose.

### Document 3: Paludisme et viabilité des individus

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 :

Mortalité par paludisme d'individus hétérozygotes  $\beta A // \beta S$  (d'après Motulsky, 1964)

	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 (Zaïre)	23	26	6	0
Kananga (Zaïre)	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 Etats Unis. Chez les populations noires américaines transplantées d'Afrique au cours des XVII et XVIII<sup>e</sup> siècles, la fréquence de l'allèle  $\beta S$  est aujourd'hui de 0.04.

"La drépanocytose reste, malgré le dépistage précoce et les actions de prévention de la déshydratation ou de toute autre cause pouvant la provoquer, une maladie très invalidante, qui fait que les adultes jeunes ne peuvent assurer leur descendance. Soumis à une telle pression sélective négative, l'allèle  $\beta S$  devrait donc disparaître des populations touchées par la maladie, en quelques générations."

1. A partir des données fournies ci-dessus et du document 1, formuler le problème posé et à résoudre.
2. Choisir parmi les 3 hypothèses ci-dessous, celle permettant d'expliquer la répartition géographique d'un allèle aussi délétère :
  - ☒ Des unions préférentielles entre individus apparentés (cousins germains)
  - ☒ Un taux de mutation élevé du gène vers l'allèle ☒S
  - ☒ Un avantage des génotypes hétérozygotes sur les génotypes homozygotes sains, dans un environnement donné.
3. Rechercher parmi les documents 1, 2 et 3 les arguments qui permettent de valider l'hypothèse proposée.
4. Dédurre de cette hypothèse ce qui se passerait pour la fréquence de l'allèle ☒S, dans une population où elle est élevée, si la pression sélective exercée par le milieu disparaît.
5. Expliquer en quoi les données des documents vérifient ou non l'hypothèse.

BILAN 2 : Essayer, à partir de cet exemple, de définir la notion de sélection naturelle sachant que celle peut agir sur la fréquence des allèles des gènes dans une population si trois conditions sont réunies :

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