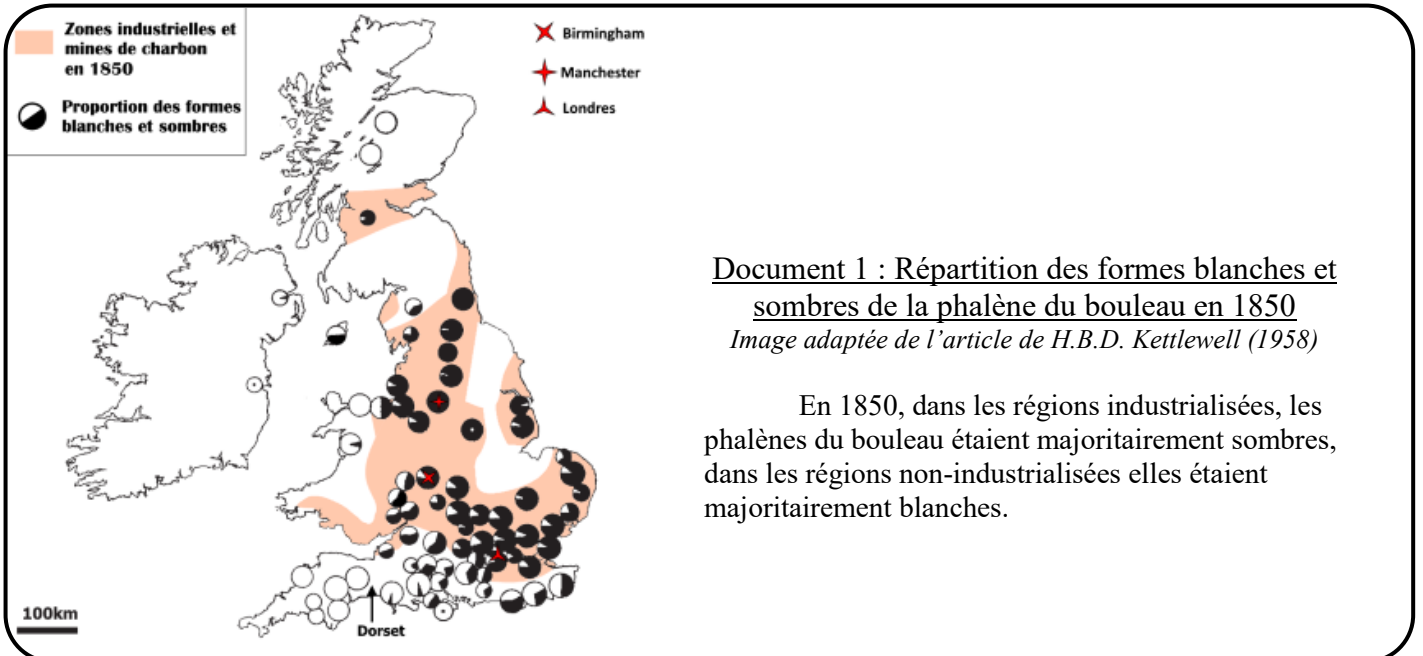


TP : L'évolution génétique d'une population

Les données et photographies du TP proviennent des articles de H.B.D. Kettlewell dans les années 1950

La phalène du bouleau est un papillon de nuit qui pond sur le bouleau (un arbre dont les branches et le tronc sont recouverts d'un lichen qui leur donne une couleur blanche). Il en existe deux formes : une forme sombre (*carbonaria*) et une forme claire (*typica*). Ce caractère est gouverné par un couple d'allèle : C qui code pour une couleur sombre est dominant sur T qui code pour une couleur claire.

1) A partir de l'analyse du document 1 ci-dessous, **poser** un problème puis une hypothèse.



Pour comprendre la fréquence relative des deux allèles dans ces régions, on se propose de faire un modèle numérique des populations de phalènes du bouleau, on utilisera l'application « Edu'Modèles » pour faire les calculs. Pour cela on considère que :

- Les papillons se déplacent de façon aléatoire.
- Deux phalènes qui se rencontrent ont 20% de chances de s'accoupler et d'obtenir 4 descendants (immédiatement adultes) dont les génotypes sont déterminés par ceux des parents.
- Une phalène du bouleau vit en moyenne 10 jours et ne peut pas se reproduire la première journée.
- Dans l'application, 1 journée équivaut à 10 unités de temps.

Activité 1 : La dérive génétique

Question : Après avoir effectué le protocole ci-dessous, déterminez ce qui fait varier les fréquences alléliques de la population (ce mécanisme s'appelle la dérive génétique), puis indiquez un paramètre qui en fait varier l'intensité.

On va tout d'abord **effectuer** une simulation avec 20 individus de chaque génotype (soit 120 individus au total). Dans le logiciel, les individus de génotype (C//C) seront notés CC, ceux de génotype (C//T) Cc et ceux de génotype (T//T), cc. Les papillons clairs apparaîtront sous forme de carrés bleu ciel et les sombres sous forme de carrés noirs.

- **Le logiciel se trouve ici :** <https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/productions/edumodeles/algo/index.htm>
- **Charger** le fichier « Phalene20.mod ».
- **Lancer** la simulation et **noter** le nombre de chaque génotype à **500 unités de temps**.
- **Relancer** la simulation 4 fois et **noter** à chaque fois vos résultats à 500 unités de temps.
- **Récupérer les résultats des binômes devant et derrière vous.**

- *A l'aide du fichier Excel Phalene.xls, calculer la fréquence de l'allèle C dans la population selon la formule :*

$$\text{Fréquence (C)} = \frac{2 \times \text{nombre de } \left(\frac{C}{C}\right) + \text{nombre de } \left(\frac{C}{T}\right)}{2 \times \text{nombre de } \left(\frac{C}{C}\right) + 2 \times \text{nombre de } \left(\frac{C}{T}\right) + 2 \times \text{nombre de } \left(\frac{T}{T}\right)}$$

Compléter le tableau 1 avec les fréquences de l'allèle C en arrondissant au centième.

	Nombre de (C//C) au bout de 50 jours	Nombre de (C//T) au bout de 50 jours	Nombre de (T//T) au bout de 50 jours	Fréquence de l'allèle C au bout de 50 jours
Simulation 1				
Simulation 2				
Simulation 3				
Simulation 4				
Simulation 5				
Simulation 6				
Simulation 7				
Simulation 8				
Simulation 9				
Simulation 10				
Simulation 11				
Simulation 12				
Simulation 13				
Simulation 14				
Simulation 15				

Tableau 1 : Résultats de la simulation de l'évolution du nombre des individus (C//C), (C//T) et (T//T) avec un effectif initial de 60 individus

Pour comprendre l'effet de la taille de la population, on va **effectuer** d'autres simulations en faisant varier la taille de la population.

- **Modifier le nombre de phalène de chaque génotype en gardant un nombre égal pour les trois génotypes.**
- **Faire 5 simulations de 50 jours. Noter à chaque fois vos résultats au bout de 50 jours dans le tableau 2 ci-dessous. Puis calculer la fréquence de l'allèle C à la fin de chaque simulation. Vous y ajouterez les résultats des binômes devant et derrière vous (15 simulations au total)**

	Nombre de (C//C) au bout de 50 jours	Nombre de (C//T) au bout de 50 jours	Nombre de (T//T) au bout de 50 jours	Fréquence de l'allèle C au bout de 50 jours
Simulation 1				
Simulation 2				
Simulation 3				
Simulation 4				
Simulation 5				
Simulation 6				
Simulation 7				
Simulation 8				
Simulation 9				
Simulation 10				
Simulation 11				
Simulation 12				
Simulation 13				
Simulation 14				
Simulation 15				

Tableau 2 : Résultats de la simulation de l'évolution du nombre des individus (C//C), (C//T) et (T//T) avec un effectif initial de individus

Activité 2 : La sélection naturelle

Question : Effectuez le protocole suivant, puis déterminez en fonction de quoi évolue la structure génétique de la population étudiée ici (ce mécanisme s'appelle la sélection naturelle)

Certains génotypes permettent aux individus qui les portent de mieux survivre et par conséquent de mieux se reproduire. On dit alors que ces génotypes sont avantageux. Si au contraire, ils apportent un handicap pour survivre et se reproduire, on dit qu'ils sont désavantageux.

Dans certaines régions de la Grande Bretagne, les branches et les troncs de bouleau sont noirs en raison de la pollution qui détruit les lichens qui leur donnaient une couleur blanche :



Forme sombre

Forme claire

Photo des deux formes de phalènes posées sur un tronc d'une région polluée.

Dans les régions non-polluées, les branches et les troncs des bouleaux sont blancs :



Forme claire

Forme sombre

Photo des deux formes de phalènes posées sur un tronc d'une région non polluée.

Nous allons **simuler** l'évolution de la population de phalène du bouleau dans la région industrialisée de Birmingham.

On considère qu'un papillon ayant un génotype avantageux vit 8 jours, alors qu'un papillon ayant un phénotype désavantageux ne vit que 4 jours.

- Dans le modèle, **modifier la survie de tous les individus**, pour une région industrialisée :
 - Cliquer sur le bouton « Entités ».
 - Sélectionner le type dont vous désirez changer la survie dans la liste puis cliquer sur « Editer ».
 - Changer la « Valeur de demi-vie » puis cliquer sur OK.
- Faire 5 simulations de 50 jours. **Noter** le nombre d'individus de chaque génotype ainsi que la fréquence (en %) de l'allèle C dans le tableau 3.

A présent nous allons **effectuer** des simulations pour la région non-industrialisée du Dorset.

- **Modifier la survie de tous les individus**, pour une région non-industrialisée.
- Faire 5 simulations de 50 jours et **compléter** le tableau 3.

Condition environnementale	Nombre de (C//C) au bout de 50 jours	Nombre de (C//T) au bout de 50 jours	Nombre de (T//T) au bout de 50 jours	Fréquence de l'allèle C au bout de 50 jours
Industrialisée 1				
Industrialisée 2				
Industrialisée 3				
Industrialisée 4				
Industrialisée 5				
Non-industrialisée 1				
Non-industrialisée 2				
Non-industrialisée 3				
Non-industrialisée 4				
Non-industrialisée 5				

Tableau 3 : Résultats de la simulation de l'évolution du nombre des individus (C//C), (C//T) et (T//T) avec un effectif initial de 150 individus dans des conditions différentes

Activité 3 : Retour sur la réalité

Pour valider les résultats de notre modèle numérique, il faut les confronter à la réalité.

Exercice de type II.2

A partir des documents suivant et des résultats de vos simulations, indiquez le mécanisme qui est à l'origine des variations de structure génétique des phalènes du bouleau dans les différentes régions britanniques.

Vous utiliserez le document 1 comme document de référence.

Document 2 : La survie des papillons

En 1956, une série d'expériences a été réalisée par Kettlewell et son équipe pour comprendre l'origine de la diversité observée dans la nature :

1^{ère} expérience : Des animaux marqués de formes claires et sombres ont été lâchés dans la région industrielle de Birmingham et dans la région non-polluée de Dorset (voir carte). Des recaptures à l'aide de pièges sont ensuite effectuées. Cela permet d'estimer la survie des papillons dans la nature.

2^{ème} expérience : On observe des papillons qu'on a placés sur des troncs d'arbres des deux régions pour voir quels individus sont mangés par les oiseaux.

Phénotype	Région de Birmingham		Région du Dorset	
	Clair	Sombre	Clair	Sombre
Première expérience : Phalènes recapturées (%)	1,5	5,7	13,7	4,7
Deuxième expérience : Phalènes mangées par les oiseaux (%)	74	26	13,7	86,3

Document 3 : L'évolution de la fréquence de phalènes du bouleau au cours du temps

A partir des années 1950, plusieurs régions industrielles anglaises ont entamé une longue campagne de dépollution. C'est le cas pour la région de Manchester. On a pu alors mesurer les variations de fréquence des formes claires et sombres au cours du temps. Les résultats figurent dans la graphique ci-dessous.

Fréquence du phénotype *carbonaria* dans la population de *Biston betularia* de la région de Manchester

