

# Des innovations génétiques soumis à la sélection naturelle

La phalène du bouleau est un papillon de nuit d'environ 15 mm de long, dont les principaux prédateurs sont les oiseaux.

Dans la nature existe 2 formes interfécondes, une forme claire (typica) et une forme noire ou mélanique (carbonaria).

En Grande Bretagne, la forme noire fut signalé la première fois en 1848. Le biologiste Kettlewell a montré que la forme mélanique est dû à un allèle dominant **C** et que les individus de forme claire ne sont porteurs que de l'allèle **c**. Les généticiens ont alors déterminé la fréquence des 2 allèles dans une population de la région de Liverpool de 1848 à 1948.

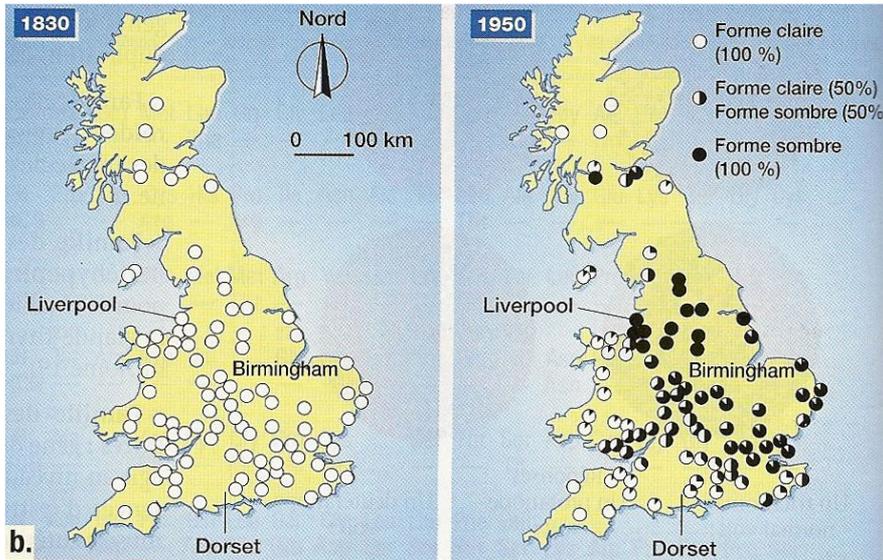
**Q1:** Comment ont évolué les populations de papillons en Grande Bretagne de 1830 à 1950 ? (doc.b)

**Q2:** Traduisez sous forme d'un graphique les variations des fréquences des allèles **C** et **c** de 1848 à 1948 dans la région de Liverpool.

**Q3:** Analysez les observations de Kettlewell et déterminez les causes des changements de la fréquence allélique et phénotypique.

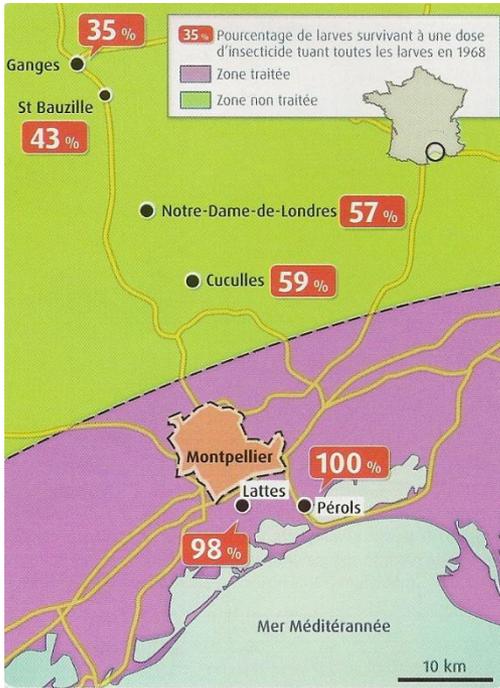


Phalènes du bouleau de forme claire et mélanique sur un tronc sombre, vert et clair (de haut en bas).



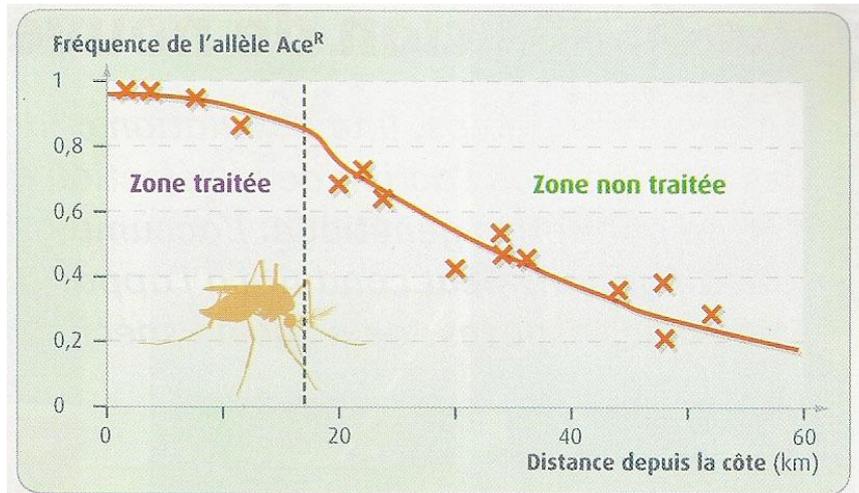
| Années | Fréquence |      |
|--------|-----------|------|
|        | C         | c    |
| 1848   | 0,00      | 1,00 |
| 1858   | 0,00      | 1,00 |
| 1868   | 0,03      | 0,97 |
| 1878   | 0,45      | 0,55 |
| 1888   | 0,76      | 0,24 |
| 1898   | 0,86      | 0,14 |
| 1908   | 0,90      | 0,10 |
| 1918   | 0,92      | 0,08 |
| 1928   | 0,94      | 0,06 |
| 1938   | 0,96      | 0,04 |
| 1948   | 0,96      | 0,04 |

# Résistances des larves de moustiques aux insecticides

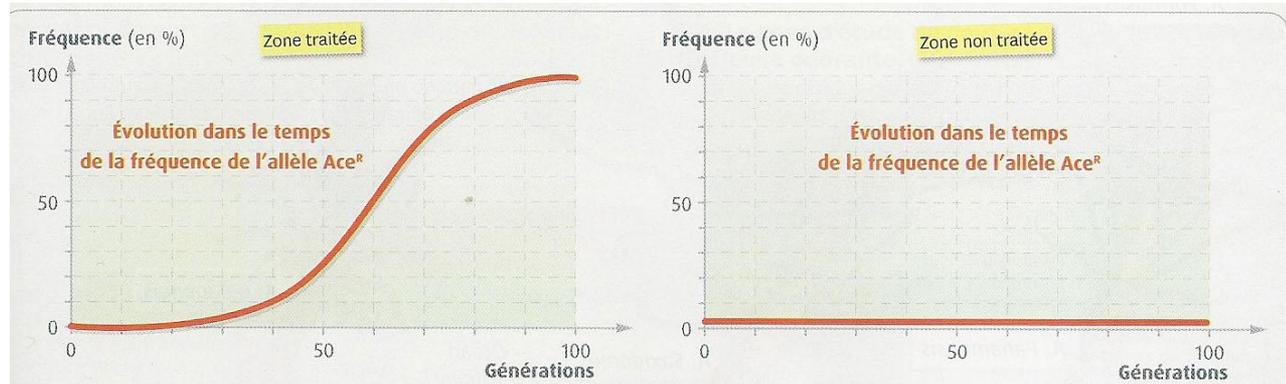


A partir de 1968, la région de Montpellier a été démoustiquée par épandage d'insecticides. La carte précise la résistance en 2001.

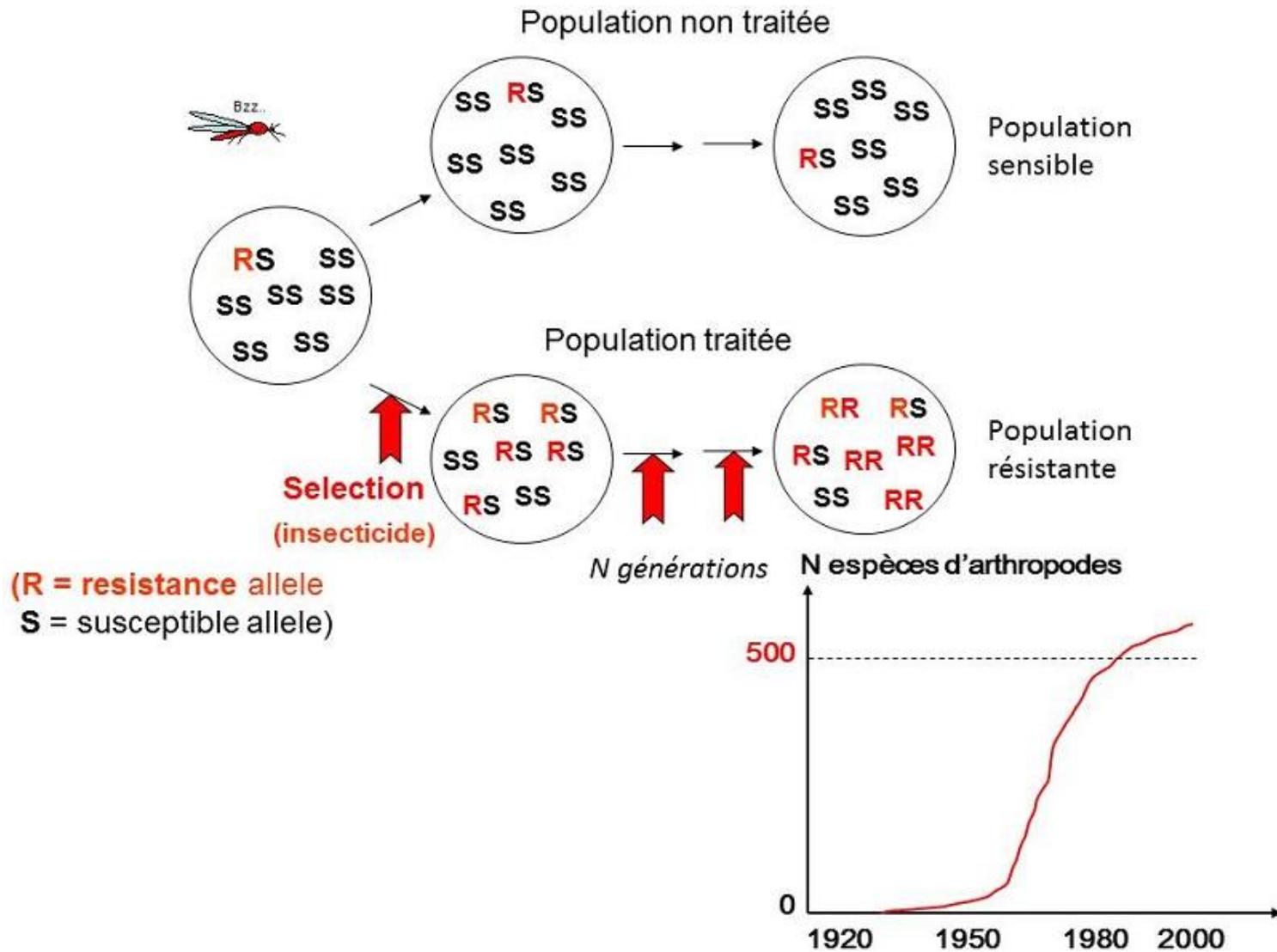
Modélisation de l'évolution de la fréquence de l'allèle Ace R (résistant) dans une zone traitée, ou non, aux insecticides. Un individu présente une paire d'allèles du gène Ace, il est soit R/R, soit R/S soit S/S (S = sensible)



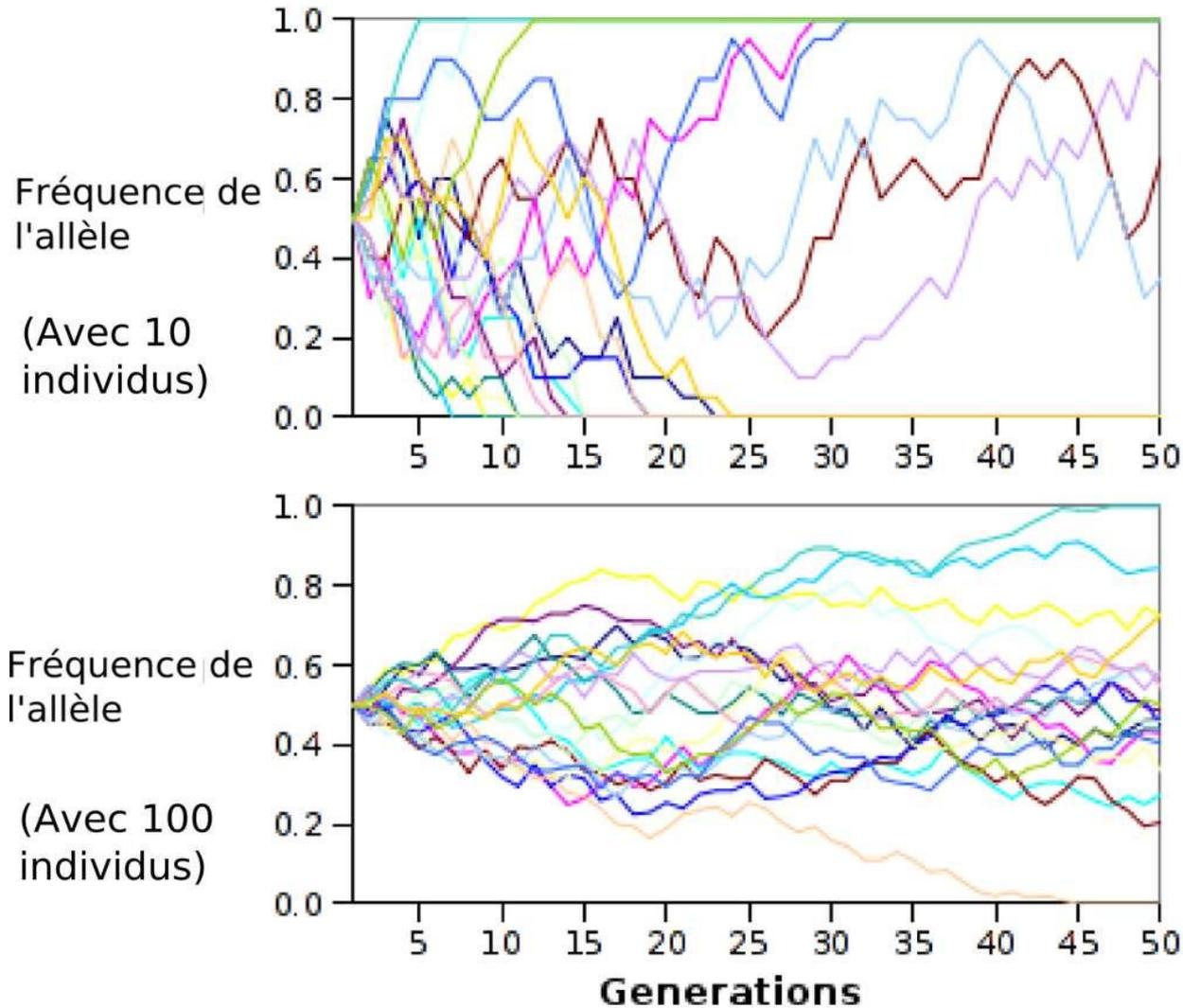
**5** Fréquence de l'allèle Ace<sup>R</sup> dans différentes populations de moustiques de la région de Montpellier en 2001. L'allèle Ace<sup>R</sup> du gène Ace est apparu bien avant 1968, de façon aléatoire à la suite d'une mutation. Avant 1968, sa fréquence était inférieure à 0,1. L'allèle Ace<sup>R</sup> confère une résistance aux insecticides. En l'absence d'insecticides, les larves résistantes se développent plus lentement et vivent moins longtemps que les autres, souvent victimes de prédateurs.



# L'action de la sélection naturelle sur les populations



## Modélisation de la dérive génétique



# Un exemple de spéciation



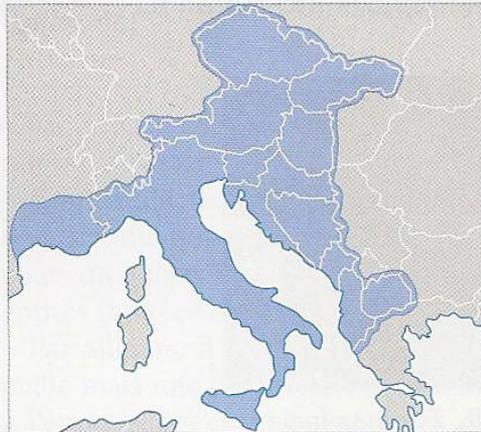
◀ *Zerynthia cassandra*



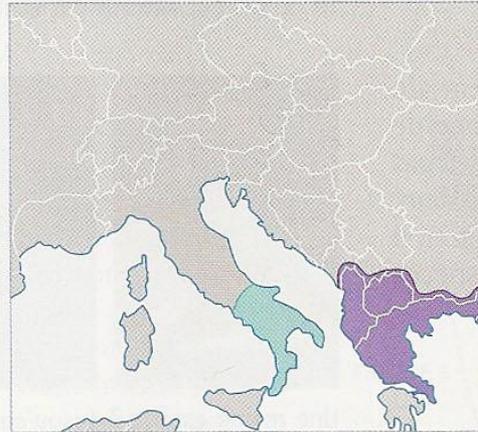
*Zerynthia polyxena* ▶

*Zerynthia cassandra* ou *Zerynthia polyxena* ? Ces deux papillons appartiennent à deux espèces « jumelles ». Très semblables morphologiquement, elles se différencient par la forme de leurs organes reproducteurs, empêchant toute hybridation. Les grandes ressemblances constatées laissent

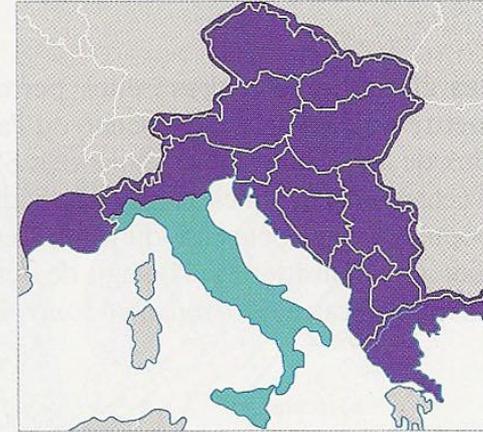
cependant supposer une origine commune pour ces deux espèces. Leurs aires de répartition actuelles (*carte 3, ci-dessous*) et l'histoire géographique de cette région permettent de proposer un scénario évolutif ayant conduit à cette **spéciation**.



Carte 1 : Répartition supposée de l'espèce ancestrale Z avant les dernières glaciations



Carte 2 : Répartition supposée de l'espèce ancestrale Z pendant les glaciations du quaternaire



Carte 3 : Aires actuelles de répartition des deux espèces (*Z. cassandra* en bleu et *Z. polyxena* en violet)

## Mécanisme de la spéciation chez *Zerynthia*

Durant la dernière **glaciation** du quaternaire, le climat général en Europe est devenu trop froid et trop sec pour de nombreuses espèces adaptées aux climats tempérés. Certaines se sont maintenues dans des zones aux climats plus doux, dites zones refuges, comme le sud de l'Italie ou le sud des Balkans. C'est le cas de l'espèce ancestrale hypothétique (que l'on nomme ici espèce Z) à l'origine des deux espèces actuelles *Zerynthia cassandra* et *Zerynthia polyxena*. Ainsi, l'espèce de papillon Z dont l'aire de répartition initiale est représentée en bleu sur la *carte 1* se trouve, lors des dernières glaciations, divisée

en deux sous-ensembles (*carte 2*). Deux populations sont alors géographiquement séparées. Leurs histoires évolutives divergent car des différences génétiques s'accumulent indépendamment dans chaque population.

À la fin de la période de glaciation, les aires de répartition des papillons s'étendent à nouveau vers le nord, jusqu'à se rencontrer au niveau de la plaine du Pô. Mais l'espèce ancestrale a divergé en deux nouvelles espèces dont les individus ne sont plus interféconds même s'ils peuvent, aujourd'hui, se rencontrer dans le nord de l'Italie.

# Evolution et spéciation

L'ADN est le support universel de l'information génétique. Au sein d'une population ou d'une espèce il existe une variabilité génétique qui se traduit par l'existence pour un gène de versions différentes appelés allèles. Ces allèles sont produits par mutations, événements rares et aléatoires et moteurs de l'évolution.

**Pb : Comment les espèces évoluent-elles et comment de nouvelles espèces apparaissent ?**

## **1°) Evolution par sélection naturelle**

Certaines mutations confèrent aux individus un avantage sélectif, par conséquent ils laissent plus de descendants que les autres. Les allèles qu'ils portent ont donc une probabilité plus grande de se répandre dans la population.

**La sélection naturelle favorise la survie ou (et) la reproduction des phénotypes les mieux adaptés à un environnement donné à un instant donné :**

**elle produit des changements non aléatoires dans la fréquence des allèles.**

## **2°) Evolution par dérive génétique :**

Certaines mutations ne confèrent aucun avantage sélectif aux individus : ces mutations sont dites neutres.

**Au fil des générations, la fréquence des allèles neutres évolue de façon aléatoire dans les populations, c'est la dérive génétique.**

La reproduction est une source de la dérive génétique car sous l'effet de la transmission aléatoire des allèles des parents aux descendants, certains allèles peuvent être surreprésentés ou sous-représentés parmi les descendants.

## **3°) La spéciation ou formation de nouvelles espèces :**

Sous l'effet de la sélection naturelle et de la dérive génétique, les génotypes de deux populations d'une même espèce peuvent diverger au cours du temps. Parfois les changements empêchent alors les individus des 2 populations de se reproduire entre elles.

Ces 2 populations forment alors 2 espèces distinctes et nouvelles.

**Cl : Sélection naturelle et dérive génétique sont des moteurs de l'évolution et peuvent conduire à l'apparition de nouvelles espèces.**