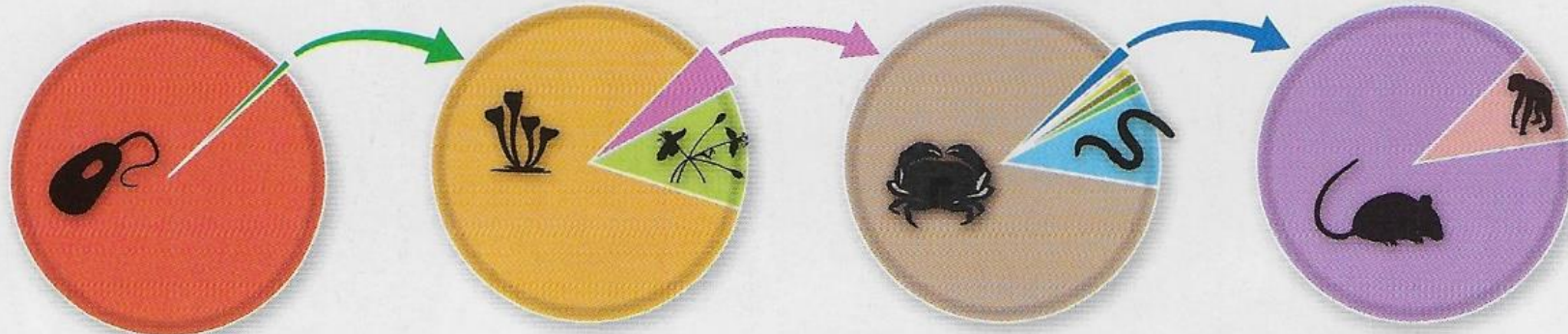


# Chapitre 4

La biodiversité et son évolution





**ENSEMBLE DU VIVANT**

- Micro-organismes
- Autres

**PLURICELLULAIRES**

- Végétaux
- Animaux
- Champignons

**ANIMAUX**

- Arthropodes
- Nématodes
- Poissons téléostéens
- Amphibiens
- Sauropsidés
- Mammifères

**MAMMIFÈRES**

- Primates
- Autres mammifères

On estime actuellement que 3 % des espèces de mammifères, 10 à 20 % des végétaux, 21 % des poissons, 33 % des amphibiens, 70 % des insectes, plus de 90 % des nématodes et plus de 99,9 % des bactéries n'ont pas encore été découverts.

**Biodiversité connue**

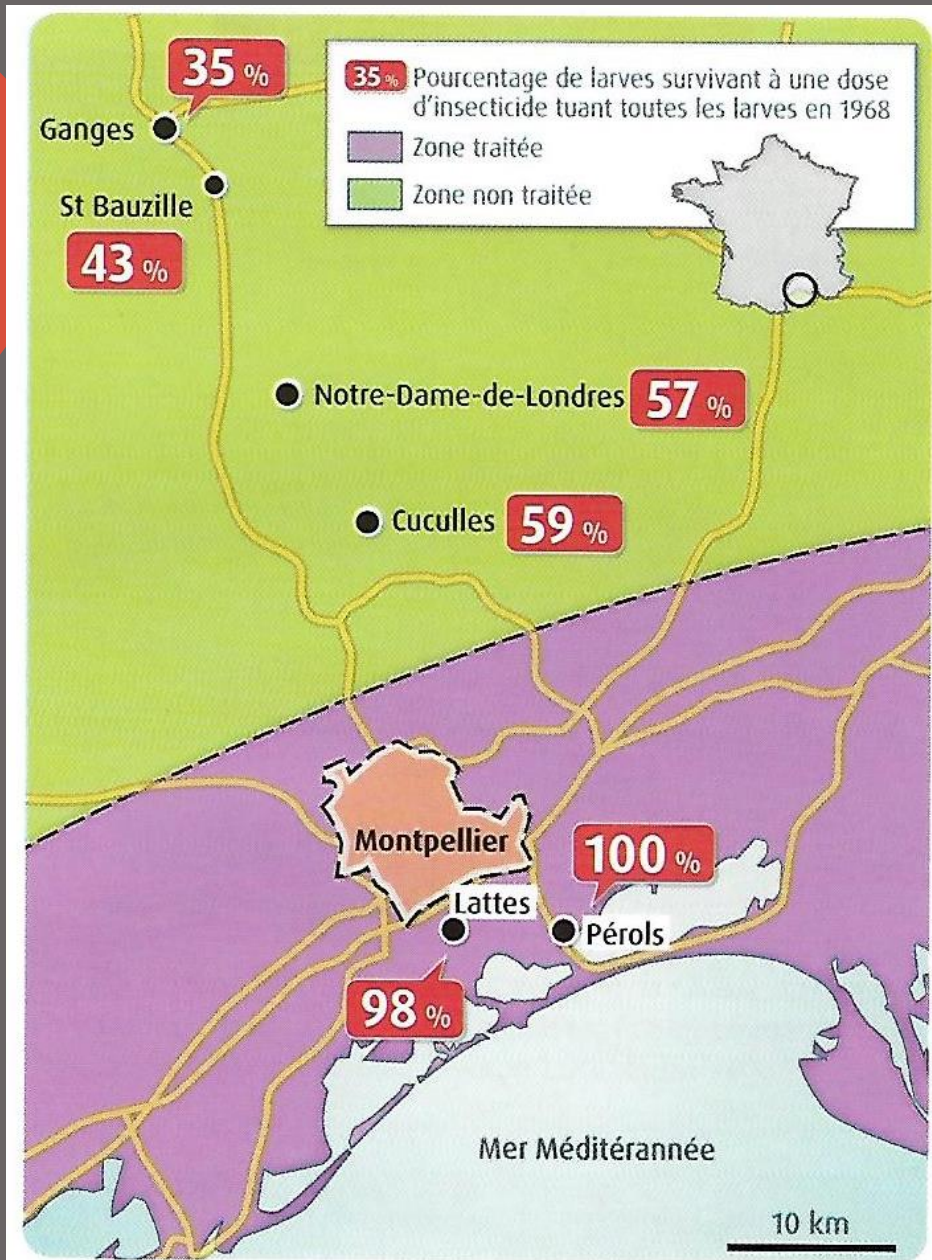


On constate que sur l'ensemble du monde vivant, 99,9% de bactéries n'ont pas encore été découvertes.

Il serait donc pertinent de chercher de nouvelles espèces dans ce groupe car c'est celui qui est le moins connu.

Enfin, notre connaissance des espèces est assez complète pour certaines : mammifères, végétaux mais encore **très faible** pour la plupart des autres groupes qui constituent le vivant.

# Correction activité 9 : l'action de la sélection naturelle



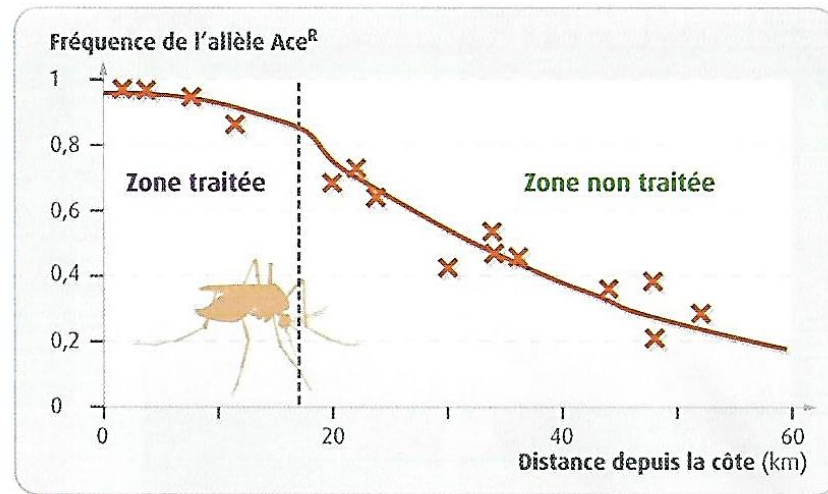
Hypothèses possibles :

- Les moustiques sont devenus résistants aux insecticides
- L'exposition des moustiques aux insecticides a permis une modification qui les a rendu résistants

A moins que vous n'ayez formulé une autre hypothèse, **les deux présentées ci-dessus sont fausses.**

Dans un milieu donné, certains allèles peuvent conférer un avantage aux individus qui les portent, par exemple de plus grandes chances de survie. Plus adaptés au milieu, ces individus laisseront plus de descendants que les autres. C'est ce que l'on appelle la sélection naturelle. Dans certains cas, la sélection naturelle peut s'expliquer en prenant en compte les allèles d'un seul gène. Très souvent, la sélection naturelle agit simultanément sur les allèles de nombreux gènes. C'est par exemple le cas quand elle s'accompagne de changements de taille de certains organes (plusieurs gènes sont impliqués).

**1** L'action de la sélection naturelle sur les populations.

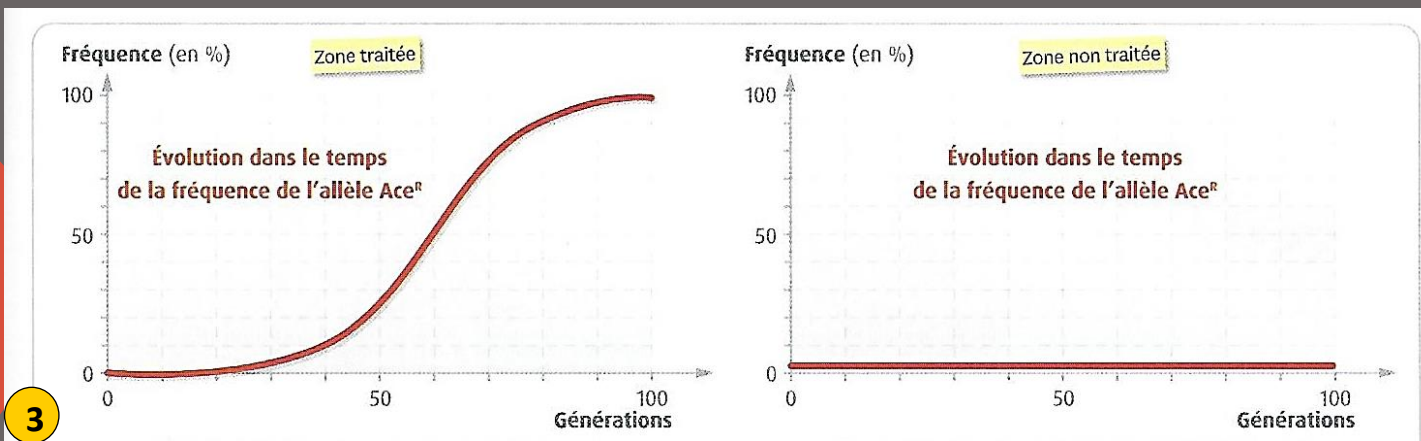


**2** Fréquence de l'allèle  $Ace^R$  dans différentes populations de moustiques de la région de Montpellier en 2001. L'allèle  $Ace^R$  du gène  $Ace$  est apparu bien avant 1968, de façon aléatoire à la suite d'une mutation. Avant 1968, sa fréquence était inférieure à 0,1. L'allèle  $Ace^R$  confère 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.

J'observe dans le document 2 une fréquence importante de l'allèle  $Ace^R$  au niveau de la zone traitée (proche de 1 soit 100%).

Je sais que cet allèle procure une résistance aux insecticides chez les individus qui les portent et qu'il existe dans la population de moustique bien avant la période où le traitement aux insecticides a débuté.

J'en déduis que dans la zone traitée, les individus porteurs de cet allèle ont pu résister aux insecticides tandis que ceux qui ne possédaient pas cet allèle ont disparu.



J'observe dans le document 3 une augmentation de la fréquence de l'allèle ACE<sup>R</sup> au fur et à mesure des générations dans la zone traitée. Dans le cas de la zone non traitée, cette fréquence reste stable et très faible (0.1%)

J'en déduis que la présence d'insecticide va **sélectionner** les moustiques porteurs de l'allèle ACE<sup>R</sup> ce qui explique l'augmentation de la fréquence de cet allèle

RQ. Dans la zone non traitée, cet allèle ne confère pas un avantage, au contraire (développement plus lent des larves), ce qui explique que la fréquence stagne à des valeurs aussi faibles

## Synthèse :

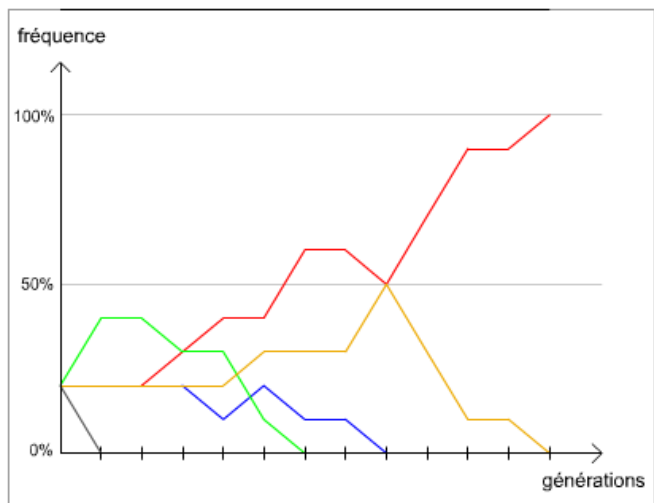
Dans la zone traitée, l'allèle ACE<sup>R</sup> procure un avantage aux moustiques qui en sont porteur, en leur permettant de résister aux insecticides.

Ces individus vont donc survivre et se **reproduire**, ce qui augmente la fréquence de cet allèle de génération en génération dans cette zone.

C'est ce qu'on appelle : la **sélection naturelle**

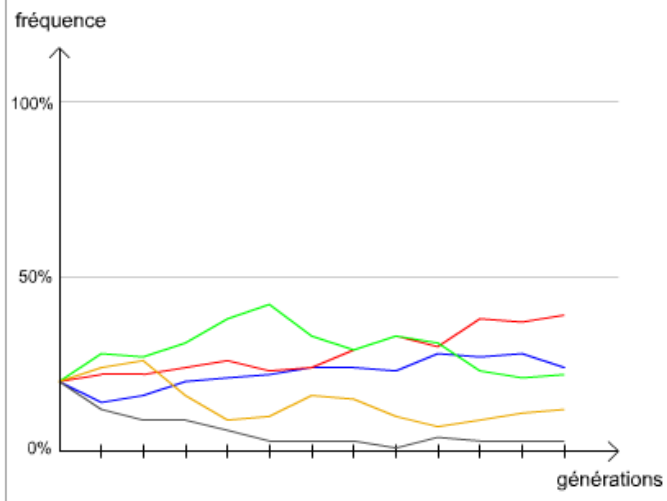
La bonne hypothèse aurait été : des individus portaient des allèles leur conférant une résistance aux insecticides, lors des traitements, ils ont été sélectionnés et ils se sont reproduits.

# Correction activité 9 : la dérive génétique



Fréquence des couleurs

Exemple de l'évolution des formes alléliques (5 couleurs) au bout de 12 générations pour une population de 10 individus.



Fréquence des couleurs

Exemple de l'évolution des formes alléliques (5 couleurs) au bout de 12 générations pour une population de 100 individus.

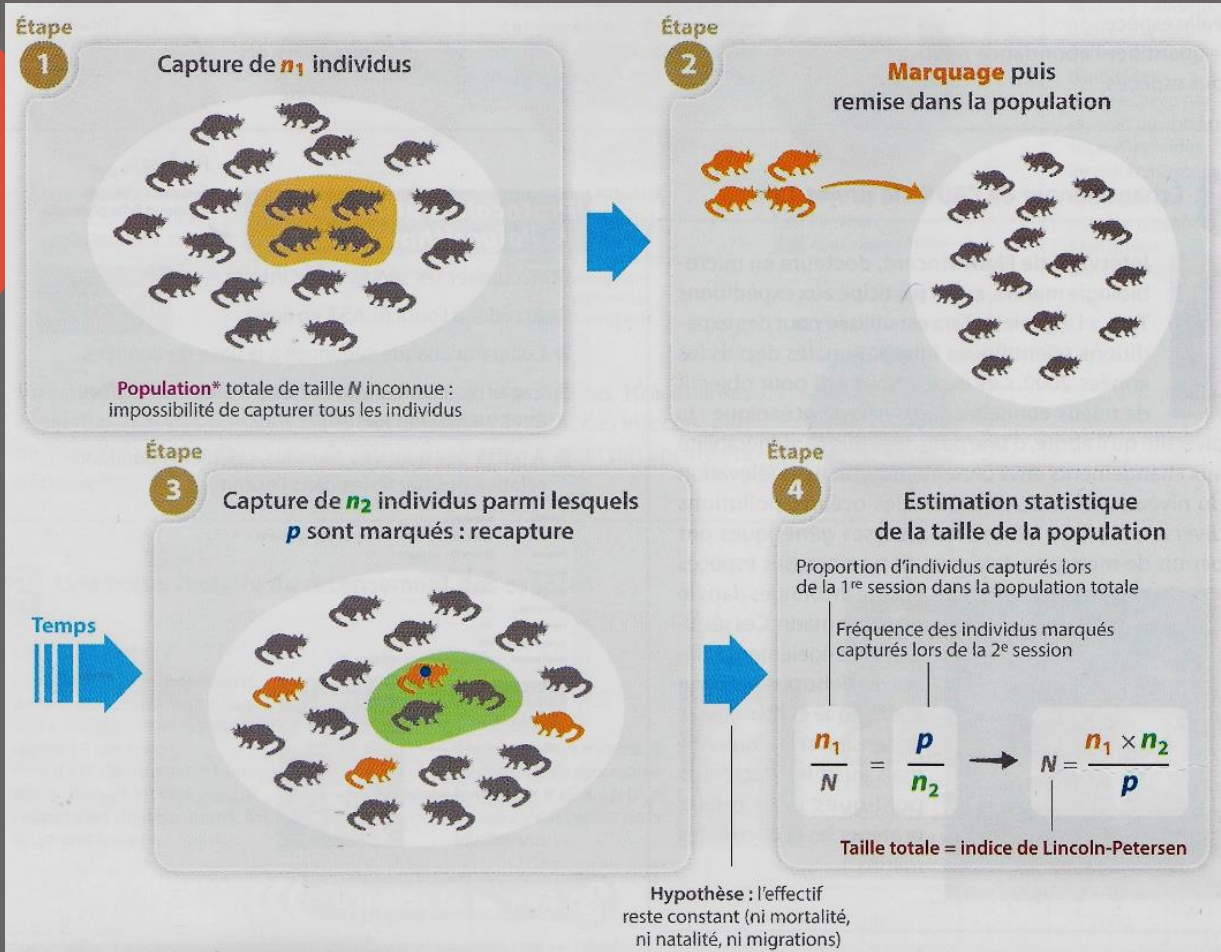
Dans une petite population, On observe qu'une couleur est devenue majoritaire, les autres ont disparu **au hasard des transmissions d'une génération à une autre.**

Dans une grande population, cette fois, aucune des formes n'a disparu. On observe une augmentation de fréquence pour certaines formes et une diminution pour d'autres.

Là aussi, la transmission **au hasard** des allèles d'une génération à une autre explique cette évolution des fréquences mais comme la population est dix fois plus nombreuses, statistiquement, il est plus rare de voir un allèle disparaître.

Ces allèles ne sont pas soumises aux pressions de sélection du milieu, elles vont donc se **répandre au hasard** dans la population,  
c'est la **dérive génétique**

# Correction activité 9 : mesurer la biodiversité continentale



Sur un territoire donné, 42 lapins de garenne ont été capturés, marqués puis remis en liberté. Une semaine plus tard, 79 lapins ont été recapturés parmi lesquels 2 étaient marqués.

En utilisant la méthode CMR, estimer la taille de la population totale de lapins.

Dans cet exercice,  $n_1=42$ ,  $n_2=79$  et  $p=2$ .

Ainsi

$$N = \frac{42 \times 79}{2} = 1659 \text{ lapins}$$

## Correction activité 9 : Le modèle de Hardy-Weinberg

La drépanocytose est une maladie génétique mortelle qui atteint les humains portant deux allèles HbS (HbS//HbS). l'allèle HbA est l'allèle « sain ».

En vous aidant du document présentant le modèle de Hardy-Weinberg, **déterminer les fréquences des allèles HbA et HbS en 1970.**

Génotype	(HbA//HbA)	(HbA//HbS)	(HbS//HbS)	Total (N)
Nombre d'individus en 1970	370	170	1	541
Nombre d'individus en 2000	430	190	2	622

$$f(\text{HbA})=p=\frac{2 \times 370 + 170}{2 \times 541} = 0.84$$

$$f(\text{HbS})=q=\frac{170 + 2 \times 1}{2 \times 541} = 0.16$$

$$f(\text{HbA}) = 0.84$$

$$f(\text{HbS}) = 0.16$$

Génotype	(HbA//HbA)	(HbA//HbS)	(HbS//HbS)	Total (N)
Nombre d'individus en 1970	370	170	1	541
Nombre d'individus en 2000	430	190	2	622

Déterminer les nombres d'individus théoriquement attendus en 2000.

$$\text{Individus (HbA//HbA) attendus} = p^2 \times N_{2000} = 0.84^2 \times 622 = 439$$

$$\text{Individus (HbA//HbS) attendus} = 2pq \times N_{2000} = 2 \times 0.84 \times 0.16 \times 622 = 167$$

$$\text{Individus (HbS//HbS) attendus} = q^2 \times N_{2000} = 0.16^2 \times 622 = 16$$

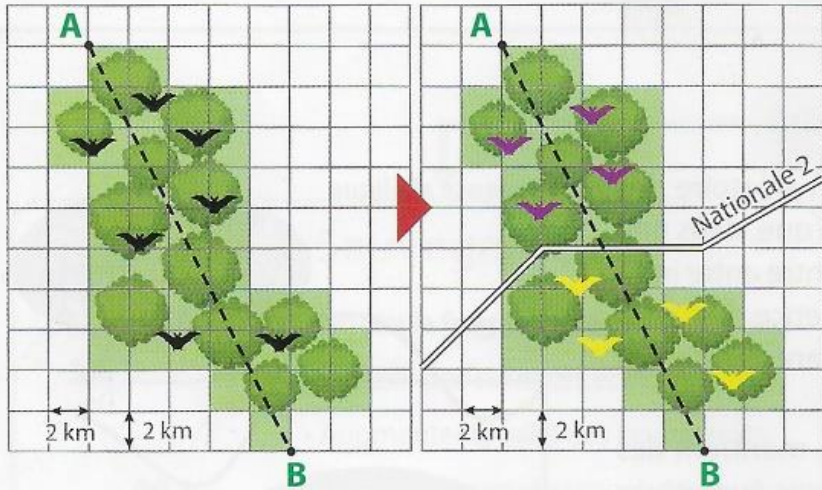
On calcule 16 individus (HbS//HbS) contre 2 observés. Cette différence s'explique par le fait que les individus (HbS//HbS) meurent plus précocement, c'est un effet de la sélection naturelle

# Correction activité 9: l'effet de la fragmentation de l'habitat sur la diversité génétique d'une population



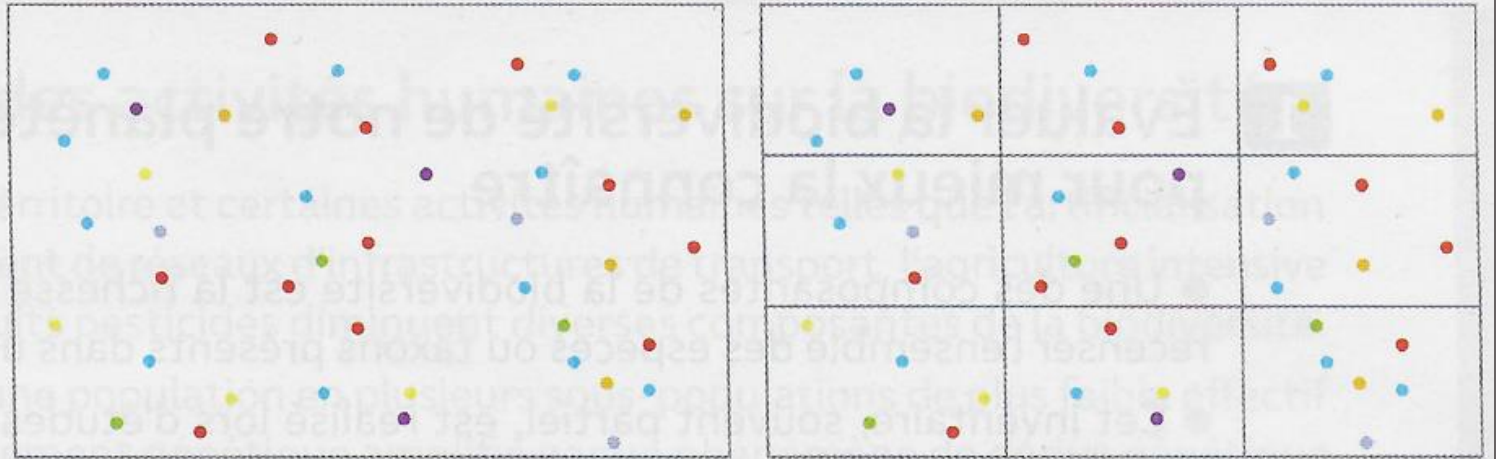
Individu de petit rhinolophe

Le petit rhinolophe *Rhinolophus hipposideros* est une espèce de chauve-souris commune en France et présente en forêt de Compiègne. Des travaux menés par l'équipe de F. Claireau (doc. 4) ont montré que la route Nationale 2 (une route à 2 x 2 voies à cet endroit) pourrait être une barrière limitant le passage des individus et pouvant isoler les populations. La nationale est considérée comme ayant une surface négligeable par rapport à la taille de la forêt.




Le petit rhinolophe *Rhinolophus hipposideros* est une espèce de chauve-souris commune en France et présente en forêt de Compiègne. Des travaux menés par l'équipe de F. Claireau (doc. 4) ont montré que la route Nationale 2 (une route à 2 x 2 voies à cet endroit) pourrait être une barrière limitant le passage des individus et pouvant isoler les populations. La nationale est considérée comme ayant une surface négligeable par rapport à la taille de la forêt.

➤ La diversité génétique est ici symbolisée par la diversité de forme et de couleur des billes et la fragmentation par les frontières séparant les 9 rectangles.



Effets de la fragmentation des populations sur leur composition génétique

Le modèle de Hardy-Weinberg est valide sous la condition d'une population de grande taille. Cependant, l'effectif d'une population peut rapidement diminuer, par exemple suite à une fragmentation de son milieu de vie. Cette diminution d'effectif génère des sous-populations présentant moins d'allèles. La dérive génétique renforce la perte de diversité génétique



On observe que la fragmentation d'une population à cause d'une construction humaine (une route le plus souvent) peut aboutir à un isolement génétique des groupes.

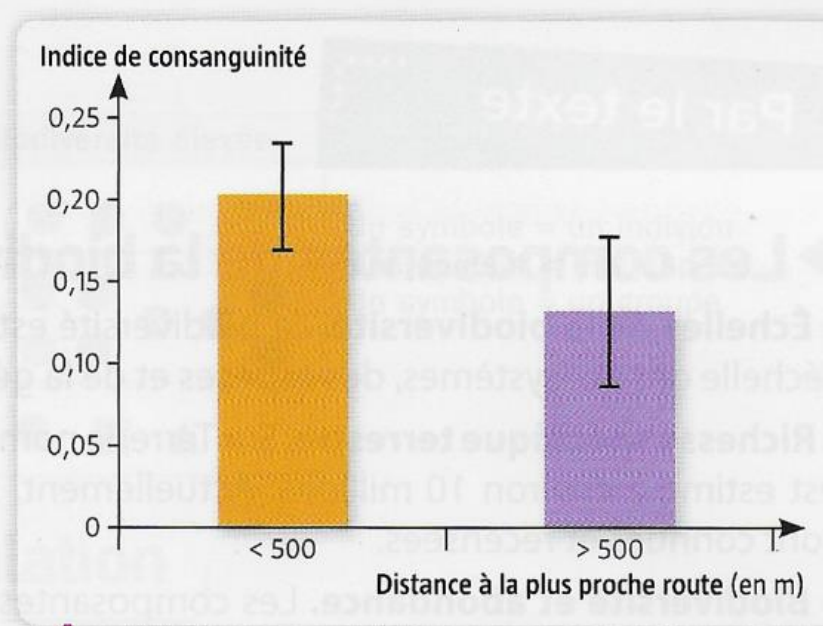
Chacun d'entre eux emporte avec lui certains allèles.

On sait que la dérive génétique dans une petite population peut aboutir au bout de quelques générations à la disparition d'un allèle au sein du groupe.

J'en déduis que la fragmentation d'une population peut aboutir à un risque de perte génétique (disparition d'allèle)



- La consanguinité est le résultat d'une reproduction sexuée impliquant des individus possédant un même ancêtre direct. Comme des individus très apparentés possèdent de nombreux allèles communs, il résulte de leurs croisements une augmentation des **individus homozygotes**. Cela diminue la diversité génétique.
- Or une population à faible diversité génétique a un plus fort risque d'extinction. En effet, si les conditions du milieu changent, la probabilité qu'il existe des individus de génotypes adaptés à ces nouvelles conditions est plus faible.
- On mesure un indice de consanguinité des populations de triton palmé, espèce vivant dans les mares. Plus l'indice est élevé, plus la consanguinité est forte et la diversité génétique faible.
- À cause de la mortalité qu'elles provoquent, la présence de routes limite les phénomènes de migration des individus entre les mares. Les routes limitent donc les effectifs.

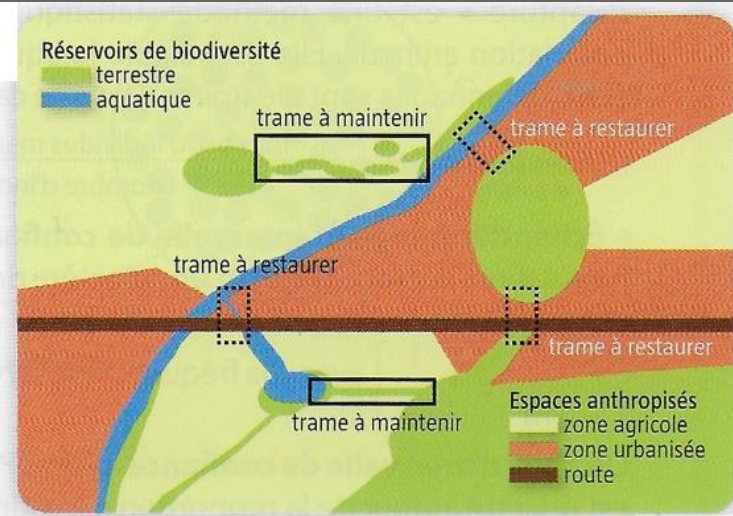


Indice de consanguinité de populations de triton palmé en Haute-Normandie en fonction de la distance de la mare à la route.

Ce document confirme les effets présentés dans l'étude précédente. En effet, on observe que dans les petits groupes d'individus, la consanguinité est forte, ce qui entraîne l'apparition d'individu **homozygote** (mêmes allèles pour un gène) et donc une faible diversité génétique (ou allélique dans ce cas). Cette faible diversité est un risque pour l'espèce qui, en cas de changement du milieu, a une probabilité faible d'avoir des individus de génotypes adaptés à ces nouvelles conditions. L'espèce risque alors de disparaître.

- De nombreuses mesures de préservation ont été mises en place.

Mesure de préservation	Principe de la mesure de la préservation	Objectif de la mesure de la préservation
Corridor écologique	Maintenir ou créer des voies de déplacement, de dispersion ou de migration dans un habitat fragmenté.	Favoriser le déplacement des individus nécessaire à leur reproduction.
Réservoir de biodiversité	Maintenir un espace où la biodiversité est riche, où les espèces peuvent vivre et à partir duquel elles peuvent se disperser.	Maintenir la diversité génétique des populations voisines pouvant être limitée par la fragmentation de l'habitat.
Protection de la faune et de la flore	Contrôler l'exploitation commerciale, la chasse, la pêche et rétablir des habitats naturels.	Conservation d'espèces protégées (menacées ou en voie d'extinction).
Protection des espaces naturels	Maintenir des habitats naturels en empêchant toute construction ou plantation susceptible de les faire disparaître.	Maintenir la présence de certaines espèces en conservant leur habitat.



- En 2007, une politique publique (la trame verte et bleue) est mise en place pour constituer ou reconstituer un réseau écologique permettant aux populations de circuler et d'accéder aux zones nécessaires à leur cycle de vie. Les populations ne sont ainsi plus isolées et peuvent atteindre des sites de reproduction.

Afin de maintenir les groupes à un effectif suffisant pour ne pas risquer leur disparition, il faut effectuer des aménagements : **corridor écologique** qui permet aux individus de se déplacer

et de ne plus risquer l'isolement génétique décrit précédemment.

**Maintenir des réservoirs de biodiversité** pour maintenir la diversité génétique

**Protéger la faune et la flore** pour conserver des espèces en voie d'extinction

**Protéger les espaces naturels** pour conserver l'habitat originel et empêcher sa fragmentation.