



CHAPITRE 5 : LES MÉCANISMES ÉVOLUTIFS DE LA BIODIVERSITÉ

Introduction

On a vu que la diversité au sein d'une espèce était due à une variabilité génétique sous forme d'allèles.

Pour qu'il apparaisse des modifications génétiques dans une population, il faut que cette innovation, apparue chez quelques individus, puisse se répandre dans celle-ci et donc il faut que la **fréquence des allèles nouveaux augmente**.

Problème : Quels sont les mécanismes qui permettent une modification de la fréquence des allèles ?



LA SÉLECTION NATURELLE

Correction de l'activité 10, 1^{ère} partie

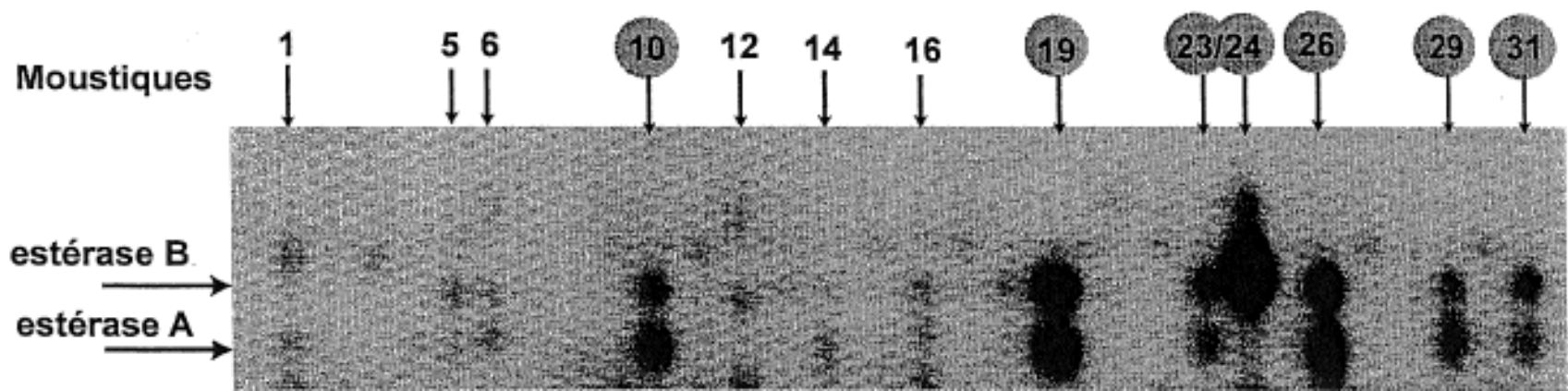
Hypothèse : les moustiques ont développé une résistance aux insecticides.

J'observe d'après le document 1 que l'insecticide a pour cible une enzyme : **l'acétylcholine estérase** (Ace). Celle-ci est nécessaire au fonctionnement des neurones.

Deux mécanismes peuvent expliquer une résistance aux insecticides :

- soit l'insecticide n'atteint pas sa cible
- soit la cible n'est pas sensible à l'insecticide.





Les moustiques 10, 19, 23, 24, 26, 29, et 31 sont des moustiques résistants ; les autres sont des moustiques sensibles.

1^{er} mécanisme : les moustiques fabriquent des **estérases** (enzyme) capable de modifier des liaisons (liaison ester) dans certains insecticides. Ce dernier ne peut alors plus atteindre sa cible.

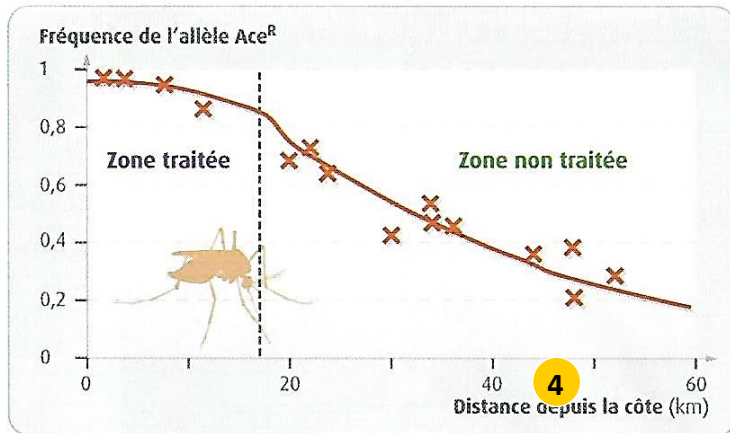
On observe que les moustiques résistants fabriquent beaucoup plus d'estérase que les moustiques sensibles aux insecticides ce qui explique leur résistance.



2^{ème} mécanisme : la cible (Ace) est insensible (on dit résistante) à l'insecticide.

La comparaison des allèles AceS et AceR montrent 28 différences sur 2109 nucléotides.

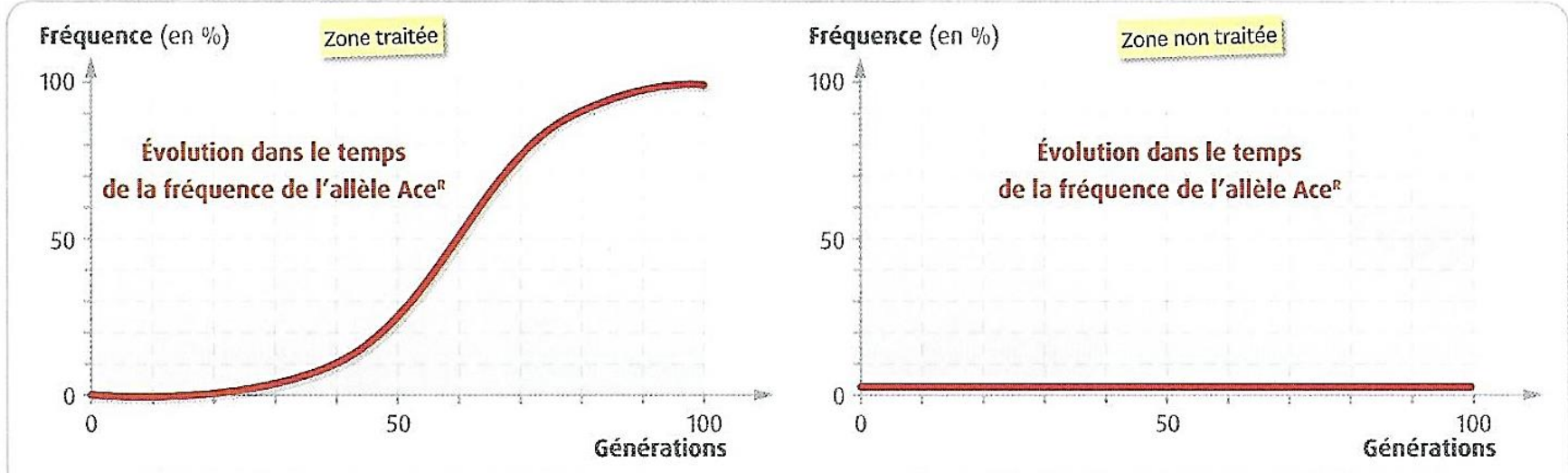
Ces mutations expliquent que l'Acétylcholine estérase fabriquée par l'allèle AceR soit devenue résistante à l'action de l'insecticide.



5 Fréquence de l'allèle Ace^R dans différentes populations de moustiques de la région de Montpellier en 2001. L'allèle

J'observe **une fréquence importante de l'allèle Ace^R** au niveau de la zone traitée (proche de 1 soit 100%). Or 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 ou 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 et vivre** tandis que ceux qui ne possédaient pas cet allèle ont **disparu**.

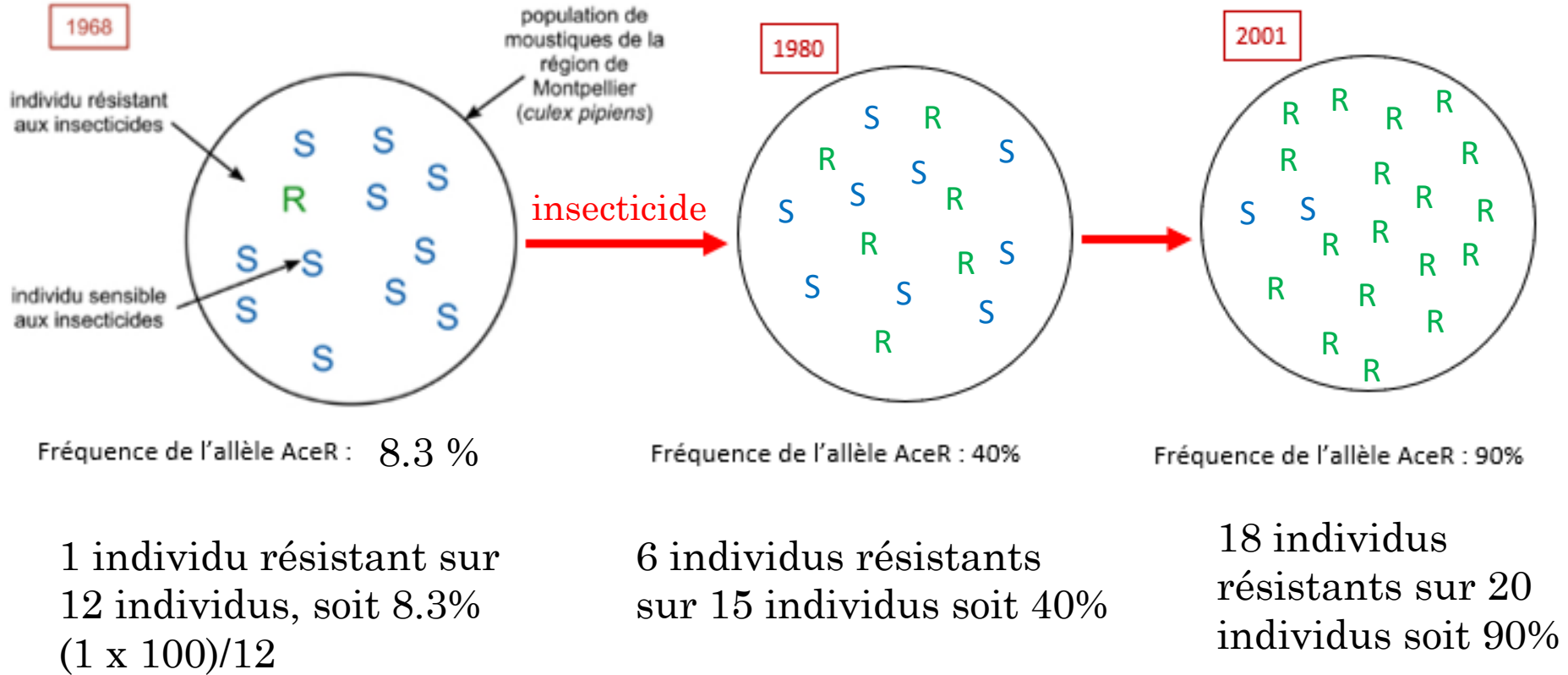


J'observe dans le document 3 une **augmentation de la fréquence de l'allèle Ace^R au fur et à mesure des générations dans la zone traitée**. Dans le cas de la zone non traitée, cette fréquence reste stable et très faible (0.1%)

J'en déduis que la présence d'insecticide va **sélectionner** les moustiques porteurs de l'allèle ACE^R 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



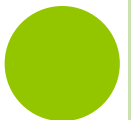


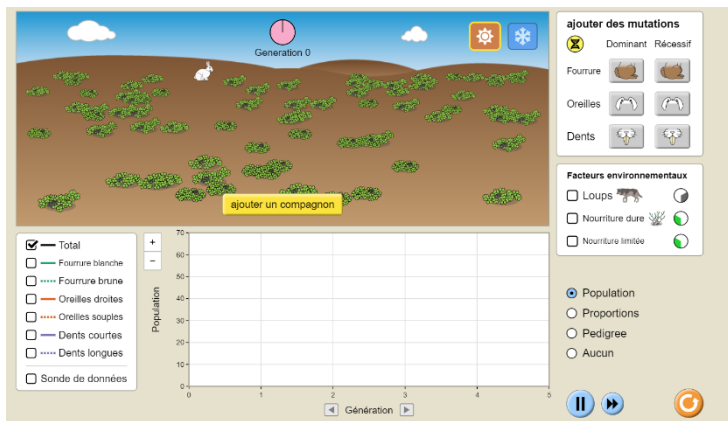
L'utilisation d'insecticide élimine une partie des individus sensibles (porteur de l'allèle AceS). Les individus résistants (porteurs de l'allèle AceR) restent vivants et se reproduisent.

Synthèse :

Dans la zone traitée, l'allèle ACE^R procure un **avantage** aux moustiques en leur permettant de résister aux insecticides. Ces individus sont **mieux adaptés** à ce milieu de vie, ils ont plus de **chance de survie**. Ils vont donc laisser **davantage de descendants**, ce qui augmente la fréquence de cet allèle de génération en génération dans cette zone.

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





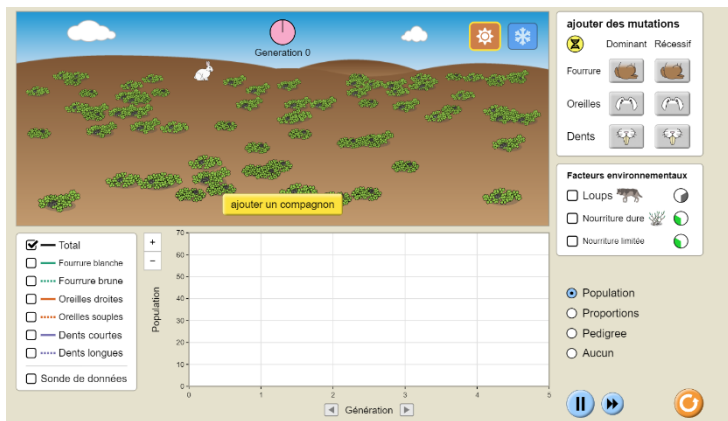
Expérimentations possibles :
Je fais l'hypothèse que le lapin blanc aura plus de chances de survivre en présence des loups dans le climat arctique parce que ce phénotype est plus difficilement repérable par les loups dans la neige.

Phénotype	TEMOIN Effectif après 3 générations	TEMOIN Effectif après 7 générations	EXPERIENCE Effectif après 3 générations	EXPERIENCE Effectif après 7 générations
Blanc	18	180	14	300
Brun	0	0	5	0

On observe que les lapins à fourrure brune sont davantage éliminés que ceux à fourrure blanche.

Dans ce milieu et dans ces conditions, le lapin à fourrure blanche est avantagé, il se reproduit donc davantage. la caractère fourrure blanche est donc transmis à la génération suivante, sa fréquence augmente.

Rq. On observera l'inverse en milieu tempéré



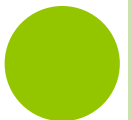
Expérimentations possibles :
Je fais l'hypothèse que le lapin à longues dents aura plus de chances de survivre avec une végétation plus coriace dans le climat tempéré parce que ce phénotype permet aux lapins de mieux se nourrir.

Phénotype	TEMOIN Effectif après 3 générations	TEMOIN Effectif après 7 générations	EXPERIENCE Effectif après 3 générations	EXPERIENCE Effectif après 7 générations
dents courtes	18	5	13	3
dents longues	0	0	5	49

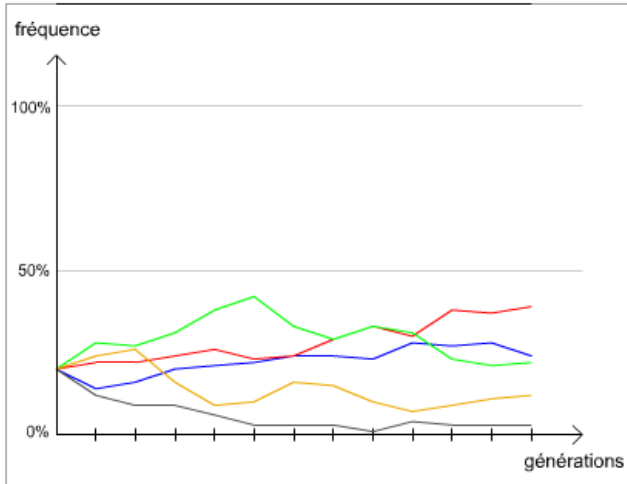
Dans ce milieu et dans ces conditions, le lapin à dents longues est avantagé, il se nourrit mieux et donc il se reproduit donc davantage. la caractèrè dents longues est donc transmis à la génération suivante, sa fréquence augmente.



Les facteurs environnementaux exercent en permanence un « tri » sur les individus d'une population : c'est la **SÉLECTION NATURELLE**. Elle conduit au fait que certains individus, les mieux adaptés, parviendront à la maturité sexuelle et auront une descendance plus nombreuse que d'autres dans certaines conditions. Par conséquent, ces individus transmettront par la reproduction leurs allèles à leur descendance ce qui a pour effet de modifier le phénotype de la population.

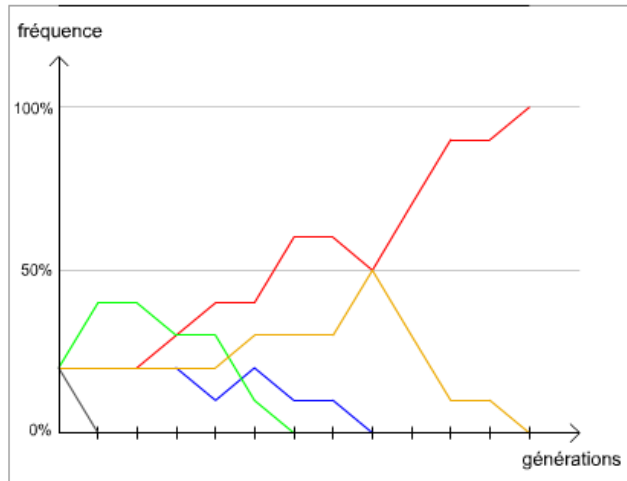


Correction de l'activité 10, 2^{ème} partie



Fréquence des couleurs

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



Fréquence des couleurs

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



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

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.**

La transmission **au hasard** des allèles d'une génération à une autre explique cette évolution des fréquences mais dans une population où l'effectif est élevé, 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**



	HLA					Groupes sanguins		
	A10	A11	A28	B5	B12	A	B	O
Europe, USA	3 à 5	4,5 à 7,4	2 à 4	4 à 8	9 à 18	25 à 32	6 à 14.5	3 à 5
Huttérites	14	0	0	14	8	35	2	14
Amish	7	14	0,7	6	19	66	6,5	0,2

Fréquence en % de quelques allèles des gènes des groupes tissulaires HLA et des groupes sanguins des systèmes ABO et Kell (Mc Lellan et al. 1987)

Amish et Huttérites présentent des fréquences qui sont très différentes des moyennes constatées dans les populations européennes et nord américaines.

Cela provient du fait que chaque colonie **a été fondée à partir d'un petit nombre d'individus.**

La **dérive génétique est forte** et a fait évoluer la fréquence des allèles de manière aléatoire, certains allèles ont alors disparu comme HLA A11 et A28 chez les Huttérites, pour d'autres la fréquence augmente par rapport au reste du monde.



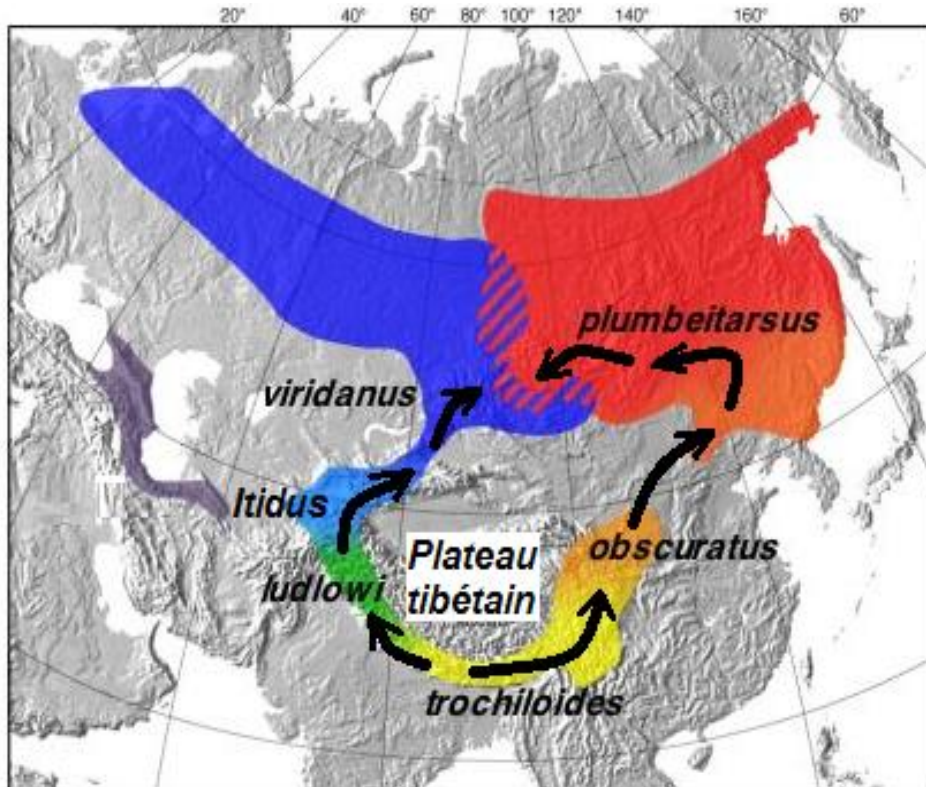
De nombreux gènes (ou allèles) ne sont pas soumis à la sélection naturelle car ils ne confèrent **ni d'avantages ni d'inconvénients** particuliers aux individus qui les portent (ce sont des **allèles neutres**). Ces allèles vont donc se répandre de **manière aléatoire (= sous l'effet du HASARD)** dans la population : c'est la **DÉRIVE GÉNÉTIQUE**.

Ce phénomène s'observe d'autant mieux que **l'effectif de la population est faible**. C'est le cas par exemple lorsque qu'une population voit ses effectifs diminuer ou lorsqu'un groupe d'individus s'isole du reste de la population.



Un exemple de spéciation liée à une modification de communication

Correction de l'activité 11



Zone de contact entre les populations *P. viridanus* et *P. plumbeitarsus*



Aire de répartition de la population initiale de pouillots, avant migrations



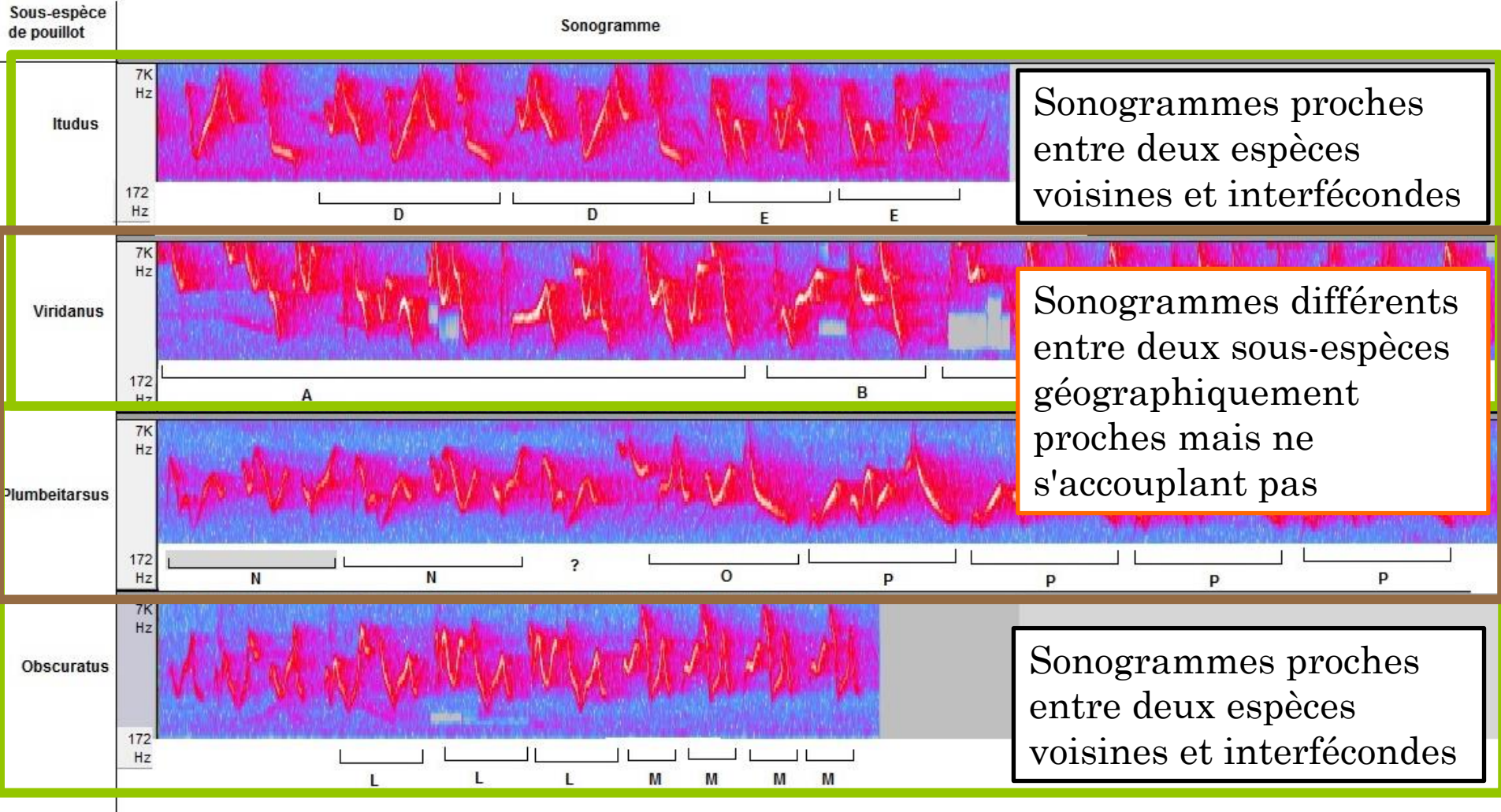
Flux migratoires des populations de Pouillots



2000 Km



Analysons les sonogrammes de ces différentes populations de Pouillot.



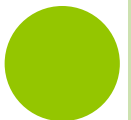
L'impossibilité d'accouplement est donc d'origine comportementale.
Des chants trop différents empêchent la reconnaissance entre mâle et femelle.

J'observe que les Sonogrammes des Pouillots *viridanus* et *plumbeitarsus* sont différents.

La différence trop importante entre les deux chants empêche les individus de s'accoupler.

J'en déduis que ces deux types de Pouillots appartiennent à deux espèces différentes.

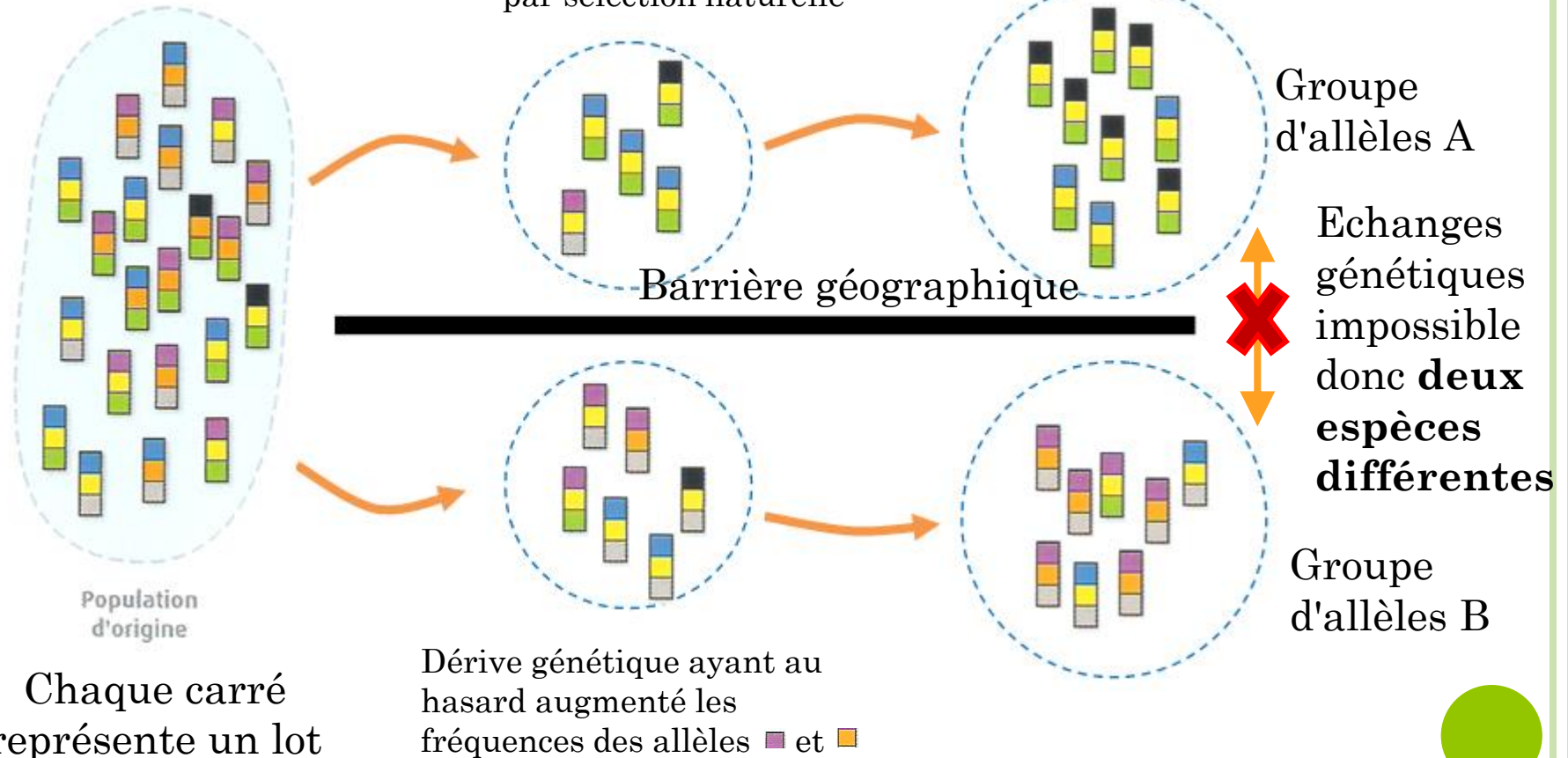
Cet exemple montre que des perturbations de la communication entre individus d'une même population (changement du chant) peuvent conduire à **l'isolement reproducteur d'une sous-population**, et être ainsi à l'origine d'un événement de spéciation.



Modifications génétique par sélection naturelle et/ou dérive génétique : l'origine de la spéciation

Milieu favorisant les individus porteurs de l'allèle noire

Augmentation de l'allèle ■ par sélection naturelle



Chaque carré représente un lot d'allèles de la population d'origine

Dérive génétique ayant au hasard augmenté les fréquences des allèles ■ et ■



LES MÉCANISMES ÉVOLUTIFS (= les « forces » évolutives)

Des innovations génétiques

- Les **mutations**
- Autres (cf. spécialité)

Ex. :

Les couleurs du pelage chez le lapin ou le chat.

Les points chez la coccinelle etc.

La **sélection naturelle**

Les facteurs environnementaux exercent un « TRI » sur les individus d'une population

Ex. :

La résistance des moustiques aux insecticides

La **dérive génétique**

Évolution au « HASARD » de la fréquence des allèles au sein d'une population

Faible effectif

Variation importante de la fréquence des allèles →
Perte ou fixation

Ex. le cas des Huttérites.

Perte de diversité allélique
(appauvrissement génétique)

Fort effectif

Faible variation de la fréquence des allèles →
Maintien

Ex. les allèles du « système ABO »

Maintien de la diversité allélique

