

Chapitre 4 : Les mécanismes évolutifs à l'origine d'une évolution de la biodiversité

Problématique :

Quels sont les mécanismes qui influencent l'évolution de la biodiversité ?

Plan :

I – Mutations et création de diversité intraspécifique

II – Des forces évolutives qui font varier la fréquence des allèles de génération en génération

A. La dérive génétique

B. La sélection naturelle

III – Des mécanismes évolutifs à l'origine de nouvelles espèces : la spéciation

Les mutations ponctuelles

Différents types de mutations ponctuelles

A C G A T C C G
T G C T A G G C

→
substitution

A C G T T C C G
T G C A A G G C

A C G A T C C G
T G C T A G G C

→
délétion

A C G T C C G C
T G C A G G C G

A C G A T C C G
T G C T A G G C

→
**addition ou
insertion**

A C G A G T C C
T G C T C A G G

Une mutation crée une nouvelle forme d'un gène : les allèles

ATTGATGTACGTATAGTCGATTGAC

Version ancestrale d'un gène

Une mutation

Une mutation

Une mutation

Une mutation

ATT**C**ATGTACGTATAGTCGATTGAC

ATTGATGTACGTAT**T**GTCGATTGAC

ATTGATGTACGTATAG**A**GCATTGAC

ATTGATGTACGTATAGTCGATTG**T**C

Différentes versions
(allèles) d'un gène

7 Les origines des différents allèles d'un gène.

Les différents allèles d'un gène proviennent d'un même gène ancestral qui a subi une ou plusieurs mutations. La séquence d'ADN correspondant est donc légèrement modifiée entre les différents allèles. Ces différentes versions sont ensuite transmises au fil des générations aux descendants de l'individu qui possédait le gène ancestral. La diversité des allèles au sein d'une espèce définit la biodiversité génétique.

D'étranges drosophiles aux yeux sombres

Phénotype = ensemble des caractéristiques d'un individu



Phénotypes

[yeux rouges]

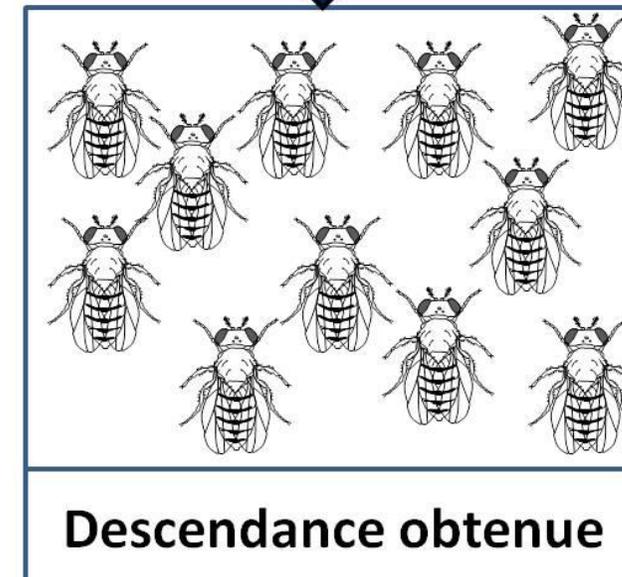
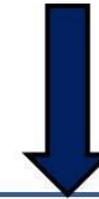
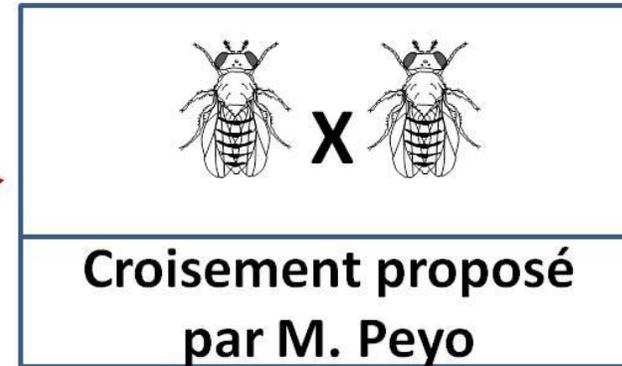
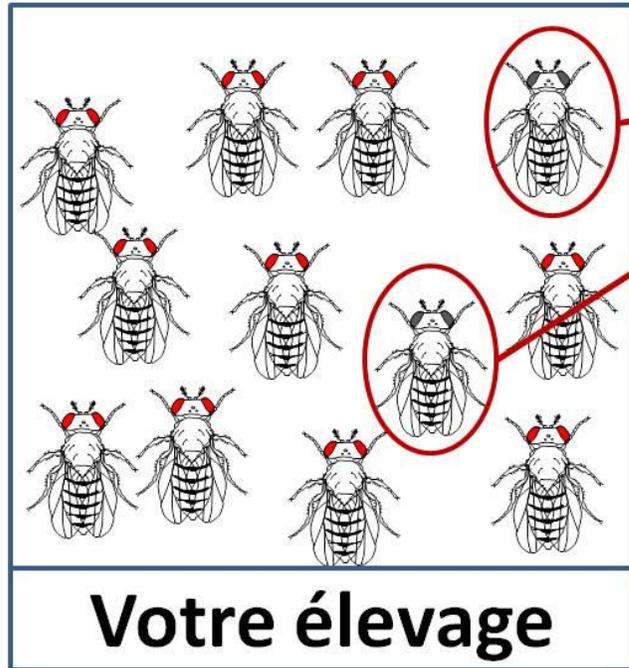


[yeux sombres]

Comment expliquer l'apparition de drosophiles aux yeux sombres dans un élevage ?

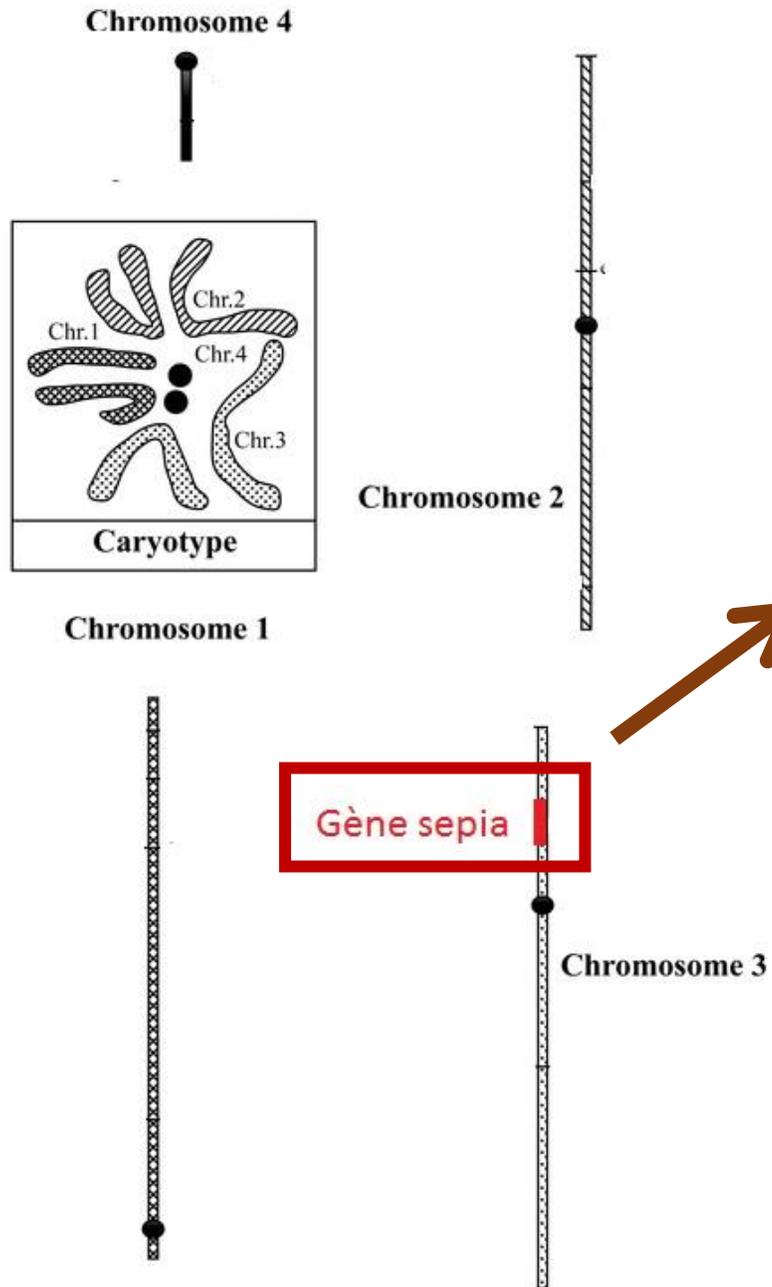
D'étranges drosophiles aux yeux sombres

Caractère influencé par l'environnement ou héréditaire ?



La couleur des yeux de la drosophile est un caractère **héréditaire** car la couleur est transmise par les parents.

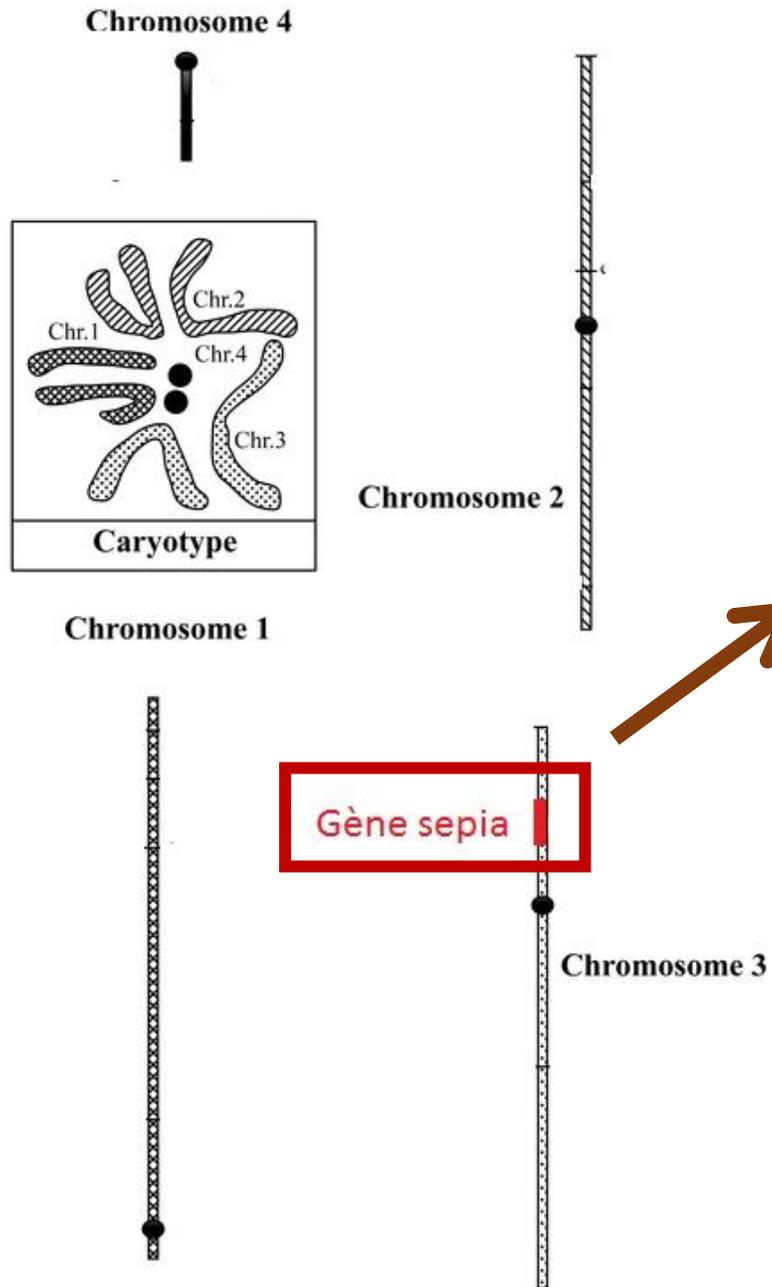
D'étranges drosophiles aux yeux sombres



Localisation d'un gène impliqué dans la couleur des yeux (sur le chromosome 3)

- Couleur de l'œil déterminée par un gène.
-> confirme que c'est un caractère **héréditaire**

D'étranges drosophiles aux yeux sombres



Séquençage du gène *sepia* chez les drosophiles aux [yeux rouges] et [yeux sombres]

Obtention de la séquence des nucléotides

D'étranges drosophiles aux yeux sombres

The screenshot shows a sequence alignment interface. At the top, a toolbar contains various icons, with a red box highlighting the 'ATGC -C-' icon. Below the toolbar, a header bar reads 'Comparaison avec alignement'. A scale at the top indicates positions 170, 180, 190, 200, and 210. The alignment table has four rows: 'Traitement', 'Identités', 'Allèle « rouge »', and 'Allèle « sombre »'. The 'Allèle « rouge »' row shows the sequence 'AGCCGGAGTGGCTGCTGGAGGAAGAATCCACAGGGCAAGGTGCCGGCTCT'. The 'Allèle « sombre »' row shows a dashed line with a red box highlighting the mutation '___TG-' at position 190. A status bar at the bottom indicates 'Sélection : 0/4 lignes'.

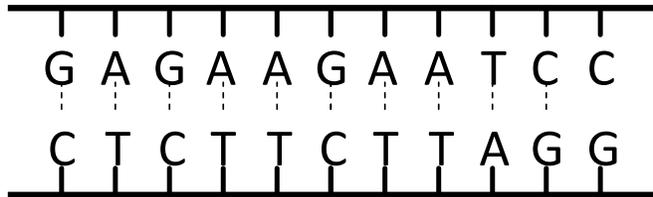
	170	180	190	200	210
Traitement					
Identités	*****	*****	*****	*****	*****
Allèle « rouge »	AGCCGGAGTGGCTGCTGGAGGAAGAATCCACAGGGCAAGGTGCCGGCTCT				
Allèle « sombre »	-----	-----	___TG-	-----	-----

Allèle « rouge »

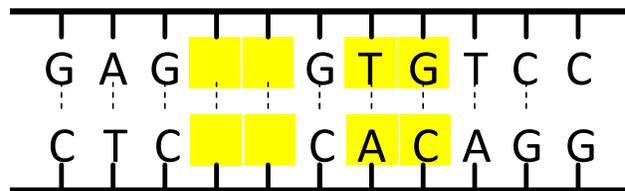
Allèle « sombre »

Sélection : 0/4 lignes

Une mutation crée une nouvelle forme d'un gène

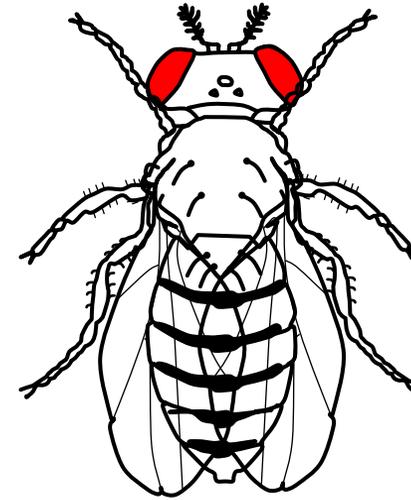


MUTATION

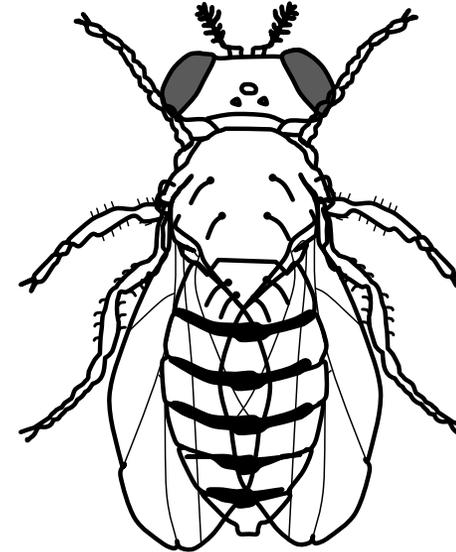


Nouvel allèle

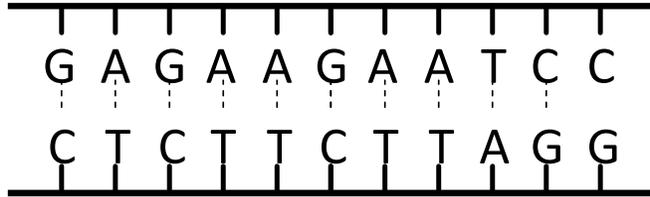
Protéine rouge



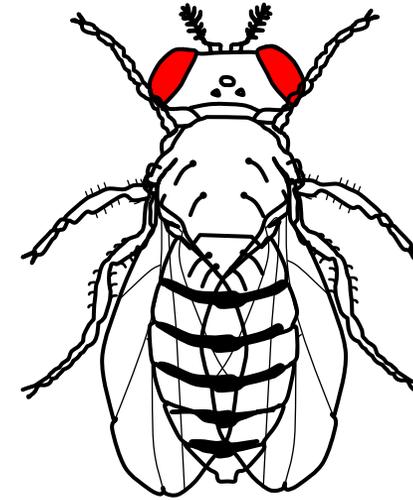
Protéine sombre



Une mutation crée une nouvelle forme d'un gène

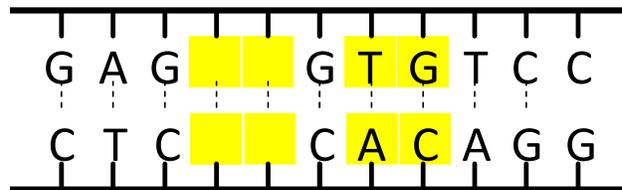


Protéine rouge



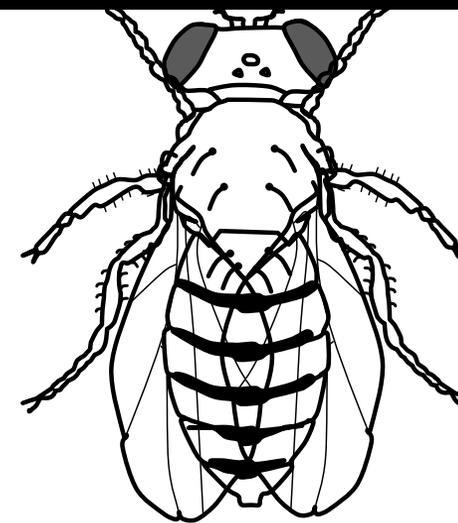
MUTATION

Que va devenir cet allèle sombre apparu par mutation ?



Nouvel allèle

Protéine sombre



Plan :

I – Mutations et création de diversité spécifique

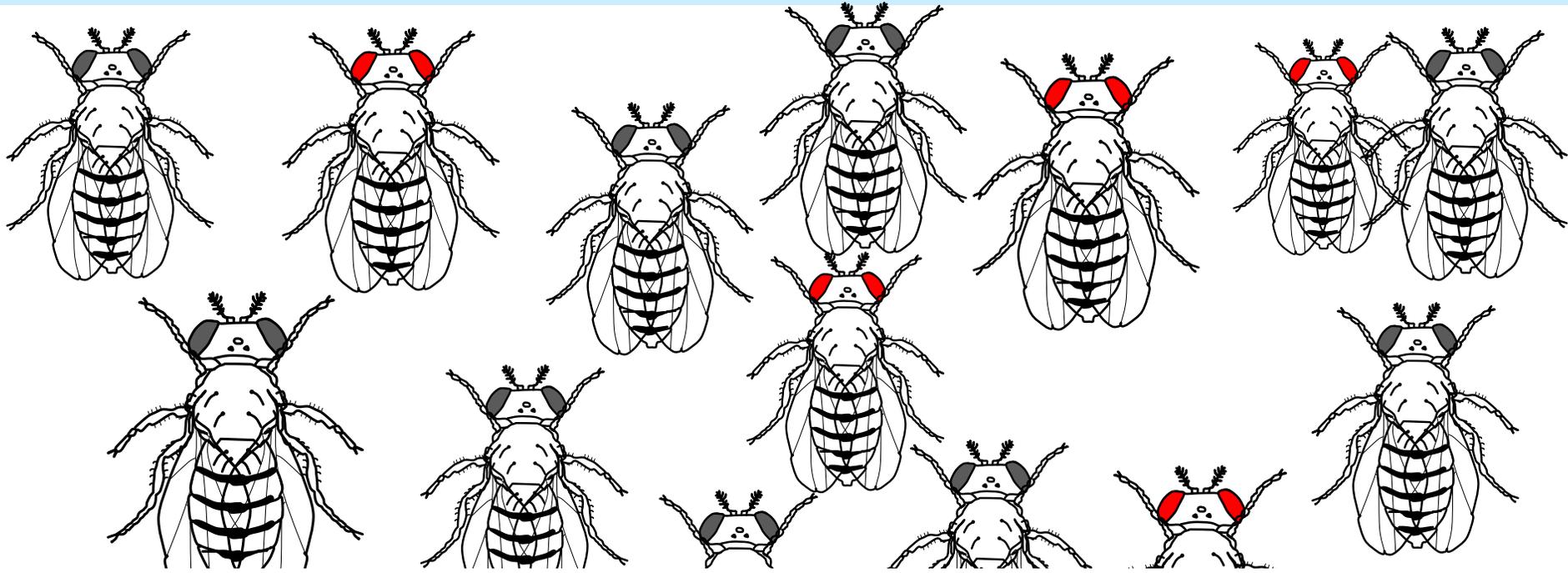
II – Des forces évolutives qui font varier la fréquence des allèles de génération en génération

A. La dérive génétique

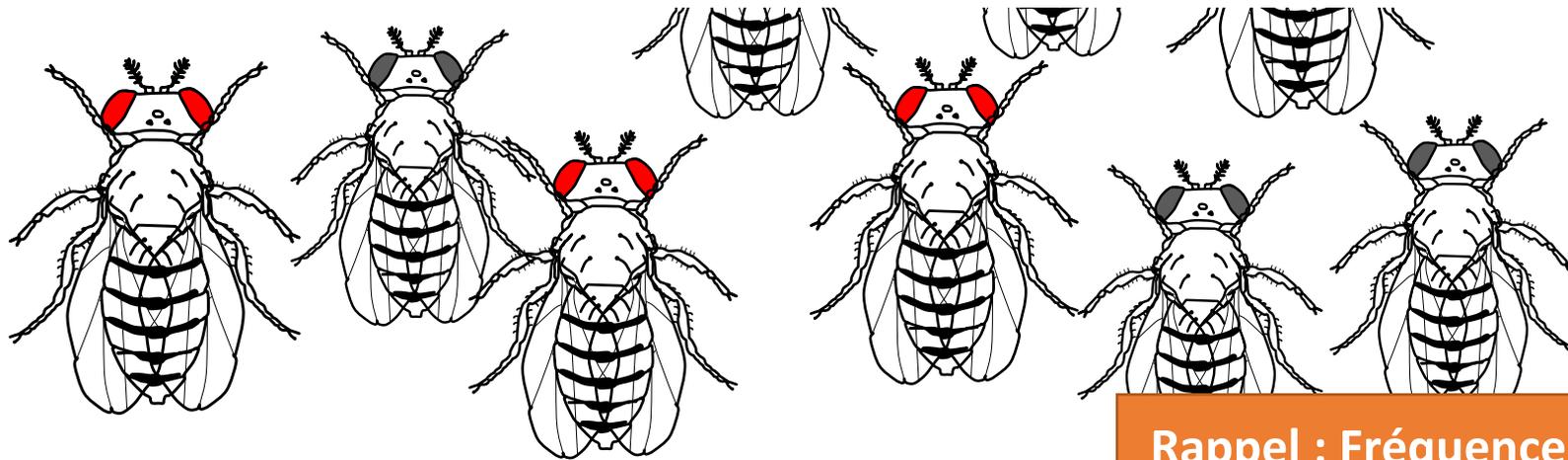
B. La sélection naturelle

III – Des mécanismes évolutifs à l'origine de nouvelles espèces : la spéciation

Que devient l'allèle S dans la population ?



Hyp 1 : Sa fréquence augmente dans la population

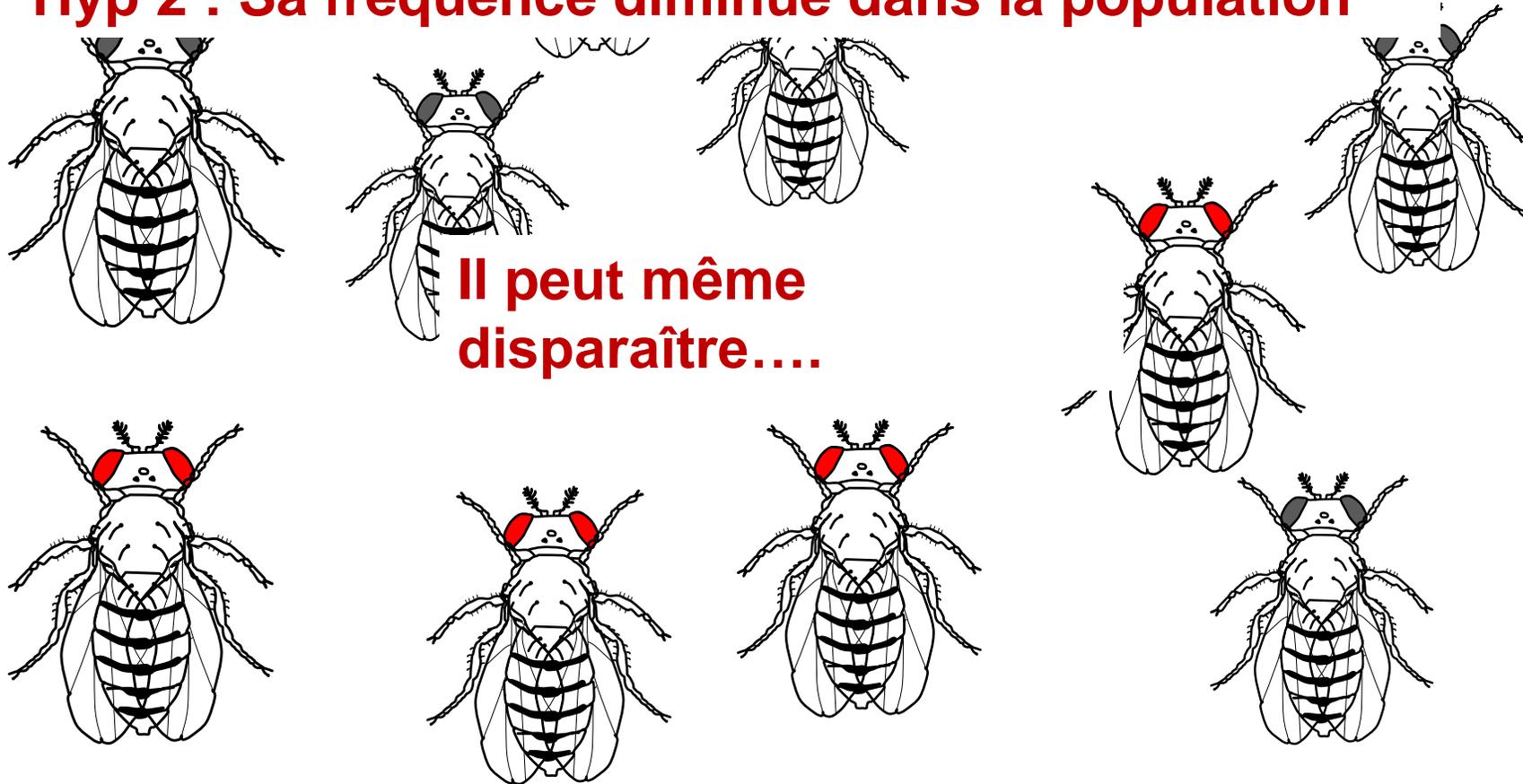


Rappel : Fréquence = $\frac{\text{Nombre d'allèles S}}{\text{nb total d'allèles}}$

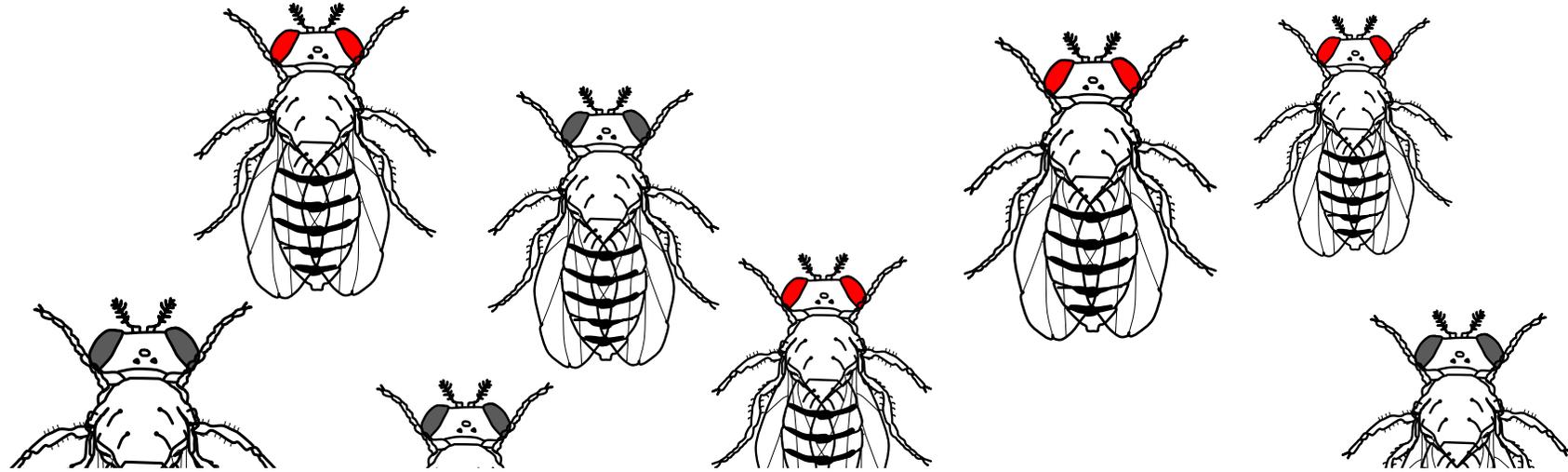
Que devient l'allèle S dans la population ?



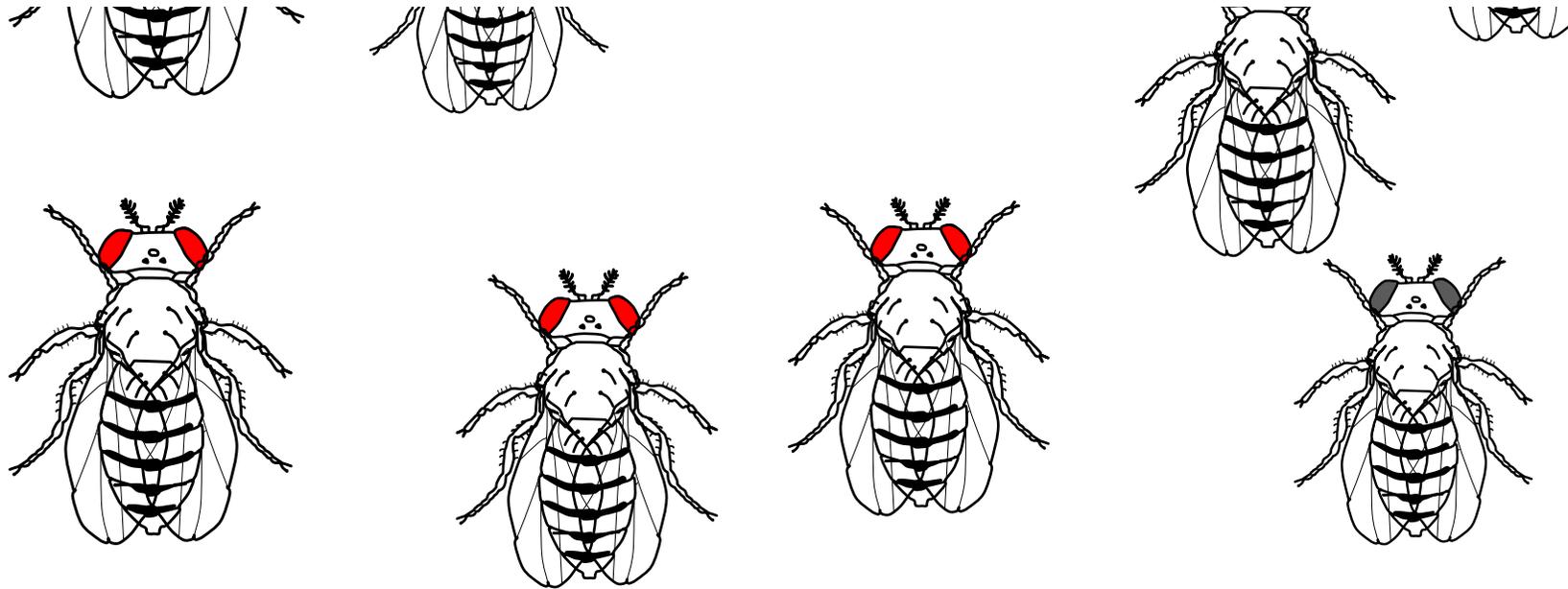
Hyp 2 : Sa fréquence diminue dans la population



Que devient l'allèle S dans la population ?



Hyp 3 : Sa fréquence reste stable dans la population



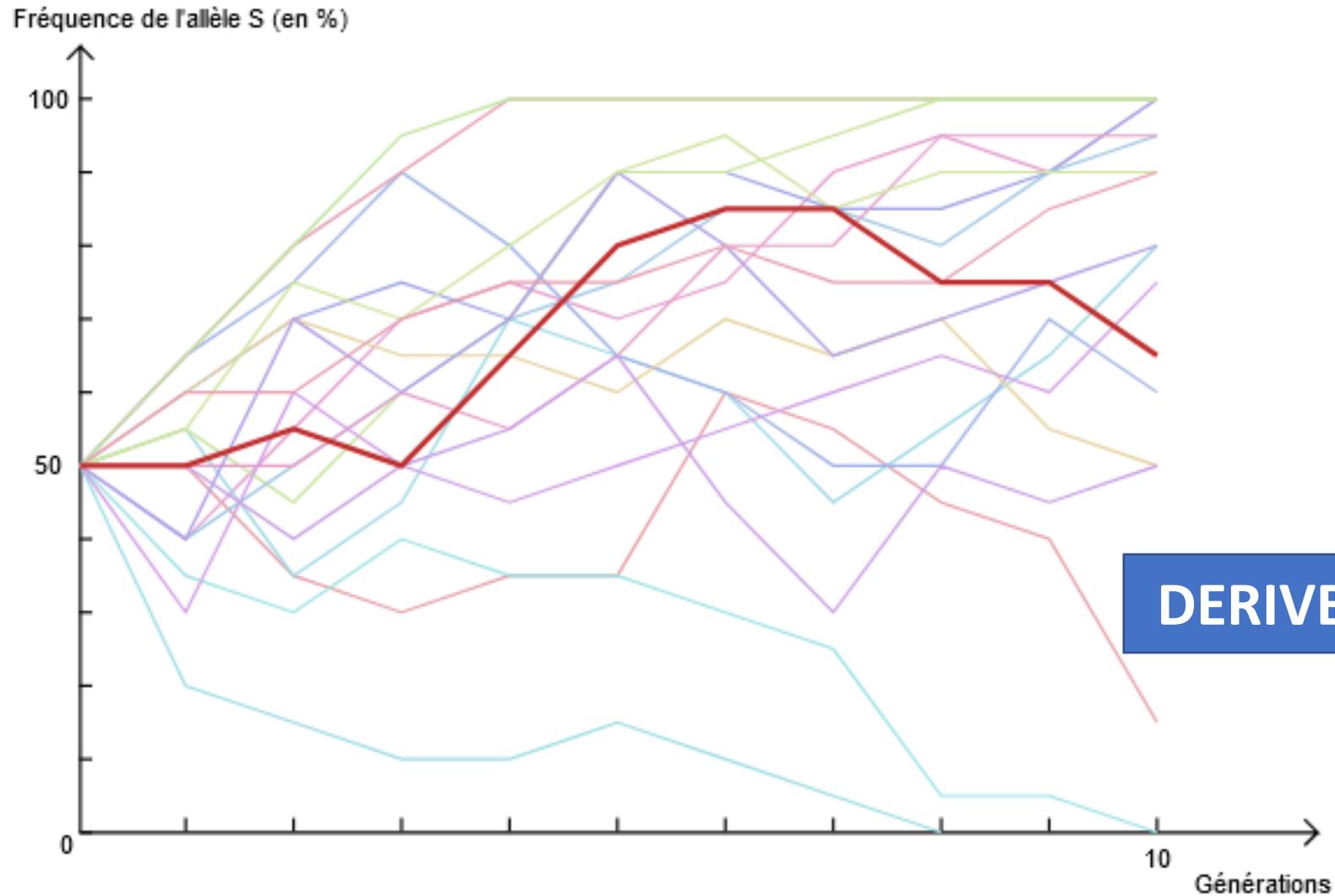
Cas 1 : l'allèle S ne confère ni avantage ni inconvénient à l'individu qui le porte (= allèle neutre)

- Tous les individus de la population ont la même probabilité de participer à la reproduction.
- Lors de la reproduction, chaque parent transmet l'allèle porté par ses chromosomes avec une probabilité d'une chance sur 2.
- Le nombre de descendants de chaque couple est déterminé aléatoirement (lancé de dé).

-> Seul le hasard explique la constitution allélique de la génération suivante : c'est le mécanisme de dérive génétique.

Cas 1 : l'allèle S ne confère ni avantage ni inconvénient à l'individu qui le porte (= allèle neutre)

Résultats :

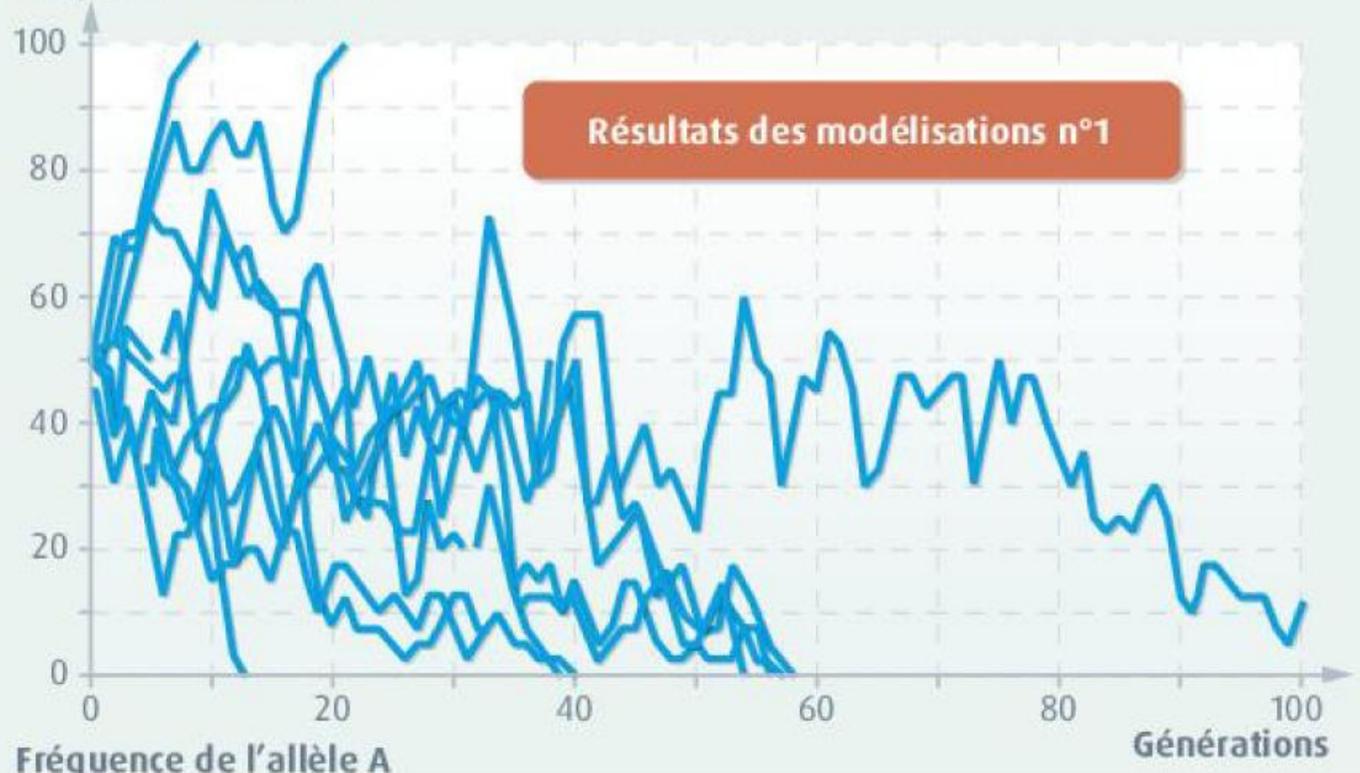


Dérive génétique et taille des populations

Paramètres de la modélisation n°1

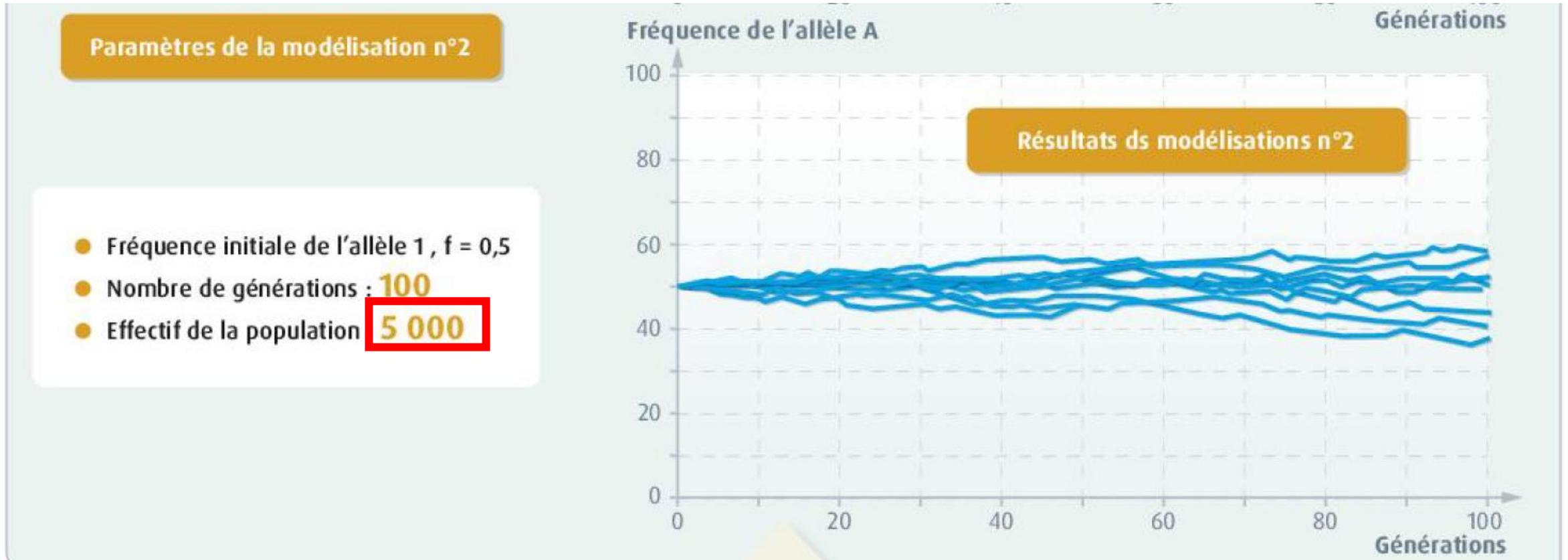
- Fréquence initiale de l'allèle 1, $f = 0,5$
- Nombre de générations : 100
- Effectif de la population : 20

Fréquence de l'allèle A



L'évolution de la fréquence de l'allèle dans la population se fait de manière aléatoire (au hasard) : sa fréquence peut augmenter, diminuer ou rester constante => **dérive génétique**

Dérive génétique et taille des populations



Plus la population est de petite taille, plus la variation de la fréquence allélique (= dérive génétique) est forte.

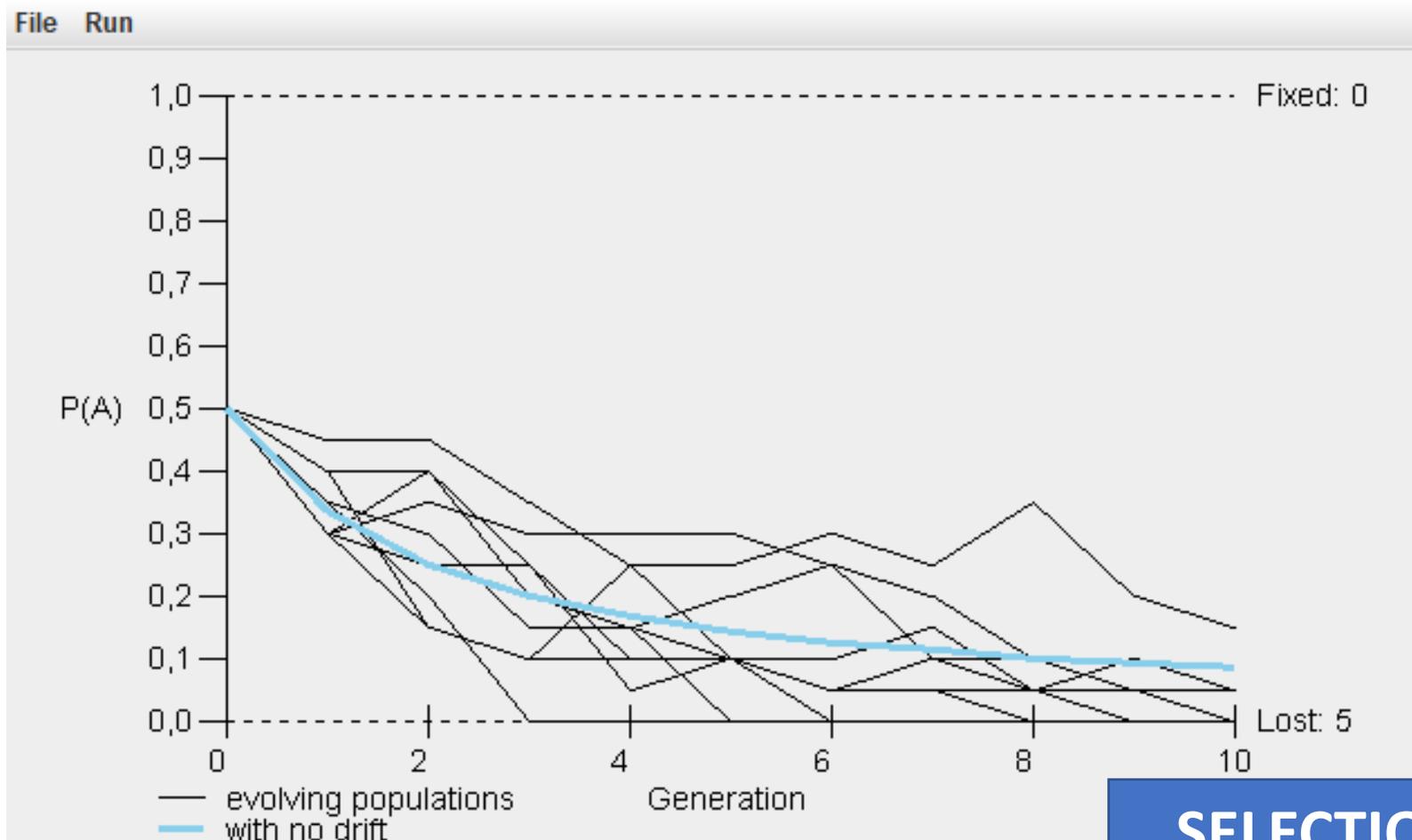
Cas 2 : l'allèle S peut conférer un désavantage à l'individu qui le porte :

- **Seuls les individus S // R ou R // R sont choisis aléatoirement pour constituer la génération suivante** : les individus S // S aux yeux [sombres] ne se reproduisent pas.
- Lors de la reproduction, chaque parent transmet l'allèle porté par ses chromosomes avec une probabilité d'une chance sur 2.
- Le nombre de descendants de chaque couple est déterminé aléatoirement.

-> Le hasard intervient toujours mais s'ajoute une différence selon les individus : c'est le mécanisme de sélection naturelle.

Cas 2 : l'allèle S peut conférer un désavantage à l'individu qui le porte :

Résultats : PopG



SELECTION NATURELLE

La sélection naturelle

Dans un
environnement
donné

Si l'allèle apparu confère un **avantage** à l'individu qui le porte

Cet individu a **plus de chance** de survivre et de se reproduire

Plus de descendants auxquels il transmet cet allèle avantageux

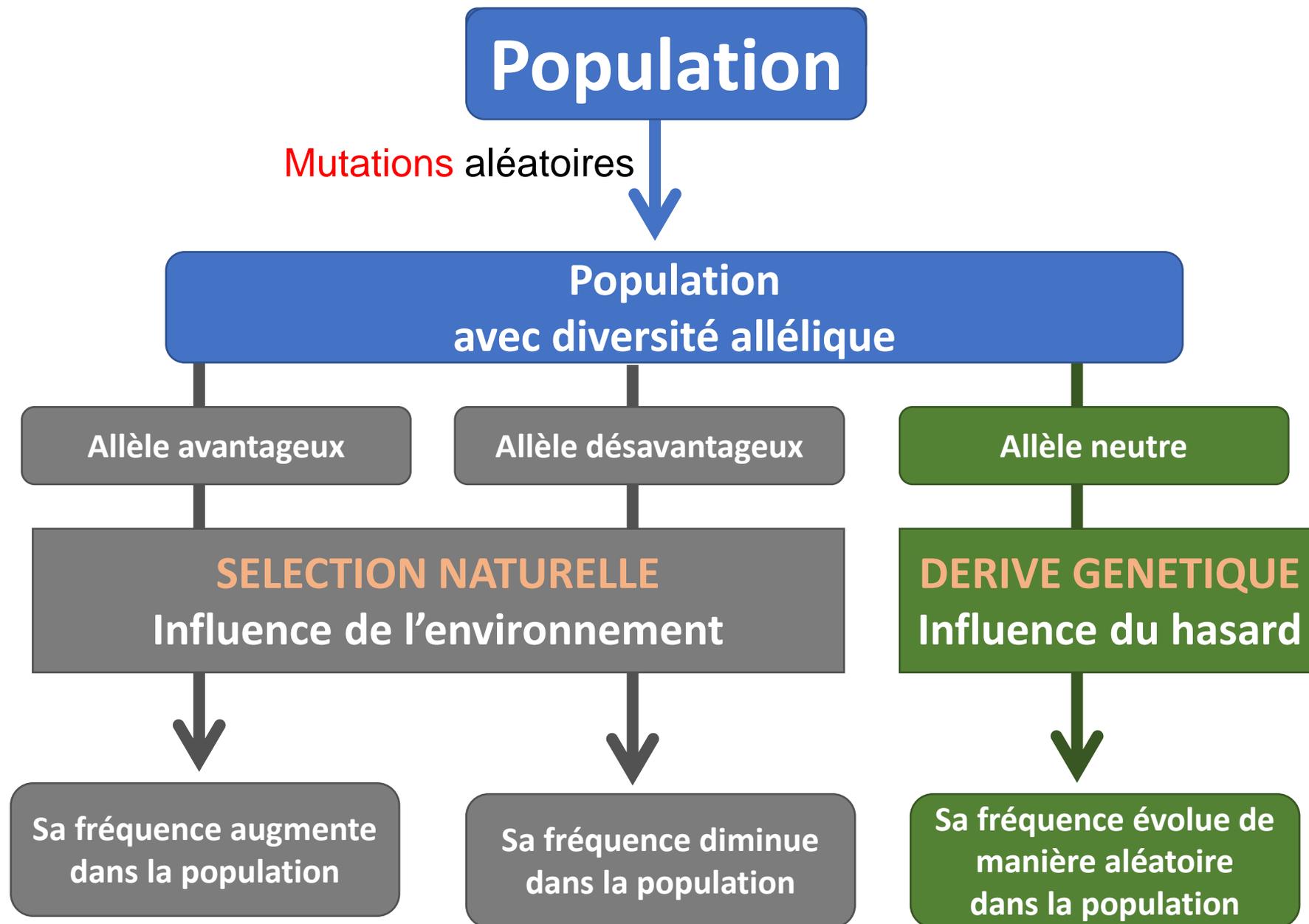
L'allèle avantageux **se répand** dans la population (sa fréquence augmente)

Si l'allèle apparu confère un **désavantage** à l'individu qui le porte

Cet individu a **moins de chance** de survivre et de se reproduire

Moins de descendants donc il transmettra moins cet allèle désavantageux

L'allèle désavantageux **régresse et peut même disparaître** dans la population (sa fréquence diminue)

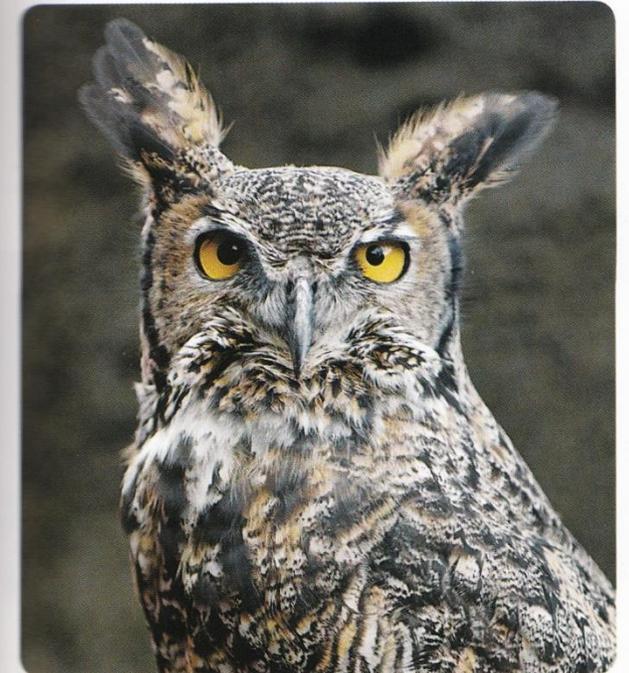


Sélection naturelle dans les populations : couleur des souris



4 Les souris à abajoues et leur milieu de vie.

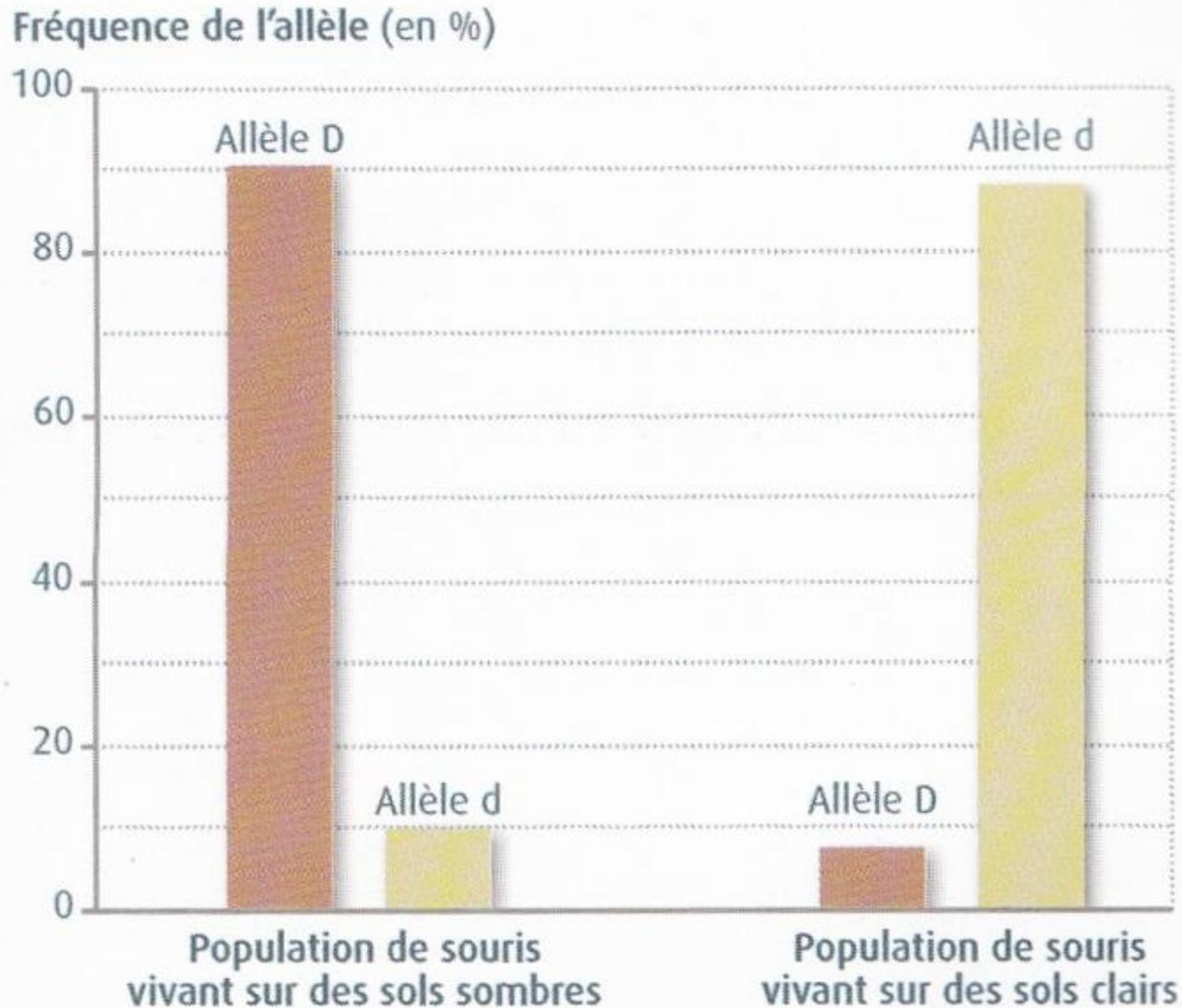
Dans le sud de l'Arizona (sud-ouest des États-Unis), vivent plusieurs populations d'une même espèce de souris: la souris à abajoues. Ces populations se distinguent par la couleur de leur pelage et leur milieu de vie: certaines peuplent de vastes zones formées de roches claires et de sables blancs, tandis que d'autres habitent des zones plus petites, recouvertes d'anciennes coulées de lave très sombres (voir p. 57).



5 Un grand hibou à cornes.

Il est le principal prédateur des souris à abajoues. Bien qu'il chasse de nuit, il est capable de distinguer la couleur du pelage de ces animaux.

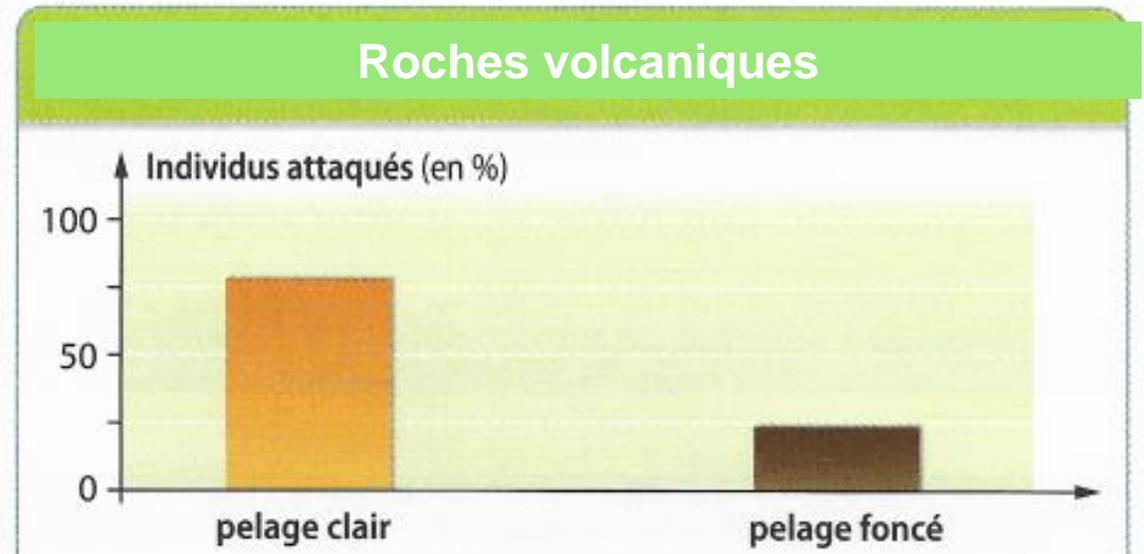
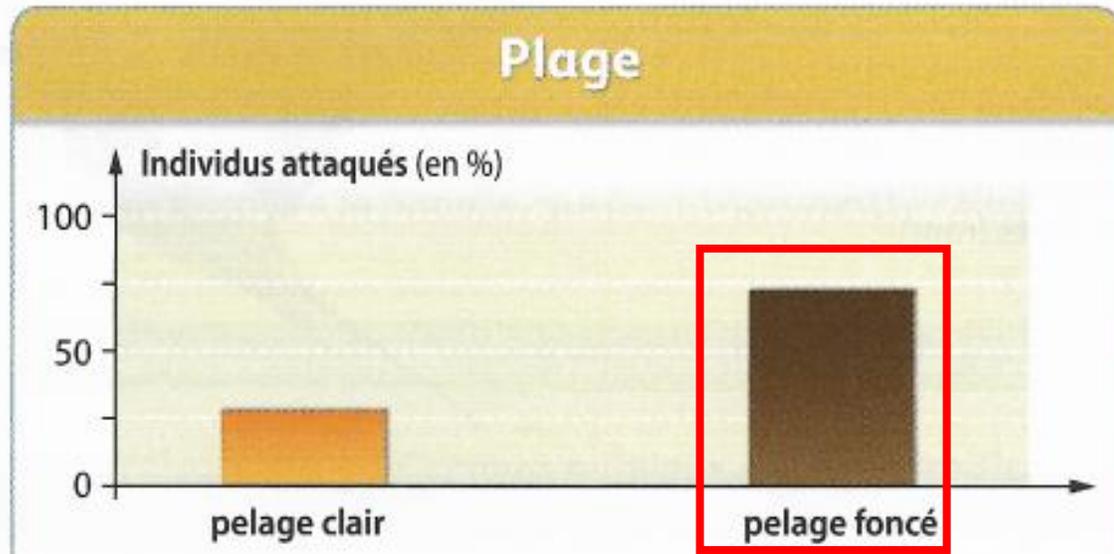
Sélection naturelle dans les populations : couleur des souris



6 La fréquence de deux allèles gouvernant la couleur du pelage dans deux populations de souris à abajoues de l'Arizona.

La coloration du pelage des souris est contrôlée par différents gènes, mais l'un d'entre eux est particulièrement important. On connaît deux allèles de ce gène : D et d. L'allèle D conduit à la formation d'un pelage foncé, l'allèle d conduit à la formation d'un pelage clair. On sait que l'allèle D est issu de l'allèle d par mutation (voir leur séquence doc. 5, p. 57).

Sélection naturelle dans les populations : couleur des souris



Dans un environnement clair :

- Les souris foncées ont plus de risque de se faire manger
- se reproduisent moins et transmettent moins l'allèle foncé à leur descendance
- la fréquence de cet allèle diminue, le nombre de souris foncées diminue dans ce milieu

Plan :

I – Mutations et création de diversité spécifique

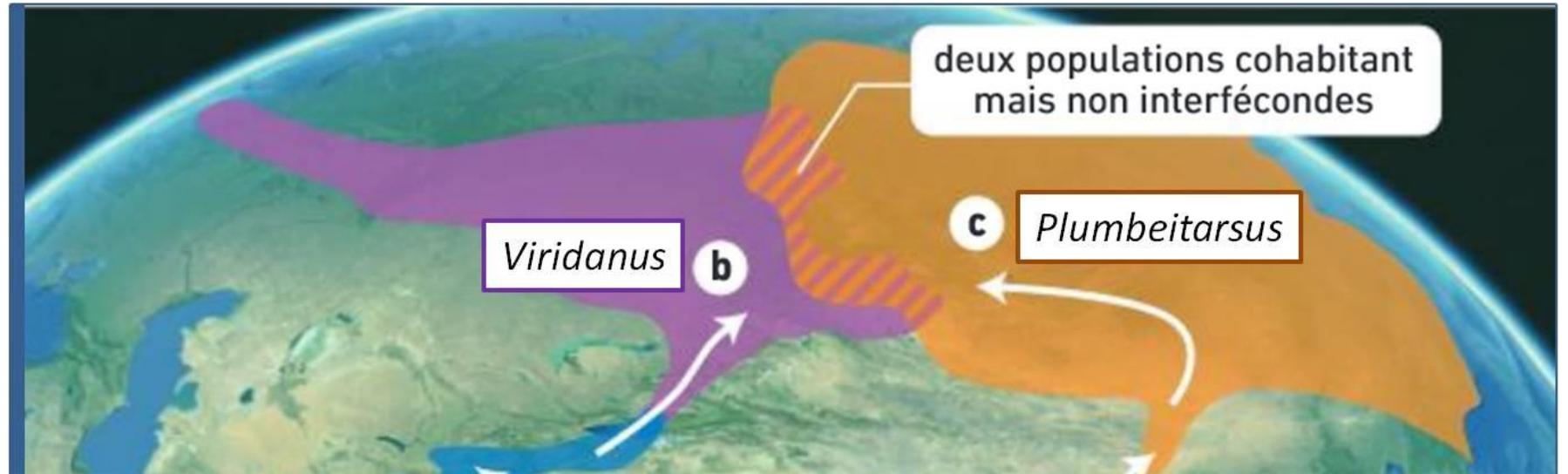
II – Des forces évolutives qui font varier la fréquence des allèles de génération en génération

A. La dérive génétique

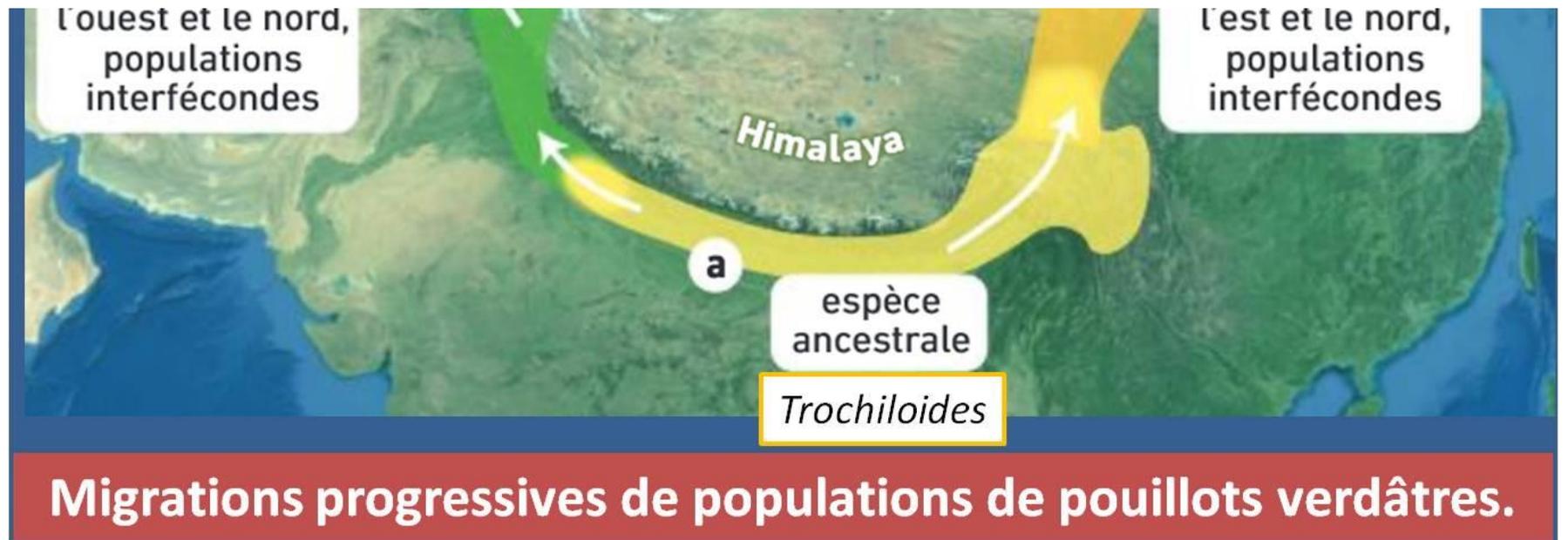
B. La sélection naturelle

III – Des mécanismes évolutifs à l'origine de nouvelles espèces : la spéciation

L'exemple du pouillot verdâtre



Comment expliquer l'apparition de 2 nouvelles espèces ?



Vidéo Pouillot :

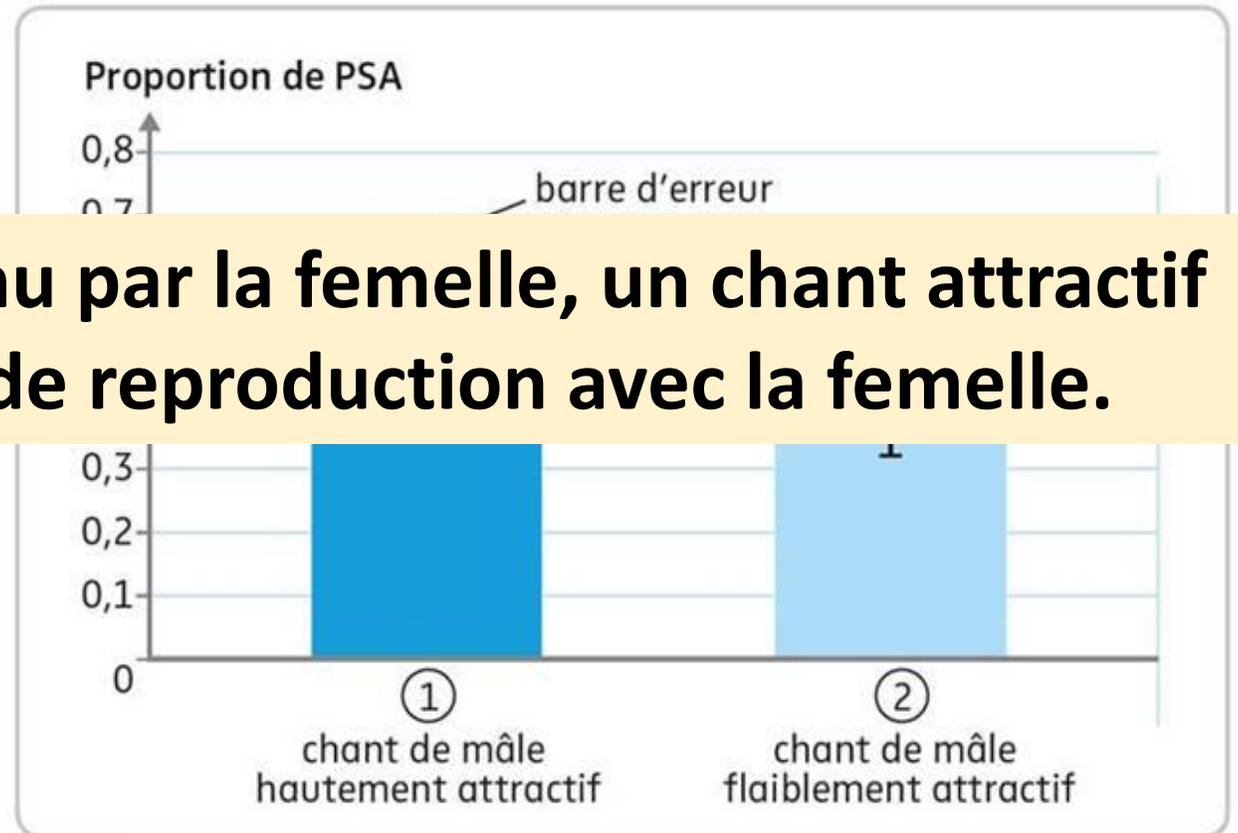
www.dailymotion.com/video/xue7f1

Rôle du chant chez le pouillot verdâtre



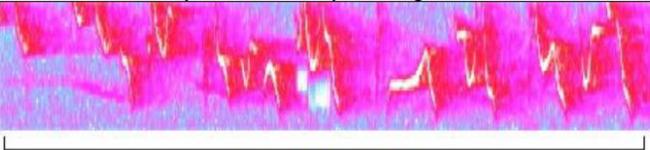
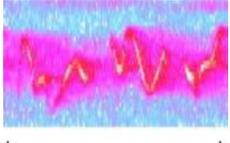
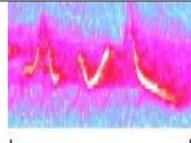
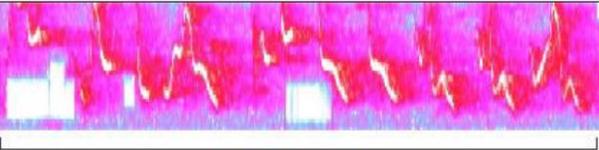
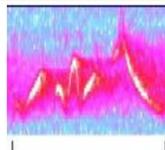
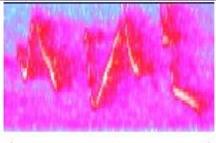
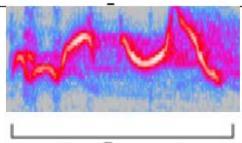
Le chant du mâle est reconnu par la femelle, un chant attractif augmente la probabilité de reproduction avec la femelle.

b La posture de sollicitation à l'accouplement (PSA) correspond à la modification du comportement de la femelle lorsqu'elle accepte le mâle chanteur comme partenaire.



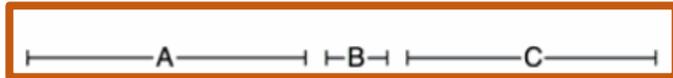
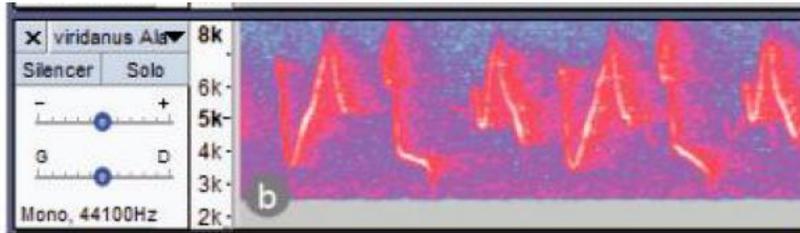
c Proportion de PSA de la femelle canari en fonction du chant diffusé.

Etude du chant des pouillots mâles

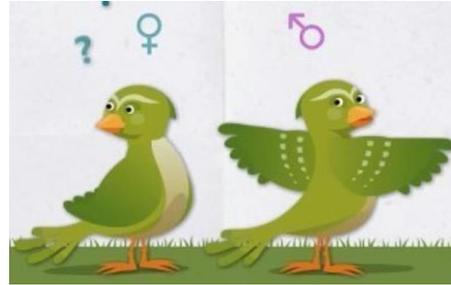
Nom	Séquence du spectrogramme		
A		N	
B		O	
C		P	
D			
I			
L			
M			

Plus les séquences de lettres sont proches alphabétiquement, plus les spectrogrammes sont proches. Des séquences similaires (lettres proches dans l'alphabet) permettent aux individus de se reconnaître, de communiquer et de pouvoir se reproduire.

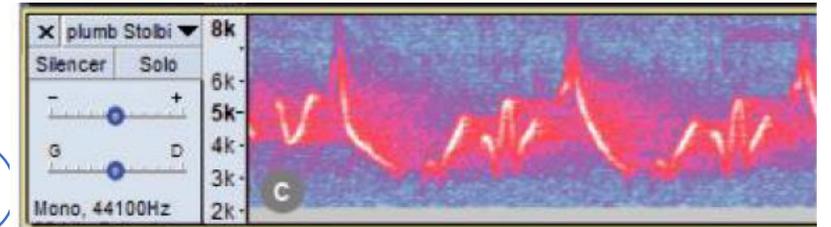
Etude du chant des pouillots mâles



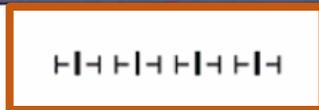
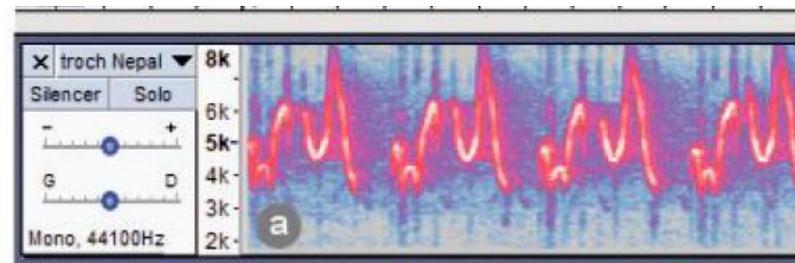
B



C



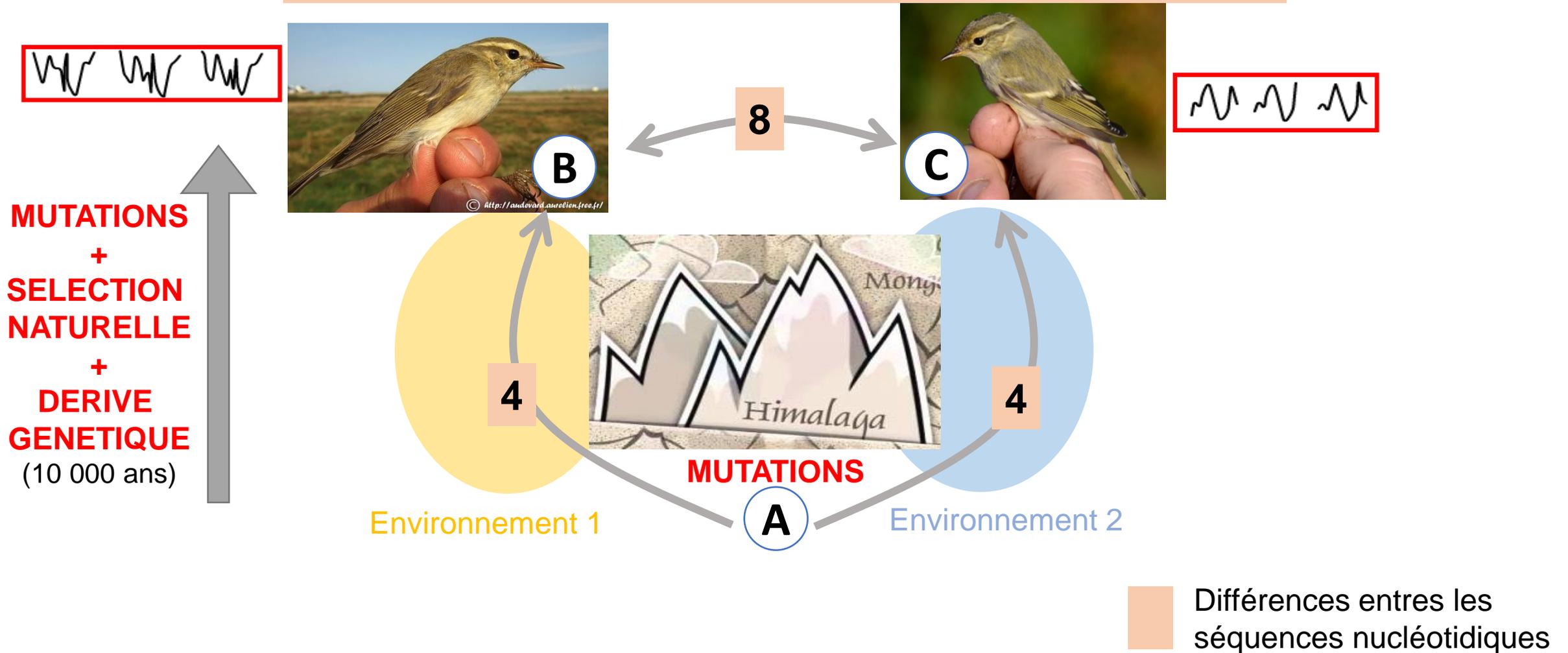
A



- Les chants sont devenus très différents
- Les femelles ne sont pas réceptives aux chants des mâles issus de l'autre zone
→ **isolement reproducteur**

Schéma bilan du TP

- > Divergence génétique entre les 2 groupes
- > Plumage qui se différencie : aspect différent
- > Isolement reproducteur : **2 espèces distinctes**



Bilan :

Cet exemple montre comment **les mécanismes évolutifs peuvent faire apparaître de nouvelles espèces** à partir d'une espèce ancestrale. On peut donc supposer que la biodiversité actuelle a pu apparaître à partir d'un unique ancêtre commun selon des mécanismes similaires.