

## 4) Effet de la sélection sexuelle

### Exemple des guppys

Les guppys sont des petits poissons dont les mâles portent des tâches vivement colorées, de nombre et de forme variables. Ce nombre de taches est déterminé génétiquement.

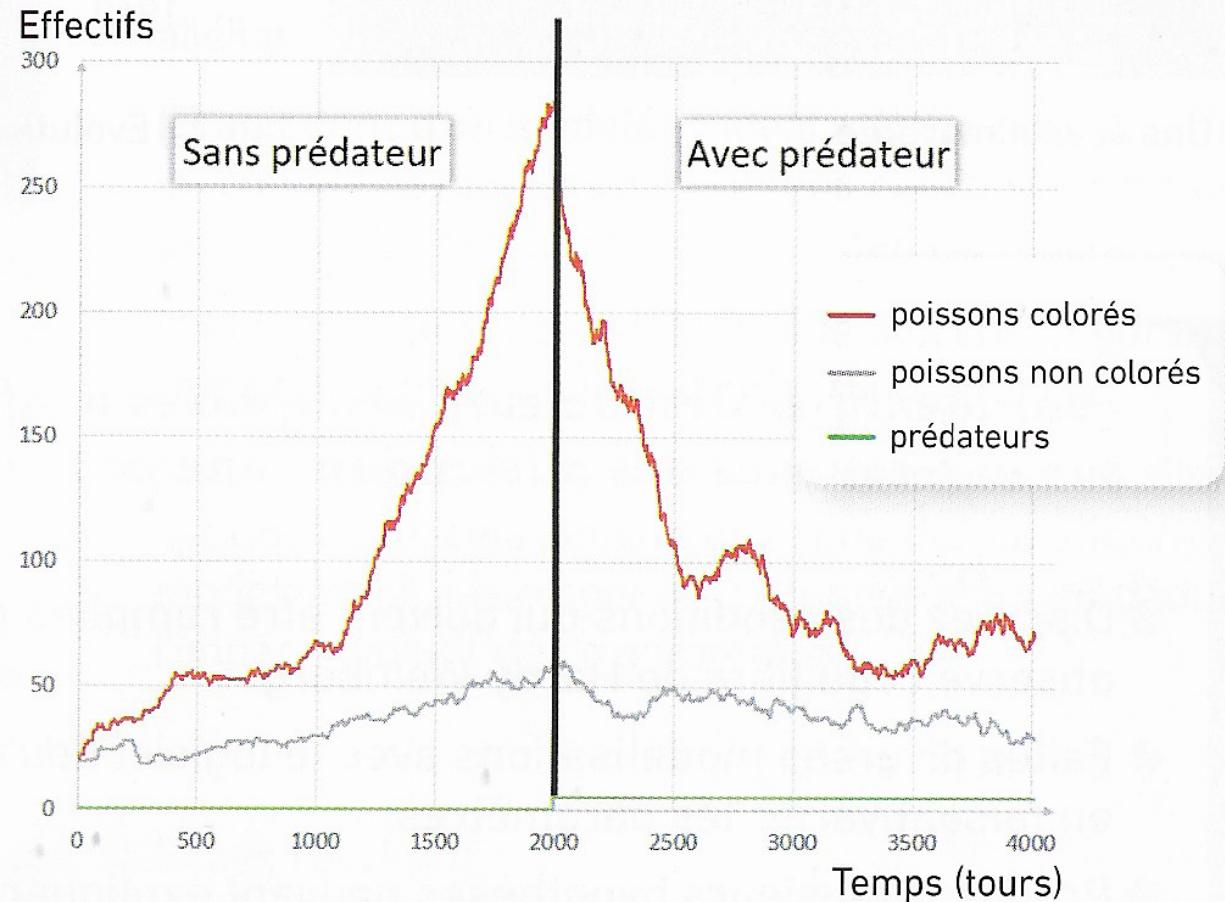
On constate que les femelles s'accouplent préférentiellement avec les mâles plus colorés. Cependant, ceux-ci sont plus facilement repérés par d'éventuels prédateurs.

L'observation de guppys en milieu naturel montre que l'intensité de la coloration des mâles est plus ou moins intense selon les populations.



**A** Guppy mâle (à gauche) et femelle (à droite).

À l'aide du logiciel *Edu'modèles*, on peut mettre en évidence l'effet de la **sélection sexuelle\*** en présence ou en absence de prédateurs.



**B** Résultat d'une simulation obtenue avec *Edu'modèles*.

## Exemple des grenouille de Tungara du continent américain

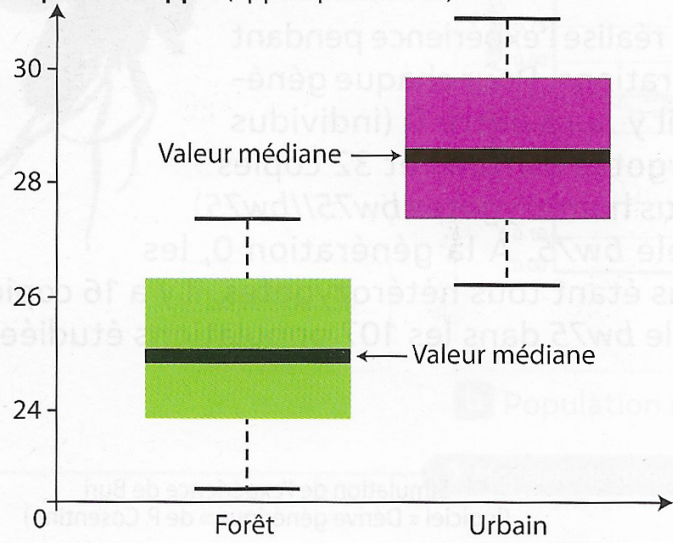
Les grenouilles Tungara (*Physalaemus pustulosus*) sont des Amphibiens vivant dans des espaces arborés urbains ou dans des forêts tropicales éloignées des villes, sur le continent américain. En période de reproduction, les mâles produisent des chants comprenant des sons particuliers, les « chucks ».

Source : W. Halfwerk et al., *Nature Ecology & Evolution* (2019)

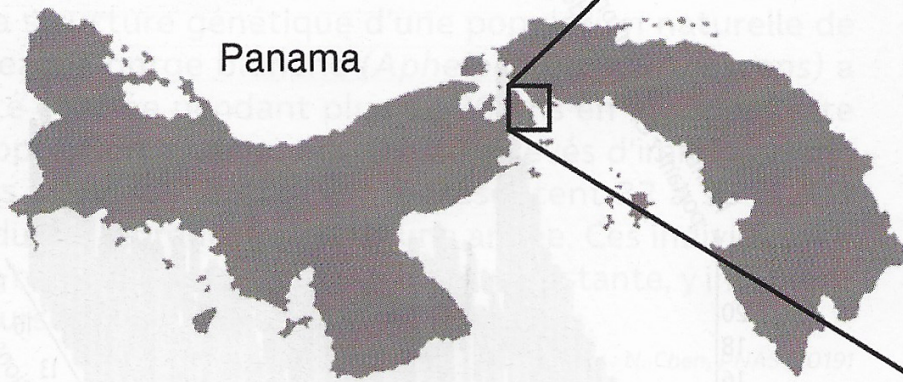


**a** Une grenouille Tungara mâle

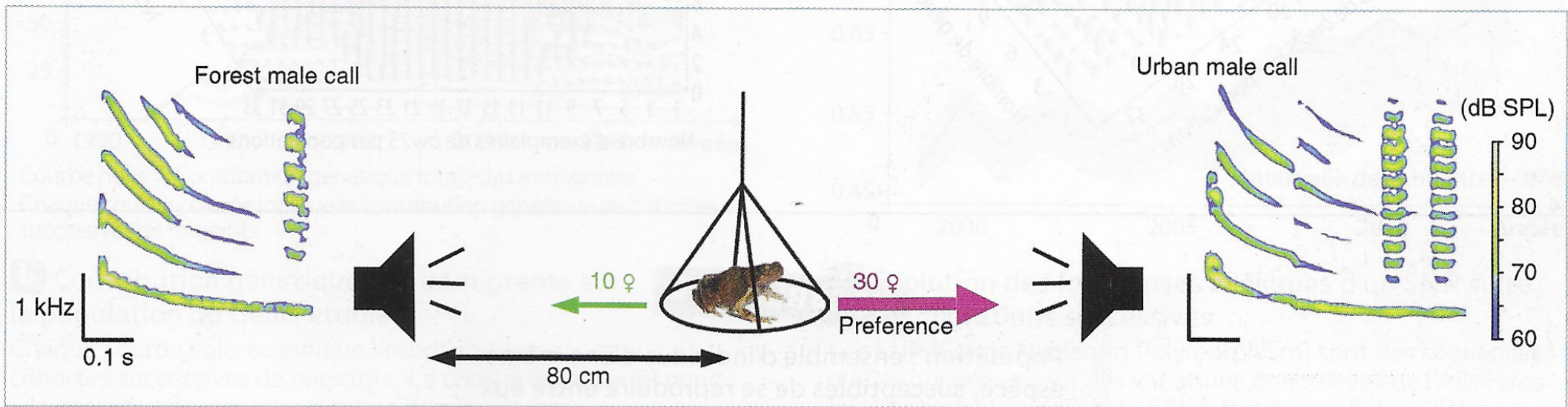
### Fréquence d'appel (appels par minute)



- Site forestier
- Site urbain



**b** Nombre de chucks émis dans des écosystèmes urbains ou forestiers



**c** Réaction de femelles grenouilles positionnées entre deux haut-parleurs diffusant des appels de mâles

## 5) Effet des migrations

## L'impact de l'effectif des populations : l'effet fondateur

Au XIX<sup>e</sup> siècle, des communautés religieuses fuyant les persécutions en Europe s'installent aux États-Unis et fondent des colonies. Ces communautés, relativement isolées, présentent un taux de natalité important et les mariages ont lieu au sein de la communauté.

La communauté mormone a été créée par le rassemblement d'environ 80 000 Mormons est-américains rejoints ensuite par près de 85 000 Européens.

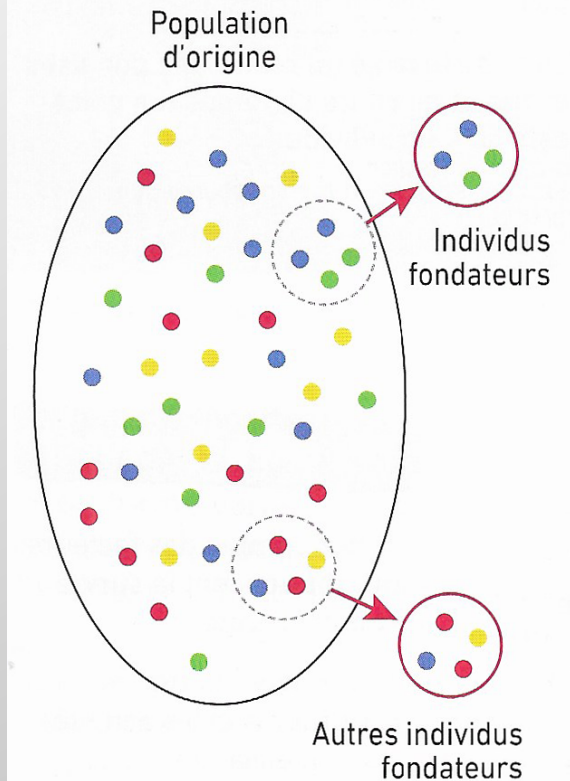
Les communautés Amish et Huttérites ont été fondées par quelques centaines d'individus (voire moins).

	Allèles du gène HLA-A			Allèles du groupe sanguin (système A B O)	
	A10	A11	A28	A	B
<b>Europe et EU</b>	3 - 5	4,9 - 7,4	1,5 - 6	25 - 32	6 - 14,5
<b>Mormons</b>	2,8	6,6	2,8	21	8
<b>Amish</b>	0,7	14	0,7	66	6,5
<b>Huttérites</b>	14	0	0	35	2

**A** Fréquences alléliques (en %) de deux gènes (marqueur HLA\* et marqueur des groupes sanguins) dans différentes populations (d'après Mc Lellan, 1987).

- La **dérive génétique\*** résulte d'un effet d'échantillonnage : dans une population de taille finie, la fréquence des allèles varie toujours plus ou moins, sous l'effet du hasard. Si l'effectif est faible, les fréquences alléliques peuvent subir des variations aléatoires importantes.

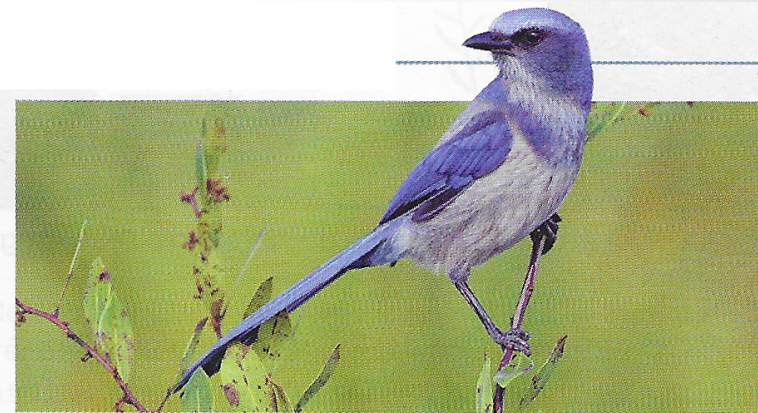
- L'effet fondateur\* résulte de la migration ou de l'isolement de quelques individus à partir d'une population importante initiale. Par simple hasard, la sous-population ainsi formée peut avoir une diversité génétique différente de la population initiale.



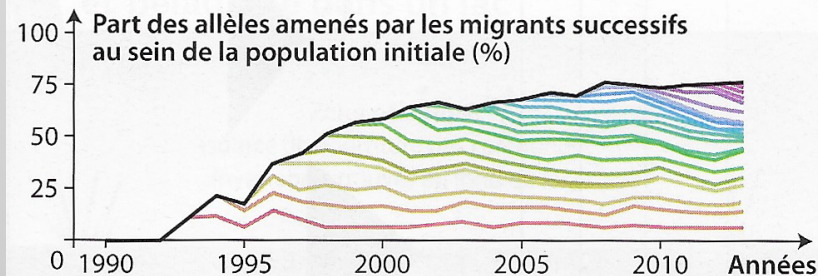
## L'impact des migrations dans les populations de geais à gorge blanche (Floride)

La structure génétique d'une population naturelle de Geais à gorge blanche (*Aphelocoma coerulescens*) a été étudiée pendant plus de 20 ans en Floride. Cette population a connu des niveaux élevés d'immigration : les individus immigrant représentent 32 à 55 % des adultes reproducteurs sur une année. Ces individus, en se reproduisant avec la population existante, y intègrent leurs allèles : on parle de flux de gènes.

Source : N. Chen, PNAS (2019)



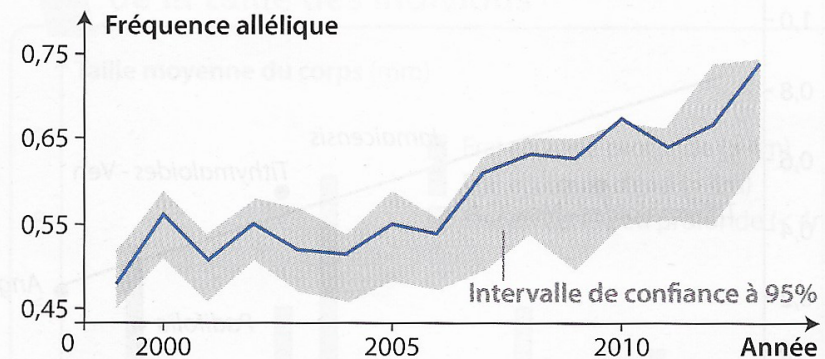
**a** Un Geai à gorge blanche



Courbe noire = Contribution génétique totale des immigrants  
Chaque courbe colorée indique la contribution génétique de cohortes successives de migrants

### **b** Contribution génétique des immigrants sur la population de Geais étudiée

Chaque courbe colorée indique la contribution génétique de cohortes successives de migrants. La courbe noire correspond à la contribution génétique totale des immigrants.



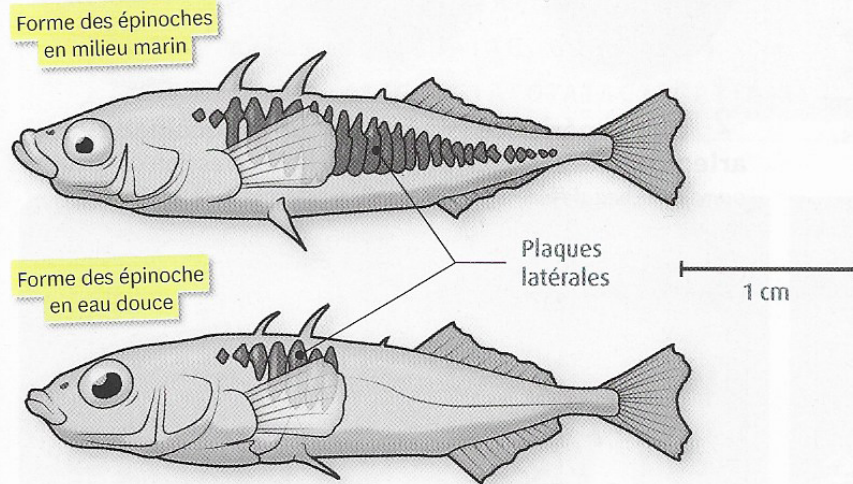
### **c** Évolution des fréquences alléliques d'un SNP suite aux immigrations successives

Les SNP (Single Nucleotid Polymorphism) sont des séquences d'ADN qui présentent des variations ponctuelles de l'ADN très fréquentes entre individus, à l'origine de nombreux allèles. Leur analyse est riche pour évaluer la diversité génétique d'une population.

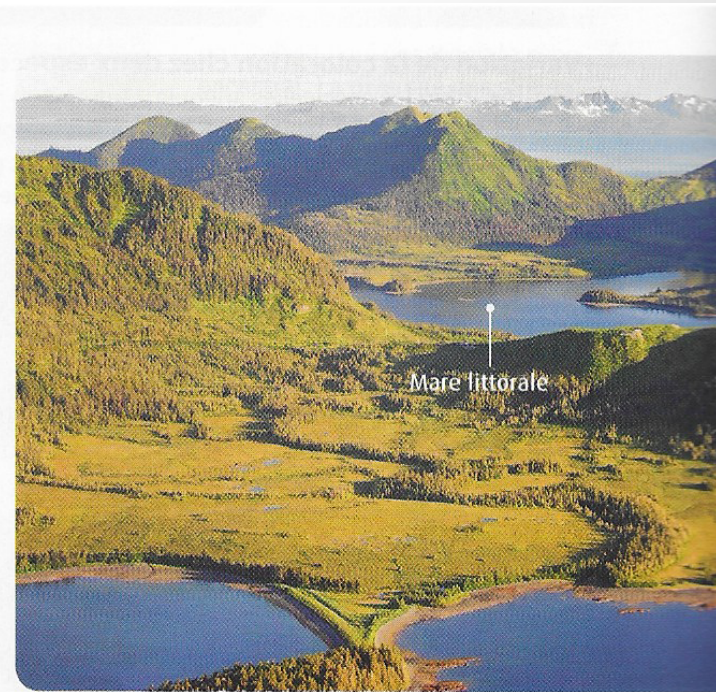


### III. La formation de nouvelles espèces : la spéciation

## Isolement géographique : Les différentes formes d'épinoches



**5** **Les différentes formes d'épinoches selon les milieux de vie.** Les épinoches sont de petits poissons dont on trouve des espèces d'eau de mer et d'autres d'eau douce. En 1964, la baie du Prince William a subi un important séisme et des individus marins ont été isolés de la mer, dans des mares dont l'eau s'est progressivement dessalée, à cause de la pluie. Les chercheurs ont constaté qu'en 50 ans, ces épinoches ont survécu, mais ont perdu leur plaques latérales et ne se reproduisent plus avec les formes d'eau de mer.



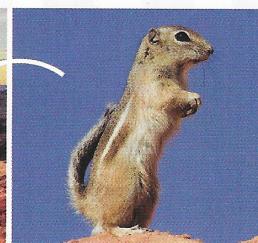
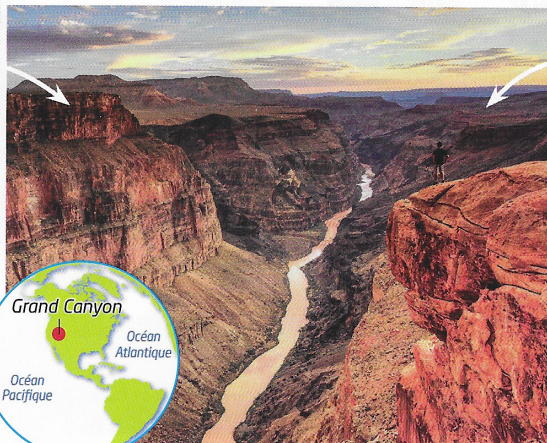
**6** **Vue aérienne de la baie de Prince William (en Alaska).** Les mares littorales ont été formées lors du séisme.

## Isolement géographique : Les différentes espèces d'écureuil-antilope



**L'écureuil-antilope de Harris**

- > **Nom scientifique :** *Ammospermophilus harrisi*
- > **Reproduction :** décembre à mars, portée de 5 à 9 petits

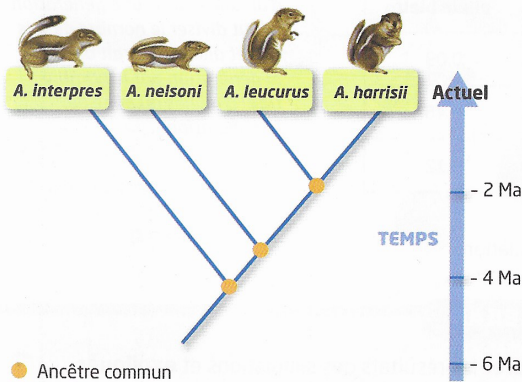


**L'écureuil-antilope à queue blanche**

- > **Nom scientifique :** *Ammospermophilus leucurus*
- > **Reproduction :** février à juin, portée de 5 à 14 petits

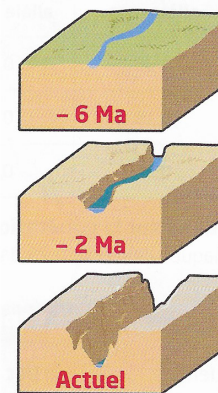
### 1 Répartition de deux espèces d'écureuil-antilope en Amérique du Nord au niveau du Grand Canyon.

Le Grand Canyon sépare deux espèces d'écureuil-antilope qui vivent chacune de part et d'autre du canyon. Celui-ci représente une véritable barrière que les écureuils-antilopes ne peuvent pas franchir.



### 2 Arbre phylogénétique de quelques espèces d'écureuil-antilope.

Cet arbre illustre la spéciation, c'est-à-dire la formation de nouvelles espèces.



Le Colorado commence à creuser le plateau rocheux.

Le canyon commence à se former. De nombreux animaux terrestres ne peuvent pas le traverser.

Par endroits, les rives du Grand Canyon sont éloignées de près de 30 km.

### 3 La formation du Grand Canyon. Long de 450 km, le Grand Canyon est le résultat de l'érosion d'un plateau rocheux par le fleuve Colorado.

## Isolement reproducteur : La processionnaire du pin

La processionnaire du pin est un insecte qui vit en colonie et passe une grande partie de l'année sous la forme larvaire (chenilles).

Durant tout l'hiver, les chenilles s'abritent dans un cocon accroché aux arbres (A)

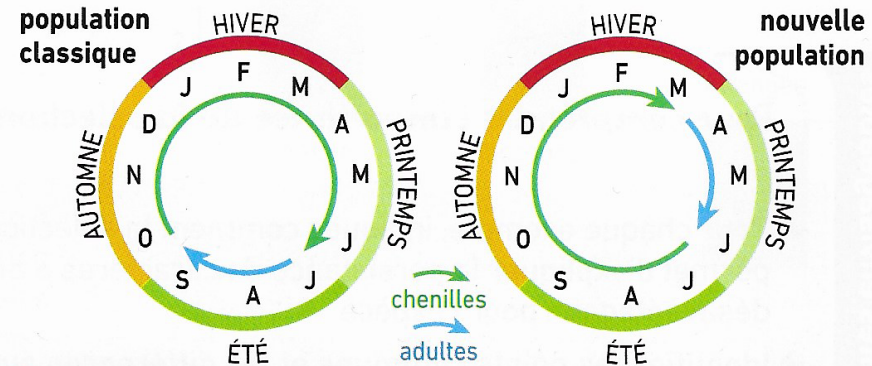
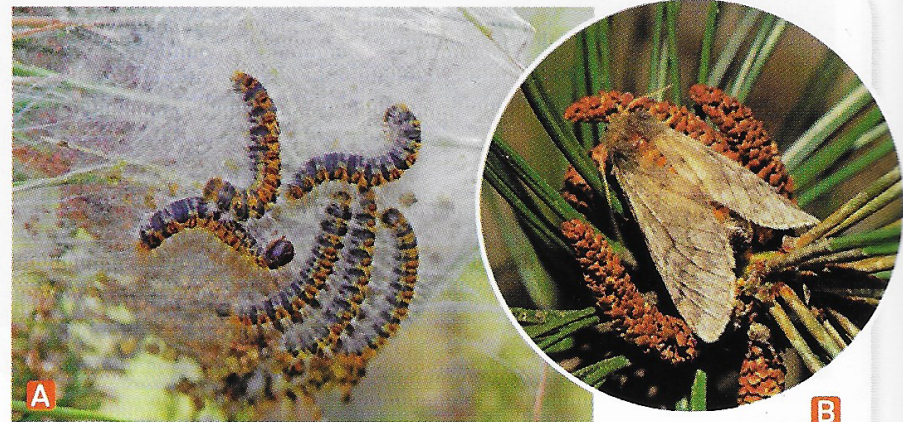
A la fin de l'hiver, les chenilles quittent en procession les cocons pour s'enterrer dans un nid et s'y métamorphoser.

Les papillons adultes (B) émergent du nid au début de l'été, se reproduisent et pondent leurs œufs à la fin de l'été avant de mourir.

Dans une pinède du Portugal, des scientifiques ont découvert une population particulière de processionnaires du pin : leur cycle de reproduction est modifié (C).

Des études génétiques ont montré une forte divergence génétique entre les deux populations. Si ce phénomène s'avère durable, il est probable qu'on assiste à la formation d'une nouvelle espèce.

Montrez que cette différence de cycle entre les deux populations induit un isolement reproducteur.



**C** Cycles de développement de deux populations de processionnaire du pin.

## Isolement reproducteur : Le pouillot verdâtre

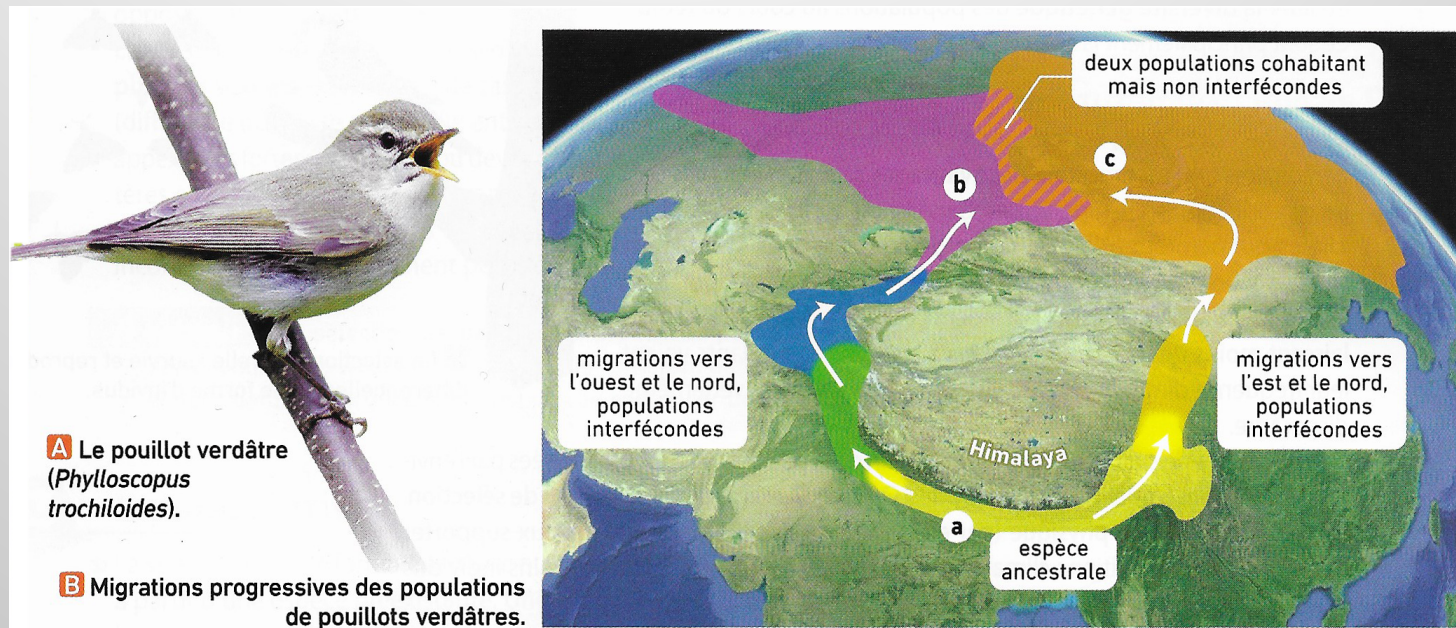
Dans une espèce, la communication entre les mâles et les femelles est déterminante pour la reproduction. Ainsi, des modifications de cette communication peut être à l'origine d'une spéciation : modification du message ou difficulté à recevoir le message ...

**Il y a 10 000 ans, une population de pouillot verdâtre peuplait les contreforts sud de l'Himalaya.**

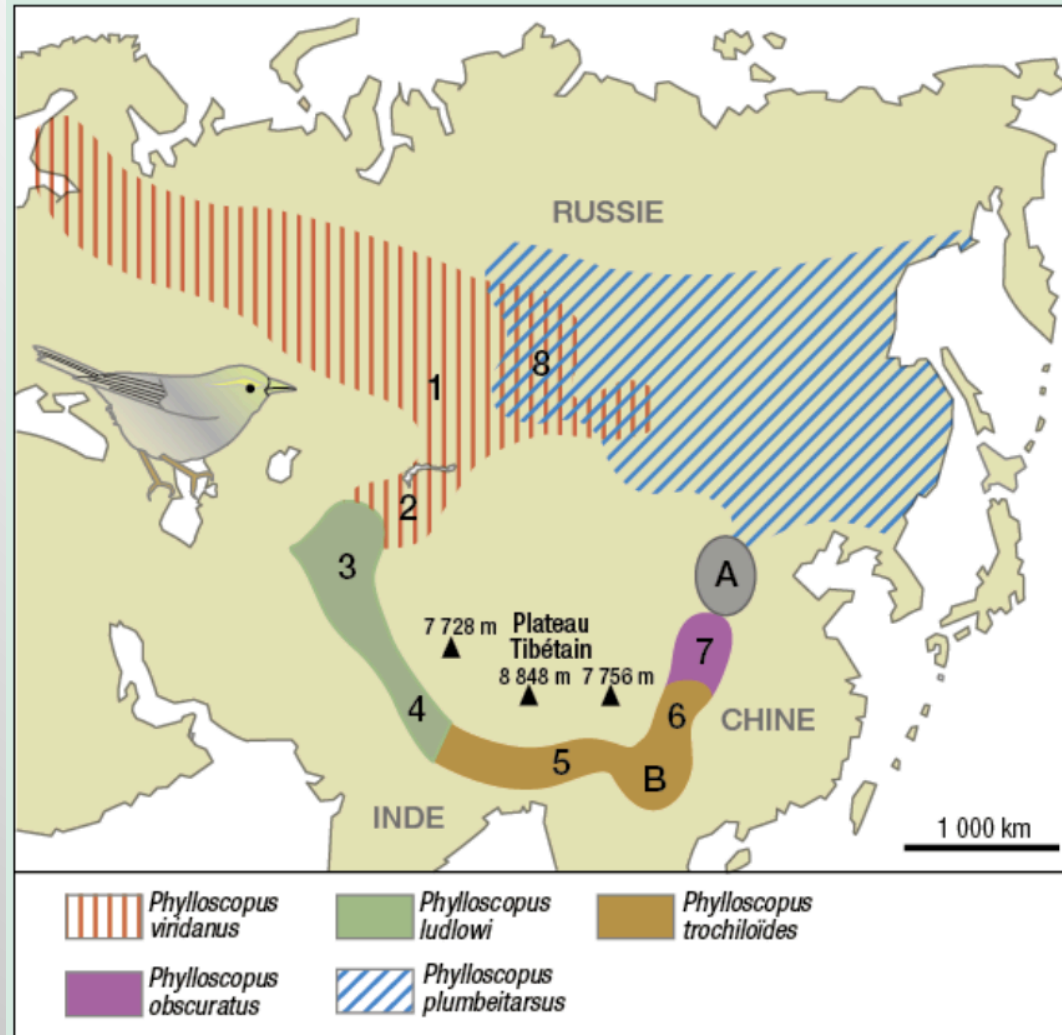
La migration vers le nord de cet oiseau fut bloquée par une barrière naturelle : la chaîne de montagne. Au fil des générations, deux flux migratoires se sont étendus vers l'est et vers l'ouest.

Les populations à chaque extrémité se rencontraient et se reproduisaient de plus en plus rarement. Elles se sont progressivement différenciées génétiquement et sont devenues des formes différentes de pouillot verdâtre.

Aujourd'hui les deux populations cohabitent au nord de l'Himalaya sans pouvoir se reproduire.



a. Répartition des populations appartenant aux 5 espèces actuelles



## Etude des sonogrammes des pouillots mâles

La biodiversité des pouillots verdâtres est caractérisée par de faibles variations morphologiques, mais aussi par des variations du chant. On appelle «sonogrammes» les enregistrements du chant des oiseaux.

Les chants des mâles sont constitués de séquences sonores qui se répètent. Afin de rendre l'exploitation de ces enregistrements plus pratique, les séquences sonores identiques ont été remplacées par des lettres de l'alphabet. Plus les lettres sont proches alphabétiquement, plus les échantillons sonores sont proches. Les oiseaux peuvent communiquer entre eux si les sonogrammes sont proches.

### Conversion d'un sonogramme en lettres alphabétiques

Séquence sonore	Lettre correspondant
	L
	M
<b>Exemple de sonogramme et sa conversion</b>	
	L   L   L   M   M   M

On a enregistré les chants de pouillots verdâtres mâles de 8 populations localisées dans différents lieux autour du plateau tibétain (voir la carte du document **1a**). Chaque population a un chant caractéristique formé par l'association d'une à trois séquences sonores différentes. Le pouillot verdâtre mâle utilise son chant pour défendre son territoire et attirer la femelle. L'étude du comportement sexuel montre que, pour s'accoupler, les oiseaux se reconnaissent par leur chant.

Espèces	Localisation des enregistrements	Représentations simplifiées desonogrammes
<i>Phylloscopus viridanus</i>	1 Violet	—A—   B   —C—
	2 Bleu nord	—D—   —D—   —D—   E   E
<i>Phylloscopus ludlowi</i>	3 Bleu sud	F   F   F   G   G
	4 vert	H   H   H   H   H
<i>Phylloscopus trochiloïdes</i>	5 Jaune ouest	I   I   I   I   I
	6 Jaune est	J   J   J   J   K   K
<i>Phylloscopus obscuratus</i>	7 Orange	L   L   L   M   M   M
<i>Phylloscopus plumbeitarsus</i>	8 Marron	N   N   O   P   P   P   P



C'est avec les Vikings, il y a 1 000 ans, que les premières souris ont débarqué en provenance d'Europe sur l'île de Madère (au large des côtes portugaises). Près de 500 ans plus tard, une nouvelle population de ces rongeurs s'est installée, apportée par les Portugais. Aujourd'hui, on distingue 6 populations sur l'île, séparées les unes des autres

par des montagnes infranchissables. Au lieu d'avoir 40 chromosomes comme les souris européennes, elles en ont entre 22 et 30, suite à des fusions chromosomiques. Lorsque l'on met artificiellement en contact des souris de deux populations, l'accouplement a lieu et donne naissance à des hybrides. Toutefois, ces hybrides sont stériles.

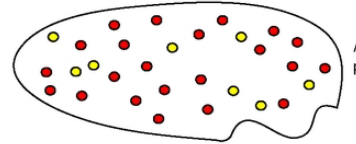
## 2 Les souris de l'île de Madère.



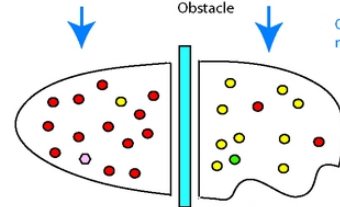
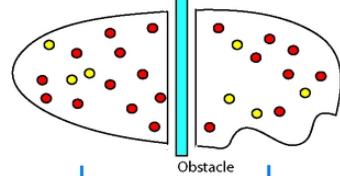
**3 Les populations de grenouilles léopard.** Des chercheurs ont tenté de faire se reproduire deux populations de grenouilles léopard (genre *Rana*) vivant soit au centre, soit au sud des États-Unis. Malgré quelques rares accouplements, aucun hybride n'a pu être obtenu. Des recherches complémentaires ont montré que les périodes de reproduction n'étaient pas les mêmes et que les chants utilisés pour la rencontre des partenaires sexuels étaient nettement différents.

## Deux mécanismes de spéciation

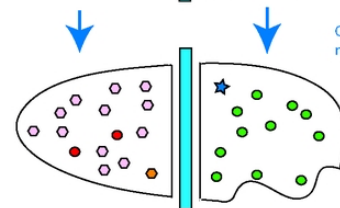
séparation en deux groupes par fragmentation de l'aire de répartition



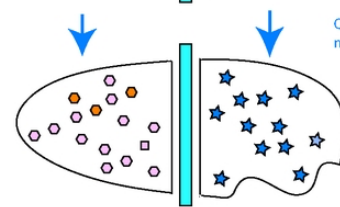
Fragmentation de l'aire de répartition d'origine



Quelques générations de mutations, dérive, sélection...



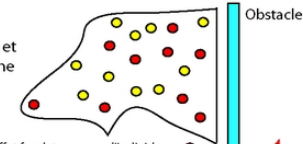
Quelques générations de mutations, dérive, sélection...



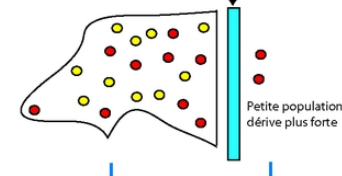
Quelques générations de mutations, dérive, sélection...



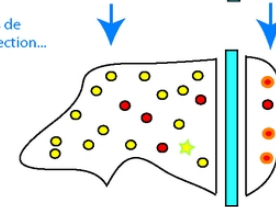
formation de deux groupes par migration d'un groupe d'individus



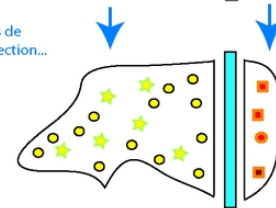
Effet fondateur : peu d'individus migrent, et tous les allèles de la population d'origine ne sont donc pas représentés



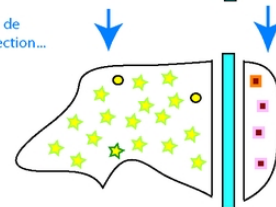
Quelques générations de mutations, dérive, sélection...



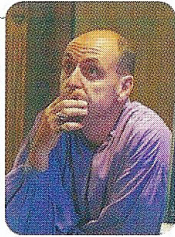
Quelques générations de mutations, dérive, sélection...



Quelques générations de mutations, dérive, sélection...

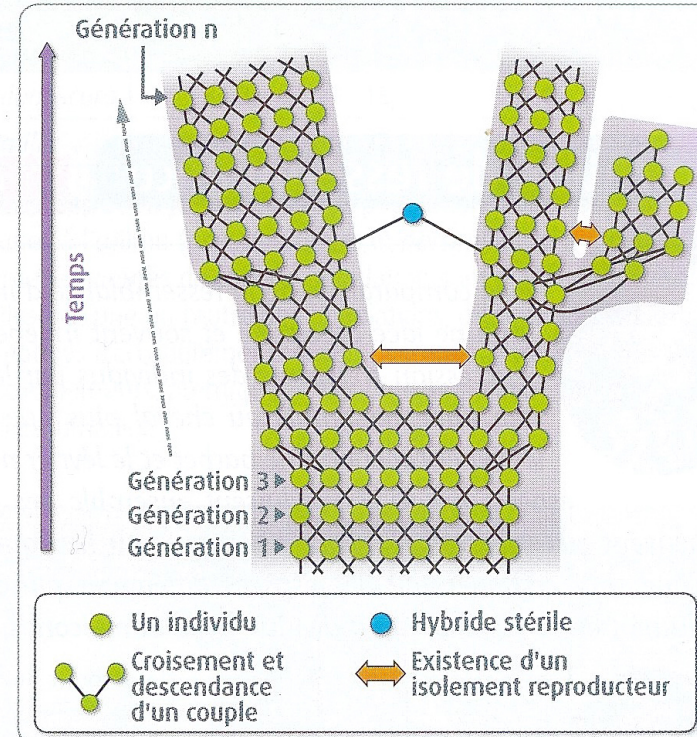


Incompatibilité physiologique, génétique ou comportementale qui empêche les individus d'un groupe de se reproduire avec des individus de l'autre groupe, même si les populations sont remises en contact



Interview de **Guillaume Lecointre**, chercheur en systématique et en évolution.

**Lorsque les individus de deux populations** initialement de la même espèce ne peuvent plus se reproduire entre eux (l'accouplement est impossible, ou bien il peut avoir lieu mais, ne se traduit par aucune naissance, ou encore la descendance des individus est stérile), il y a **isolement reproducteur**: les échanges génétiques liés à la reproduction sexuée cessent. L'isolement reproducteur résulte de l'accumulation progressive de différences génétiques entre deux populations qui, du fait d'une barrière comportementale ou géographique, ont des échanges génétiques réduits ou nuls. Conséquence de cet isolement reproducteur: les modifications génétiques ne peuvent plus être transmises d'une population à l'autre, il y a isolement génétique. Chaque population évolue ainsi séparément et forme alors une espèce distincte. L'émergence d'une nouvelle espèce est une **spéciation**. Une espèce est donc une succession de croisements à partir d'un isolement reproducteur. Si l'isolement reproducteur (et donc génétique) cesse, l'espèce disparaît.



Le flux des générations au cours de l'évolution.

**4** La spéciation : mécanisme d'émergence d'une espèce.

Schéma bilan : le processus d'apparition ou de disparition d'une espèce

