

## Chapitre 1. La biodiversité et son évolution

- I. Recenser la biodiversité et décrire ses variations
- II. L'influence des activités humaines sur la biodiversité

# Impact de l'Homme, exemple de la **fragmentation**



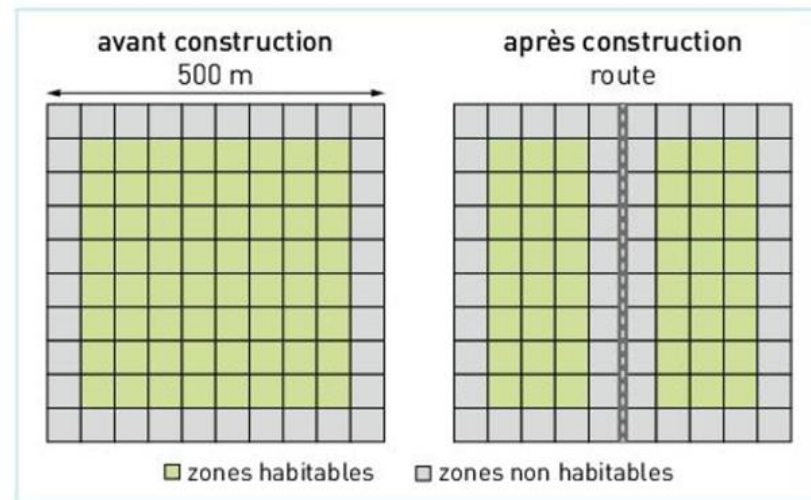
# Impact de l'Homme, exemple de la fragmentation

Doc 2 p 200 - Bordas

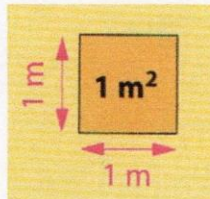
Actuellement, 70 % de la forêt mondiale se trouve à moins de 1 km de la lisière à cause de la fragmentation. De nombreuses espèces d'animaux et de végétaux ne peuvent pas vivre à proximité de la lisière car les conditions de vie y sont différentes (insolation, vents, écarts thermiques...) : c'est l'effet lisière.

Il est possible de simuler l'effet de la fragmentation d'une forêt, suite à la construction d'une route (schéma ci-dessous), sur une espèce de crapaud incapable de vivre à moins de 50 m de la lisière.

Densité maximale de crapauds = 400 individus /km<sup>2</sup>



Impact de la construction d'une route sur la surface habitable par le crapaud.



unité d'aire

1 m<sup>2</sup> c'est l'aire d'un carré  
d'1 m de côté

| km <sup>2</sup> | hm <sup>2</sup><br>ha | dam <sup>2</sup><br>a | m <sup>2</sup> | dm <sup>2</sup> | cm <sup>2</sup> | mm <sup>2</sup> |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                 |                       |                       |                |                 |                 |                 |
|                 |                       |                       |                |                 |                 |                 |
|                 |                       |                       |                |                 |                 |                 |
|                 |                       |                       |                |                 |                 |                 |

# Impact de l'Homme, exemple de la fragmentation

- 10 carreaux = 500 m donc 1 carreau = 50 m

- **Surface habitable**

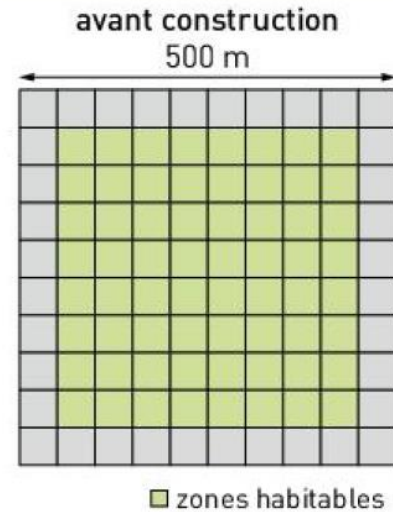
∴  $(8 \text{ carreaux} \times 50 \text{ m})^2 = 160\,000 \text{ m}^2 = 0,16 \text{ km}^2$

100 000 m<sup>2</sup> = 1 km<sup>2</sup>

- **Effectif max de crapauds :**

$0,16 \times 400 = 64$  individus

car 1



# Impact de l'Homme, exemple de la fragmentation

|                                      | Avant construction | Avec une route | Avec 2 routes |
|--------------------------------------|--------------------|----------------|---------------|
| Nombre de zones habitables           | 1                  |                |               |
| Surface habitable (km <sup>2</sup> ) | 0,16               |                |               |
| Effectif maximum de crapauds         | 64                 |                |               |
| % relatif                            | 100 %              |                |               |

# Impact de l'Homme, exemple de la fragmentation

## Construction d'une route :

### - Surface habitable

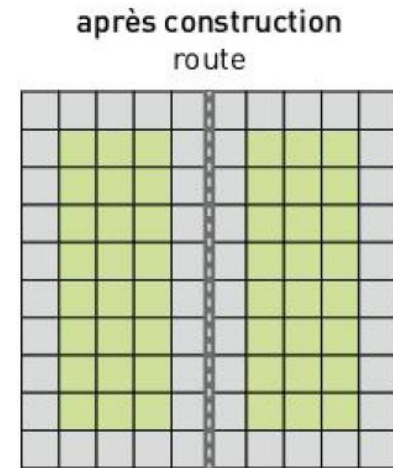
$$\therefore 2 \times (3 \times 50) \times (8 \times 50) = 120\,000 \text{ m}^2 = 0,12 \text{ km}^2$$

$$100\,000 \text{ m}^2 = 1 \text{ km}^2$$

### - Effectif max de crapauds :

$$0,12 \times 400 = 48 \text{ individus}$$

car 1



# Impact de l'Homme, exemple de la fragmentation

|                                      | Avant construction | Avec une route                   | Avec 2 routes |
|--------------------------------------|--------------------|----------------------------------|---------------|
| Nombre de zones habitables           | <b>1</b>           | <b>2</b>                         |               |
| Surface habitable (km <sup>2</sup> ) | <b>0,16</b>        | <b>0,12</b>                      |               |
| Effectif maximum de crapauds         | <b>64</b>          | <b>48</b>                        |               |
| % relatif                            | <b>100 %</b>       | $100 \times 48/64 =$ <b>75 %</b> |               |

# Impact de l'Homme, exemple de la fragmentation

## Construction de deux routes :

### - Surface habitable

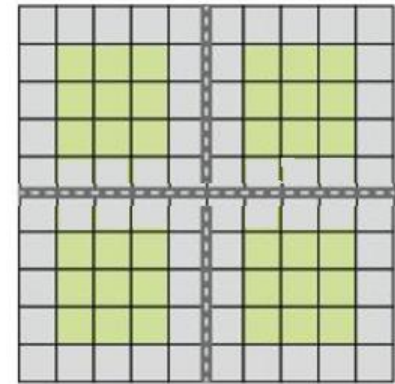
$$: 4 \times (3 \times 50)^2 = 90\,000 \text{ m}^2 = 0,09 \text{ km}^2$$

car  $1\,000\,000 \text{ m}^2 = 1 \text{ km}^2$

### - Effectif max de crapauds :

$$0,09 \times 400 = 36 \text{ individus}$$

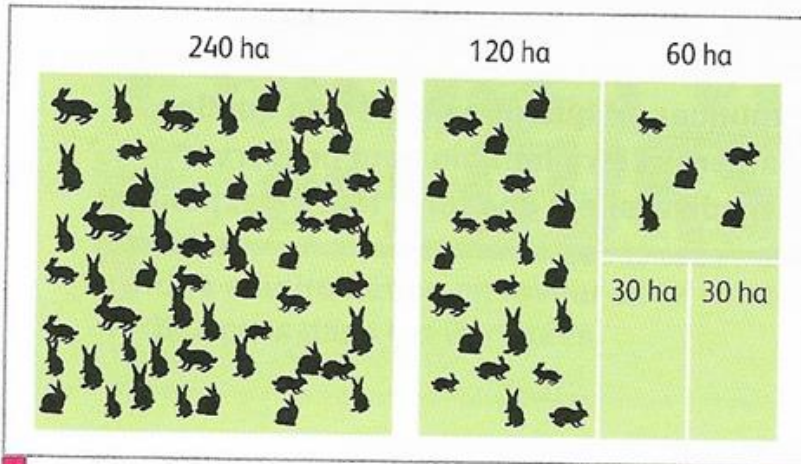
Après construction de 2 routes



# Impact de l'Homme, exemple de la fragmentation

|                                      | Avant construction | Avec une route                   | Avec 2 routes                    |
|--------------------------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Nombre de zones habitables           | <b>1</b>           | <b>2</b>                         | <b>4</b>                         |
| Surface habitable (km <sup>2</sup> ) | <b>0,16</b>        | <b>0,12</b>                      | <b>0,09</b>                      |
| Effectif maximum de crapauds         | <b>64</b>          | <b>48</b>                        | <b>36</b>                        |
| % relatif                            | <b>100 %</b>       | $100 \times 48/64 =$ <b>75 %</b> | $100 \times 36/64 =$ <b>56 %</b> |

# Impact de l'Homme, exemple de la **fragmentation**



Le nombre de lièvres en fonction de la taille des parcelles.

Le nombre d'animaux n'est pas directement proportionnel à la surface. Plus une surface est fragmentée, plus la densité diminue.

|                           | Nombre de lièvres  |
|---------------------------|--------------------|
| Parcelle unique de 240 ha | 63                 |
| 2 parcelles de 120 ha     | $2 \times 22 = 44$ |
| 4 parcelles de 60 ha      | $4 \times 5 = 20$  |
| 8 parcelles de 30 ha      | 0                  |

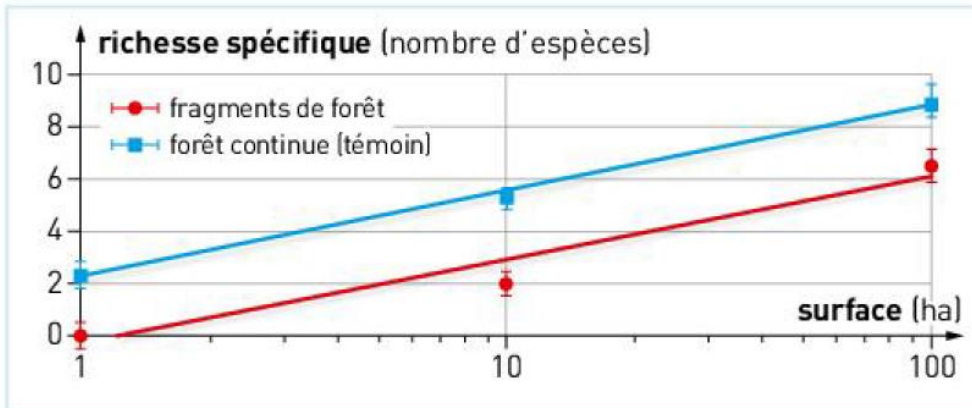
# Impact de l'Homme, exemple de la fragmentation

## 1 L'exemple des oiseaux en Amazonie

En Amazonie, la **fragmentation** est essentiellement due à la déforestation (a). Des chercheurs ont étudié l'effet de la fragmentation sur la biodiversité d'espèces d'oiseaux insectivores (b). Ils ont pour cela comparé la répartition de 9 espèces d'oiseaux dans des fragments de forêts et dans des parcelles de forêt non fragmentée (témoin).



**a** La déforestation en Amazonie vue par satellite (2012). Les zones claires correspondent aux secteurs où la forêt a été coupée pour laisser la place à des champs ou des routes.



**b** Nombre d'espèces d'oiseaux insectivores en forêt fragmentée ou continue. D'après Stratford et Stouffer (2001).

# Impact de l'Homme, exemple de la fragmentation

## 1 L'exemple des oiseaux en Amazonie

En Amazonie, la **fragmentation** est essentiellement due à la déforestation (a). Des chercheurs ont étudié l'effet de la fragmentation sur la biodiversité d'espèces d'oiseaux insectivores (b). Ils ont pour cela comparé la répartition de 9 espèces d'oiseaux dans des fragments de forêts et dans des parcelles de forêt non fragmentée (témoin).

De plus, les chercheurs ont observé que la moitié des espèces d'oiseaux disparaissait en 5 ans seulement dans les fragments de 1 ha contre 12 ans pour ceux de 100 ha.



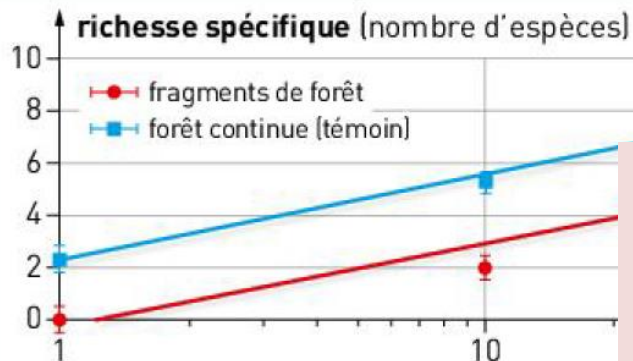
a La déforestation en Amazonie vue par satellite (2012). Les zones claires correspondent

pour  
es.  
es

*Pourquoi les petites populations  
semblent plus fragiles ?*

---- > **Modélisation**

D'après Stratford et Stouffer (2001).



# Modéliser les conséquences de la fragmentation sur la **diversité génétique**



Effets de la fragmentation des populations sur leur composition génétique

La fragmentation va diviser **génétiquement** une population en plusieurs : les flux d'allèles ne sont plus possible entre elles car la reproduction n'est plus possible (isolement géographique).

**La fragmentation provoque une diminution  
de l'abondance de l'espèce.**

***Pourquoi les petites populations semblent plus fragiles ?***

**---- > Modélisations**

## Un modèle de dérive génétique

**Activité : On souhaite modéliser l'évolution aléatoire de la fréquence des allèles au sein d'une population.**

**Document de référence : génotype et phénotype des poulets**

| Phénotype | [Noir]                                                                            | [Blanc]                                                                             | [Gris]                                                                              |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|           |  |  |  |
| Génotype  | (N//N)                                                                            | (B//B)                                                                              | (N//B)                                                                              |

### **Modélisation**

- **1ère génération** : *De façon arbitraire la 1ère génération est composée de 6 poulets gris*
  - prendre 6 cartes vierges
  - pour chaque poulet, noter, sur la carte:
    - le numéro de la génération (dans ce cas, il s'agit de la 1ère génération)
    - le génotype du poulet
    - le phénotype du poulet
    - colorier le poulet de la bonne couleur

- **2ème génération : On va tirer au sort 3 couples de poulets qui vont se reproduire**
  - retourner les cartes face cachée et tirer au sort 3 couples de poulets qui vont se reproduire.
  - **Pour chaque couple**, lancer le dé chiffré pour déterminer le nombre de descendants de ce couple.
  - **pour chaque descendant**, compléter la carte d'identité :
 

Pour le **génotype** il faut considérer que chaque parent transmet 1 de ses 2 allèles à son descendant. Ainsi si le parent possède 2 allèles identiques (homozygotie pour ce gène) c'est forcément cet allèle qui sera transmis. Si le parent possède 2 allèles différents (hétérozygotie pour ce gène), il faut utiliser le dé avec les lettres pour tirer au sort l'allèle qui sera transmis.

Le **phénotype** (écriture + coloriage) est déduit du génotype.

Penser à indiquer le **numéro de la génération**
  - procéder de la même manière avec les 2 autres couples de la 1ère génération.

Compter le nombre total d'allèles N et d'allèles B dans la génération 2 et noter le résultat dans le tableau joint. Calculer la fréquence de chaque allèle dans la génération 2.

- **3ème génération, 4ème et 5ème génération :**
  - retourner les cartes face cachée et tirer au sort 3 couples de poulets qui vont se reproduire.
  - les poulets non tirés au sort meurent sans se reproduire : on élimine les cartes.
  - recommencer comme pour la génération 2

Bien penser à compléter le tableau de résultats pour chaque génération

### **Communication des résultats**

Tracer un graphique qui représente l'évolution de la fréquence de l'allèle B et de l'allèle N au cours des générations dans votre population de poulets.

fréquence (%) des générations en fonction

- allèle B

- allèle N



# EVOLUTION DE LA FRÉQUENCE DES ALLÈLES B ET N AU COURS DES GÉNÉRATIONS

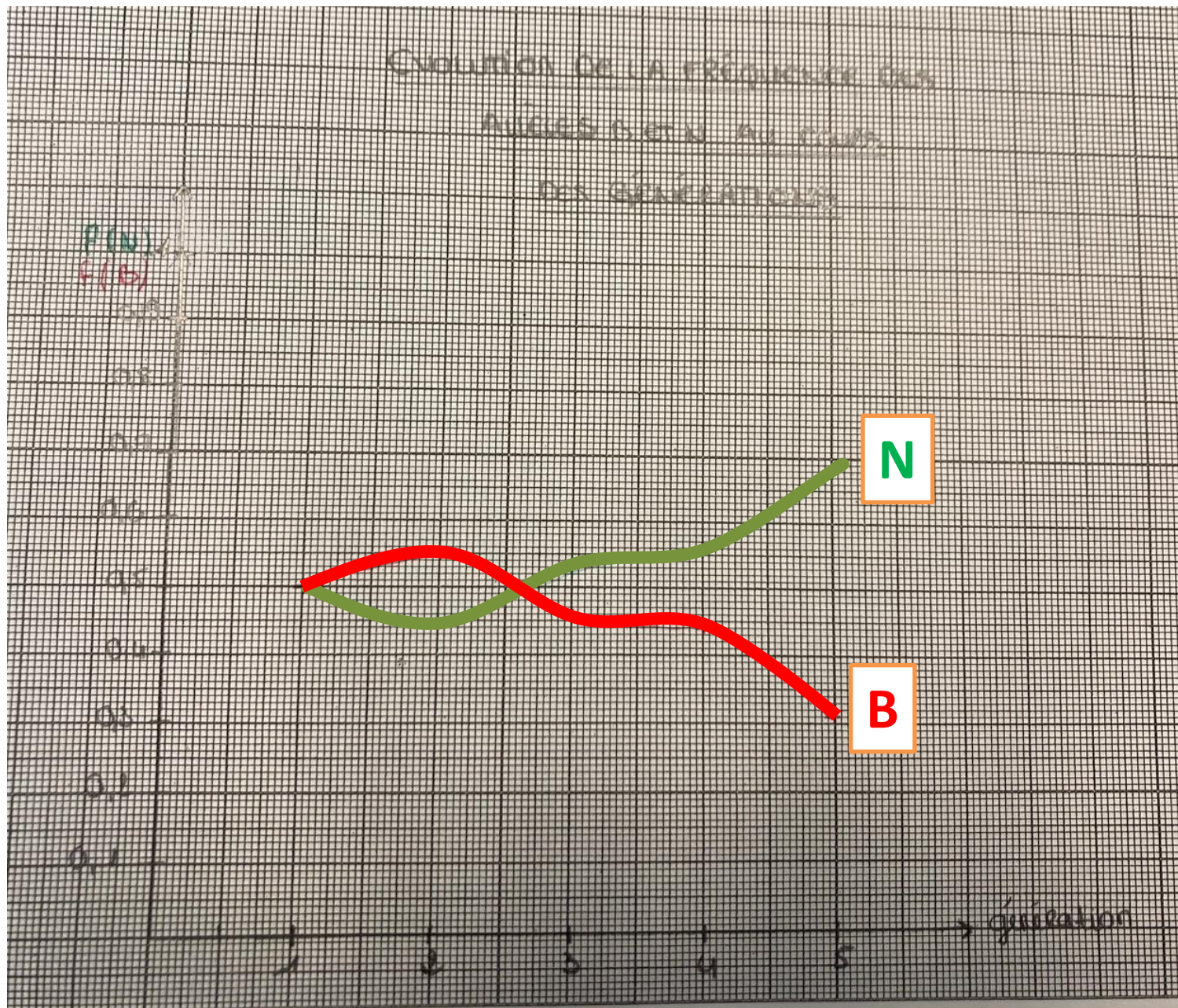
$f(N)$   
 $f(B)$

0.9  
0.8  
0.7  
0.6  
0.5  
0.4  
0.3  
0.2  
0.1

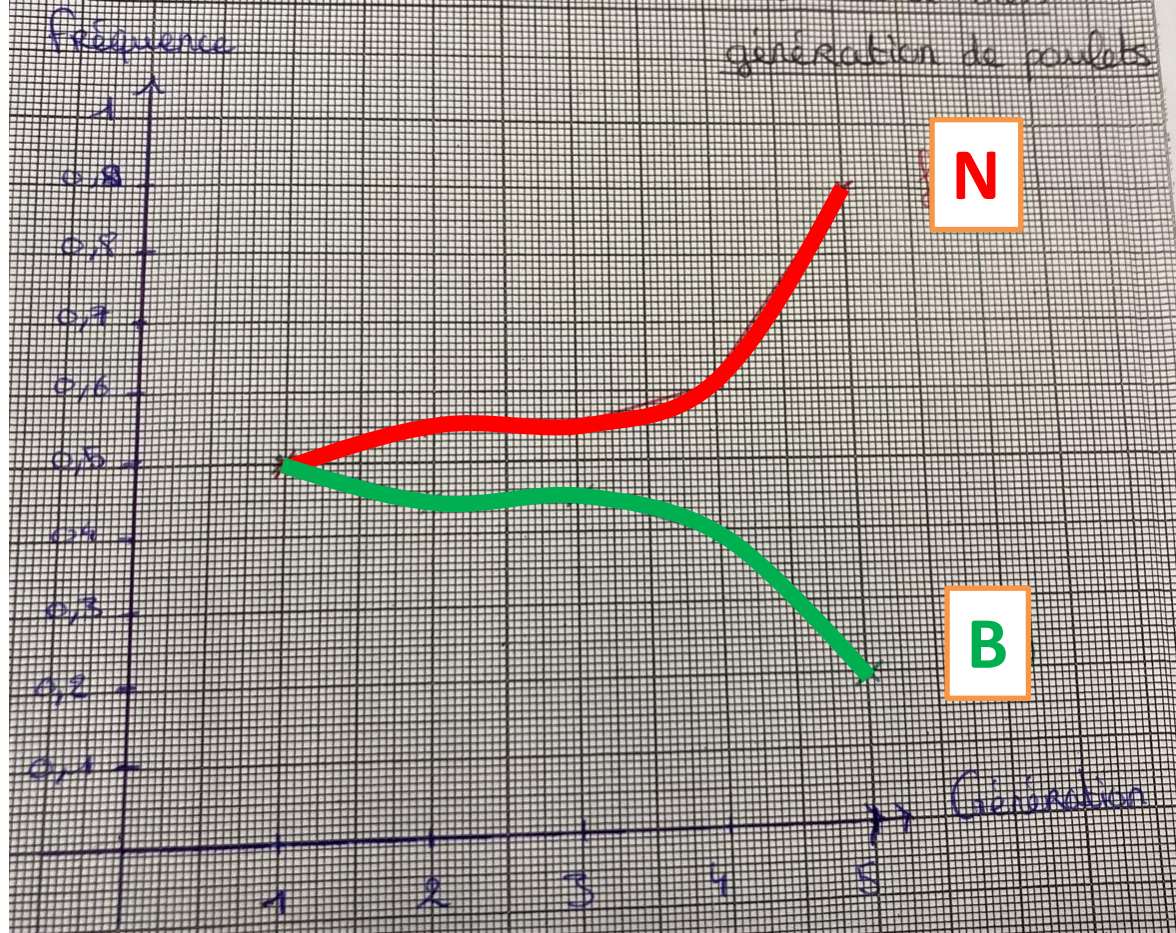
1 2 3 4 5 → génération

N

B

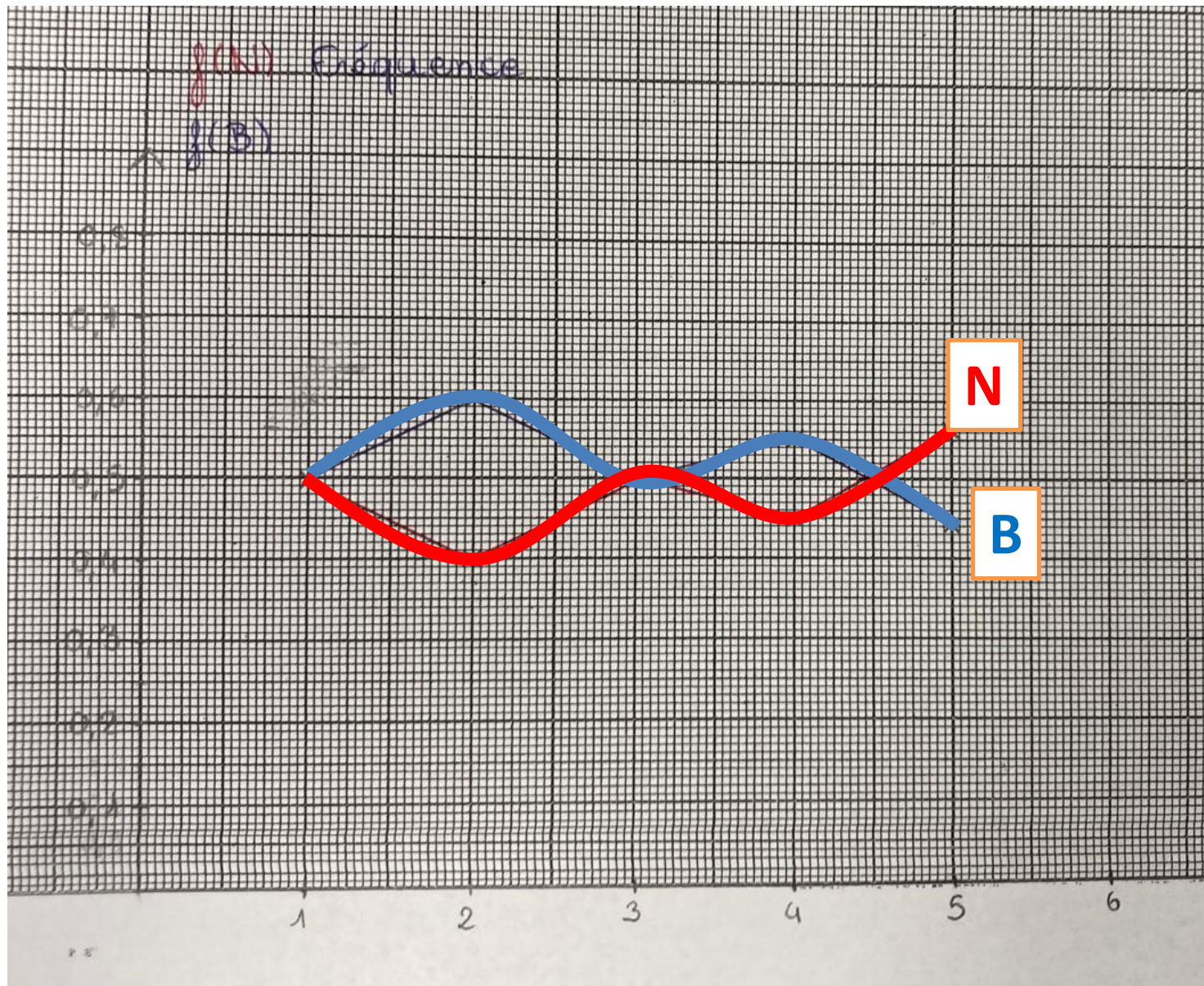


Graphique de l'évolution de la fréquence de l'allèle B et de l'allèle N au cours des générations de poulets.



$f(N)$  Frequência

$f(B)$





**Term  
ES**

## Les conséquences de la fragmentation sur la survie d'une population

**On cherche à comprendre les mécanismes responsables de la baisse de la diversité génétique des lynx ibériques et à justifier les mesures de protections mises en place.**

Pour ceci, répondre aux questions figurant dans le polycopié distribué



### Contexte général :

Doc 1 : [Le lynx ibérique, un mammifère fortement menacé](#)

### Etude de la diversité génétique des populations de lynx :

Doc 2 : [Diversité génétique des différentes populations de lynx](#)

### Comprendre la perte de la diversité génétique dans une population :

Doc 3 : [Modéliser la dérive génétique dans des populations de taille différentes](#)



### Le projet Iberlince en Andalousie:

Doc 4 : [Des mesures actives de protection](#)

## Diversité génétique du lynx ibérique [LLS]

On compare la diversité allélique entre les deux populations de lynx ibériques et la population de lynx boréaux de Scandinavie. Cette dernière n'est pas en voie de disparition. Plus un gène possède d'allèles, plus la diversité génétique est considérée comme importante.

Le tableau ci-dessous présente les résultats de cette comparaison pour trois gènes.

| Localisation |               | Effectif de la population | Nombre d'allèles différents |        |        |
|--------------|---------------|---------------------------|-----------------------------|--------|--------|
|              |               |                           | Gène A                      | Gène B | Gène C |
| Espagne      | Doñana        | 76                        | 2                           | 1      | 4      |
|              | Sierra Morena | 285                       | 3                           | 2      | 8      |
| Scandinavie  |               | 2500                      | 5                           | 3      | 11     |

[LLS]

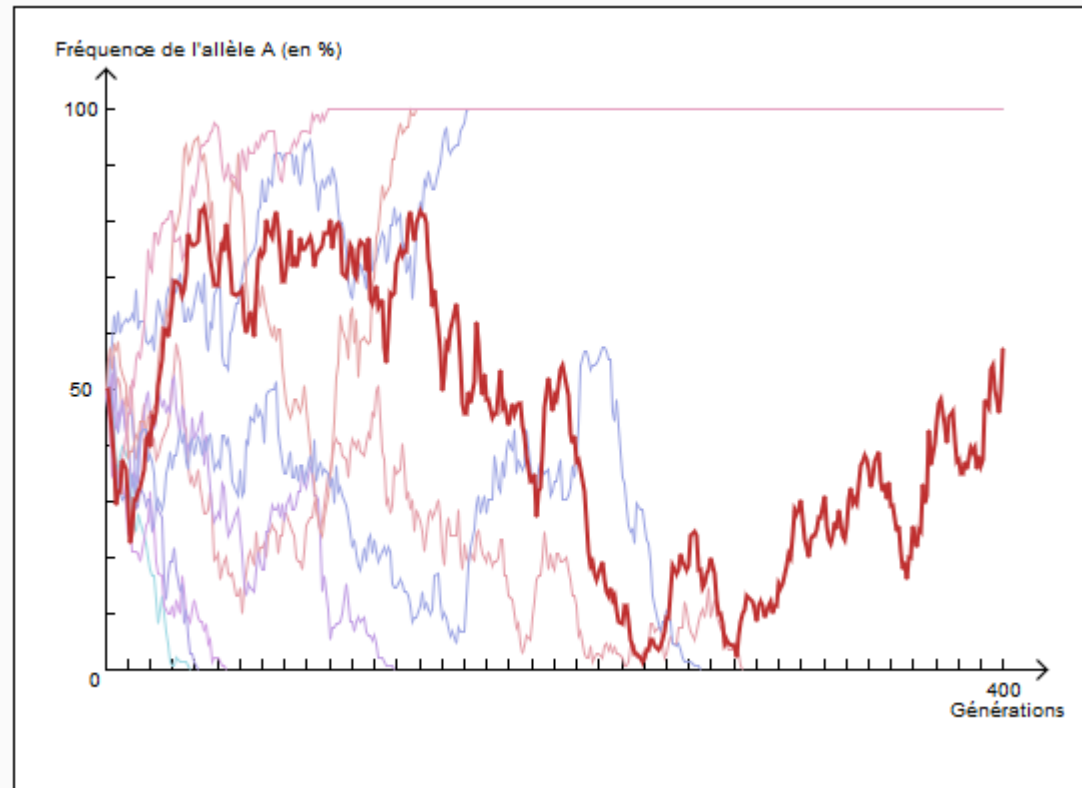
### Comparaison de la diversité génétique de 3 populations de lynx à partir de l'étude de 3 gènes

La diversité génétique est bénéfique sur le long terme pour permettre aux populations de préserver des caractères potentiellement avantageux permettant une meilleure adaptation à des environnements changeants (urbanisation, changement climatique, maladies, etc.).

Inversement, une population à faible diversité génétique augmente considérablement son risque d'extinction. En effet, si les conditions environnementales changent, la probabilité qu'il existe des génotypes ( =association d'allèles ) adaptés sera beaucoup plus faible.

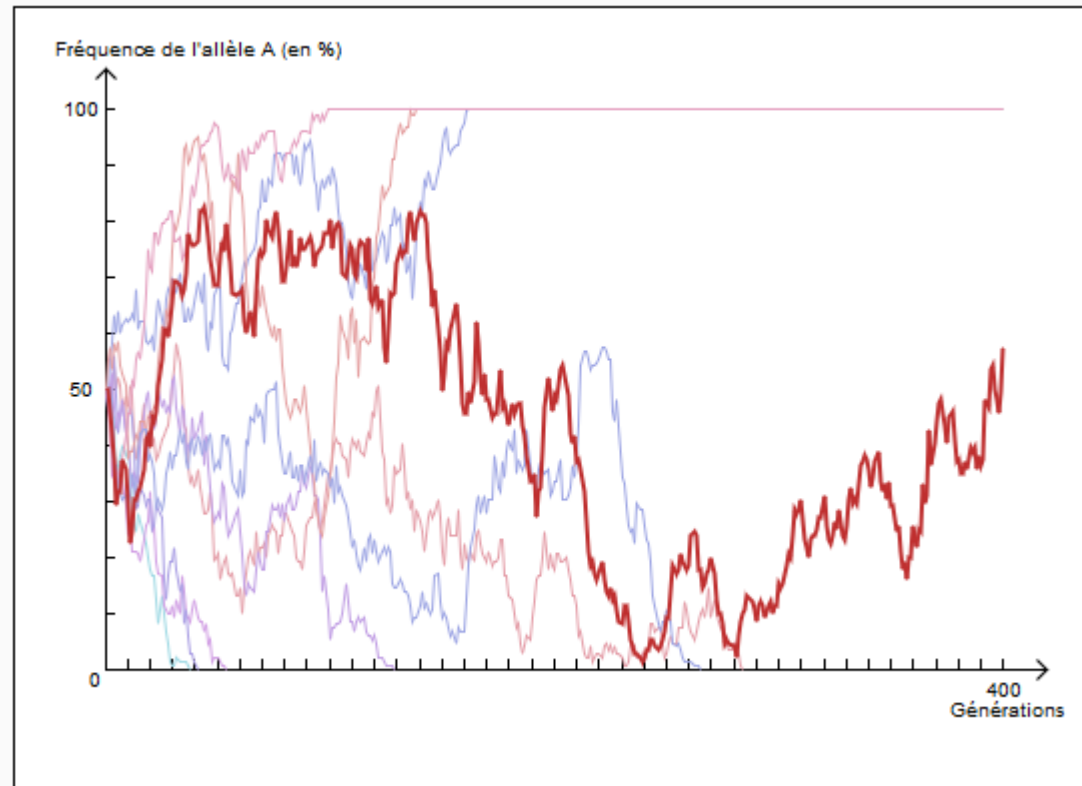
De plus, une faible abondance favorise la reproduction entre individus fortement apparentés, ceux-ci possèdent de nombreux allèles en communs, ce qui augmente la proportion d'individus homozygotes. On parle alors de **consanguinité**.

## Espagne – Donana – N = 76



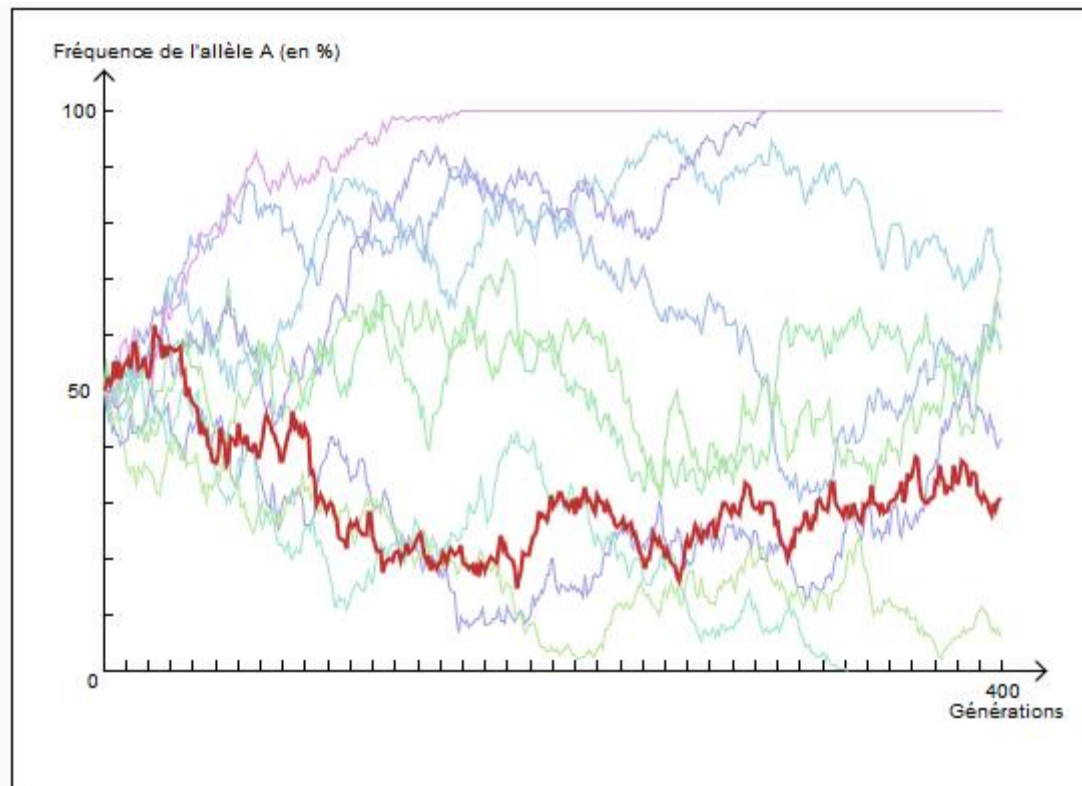
|          | Nb de simulations ou<br>l'allèle A disparaît | Nb de simulations ou<br>l'allèle B disparaît | Total |
|----------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------|
| N = 76   |                                              |                                              |       |
| N = 285  |                                              |                                              |       |
| N = 2500 |                                              |                                              |       |

## Espagne – Donana – N = 76



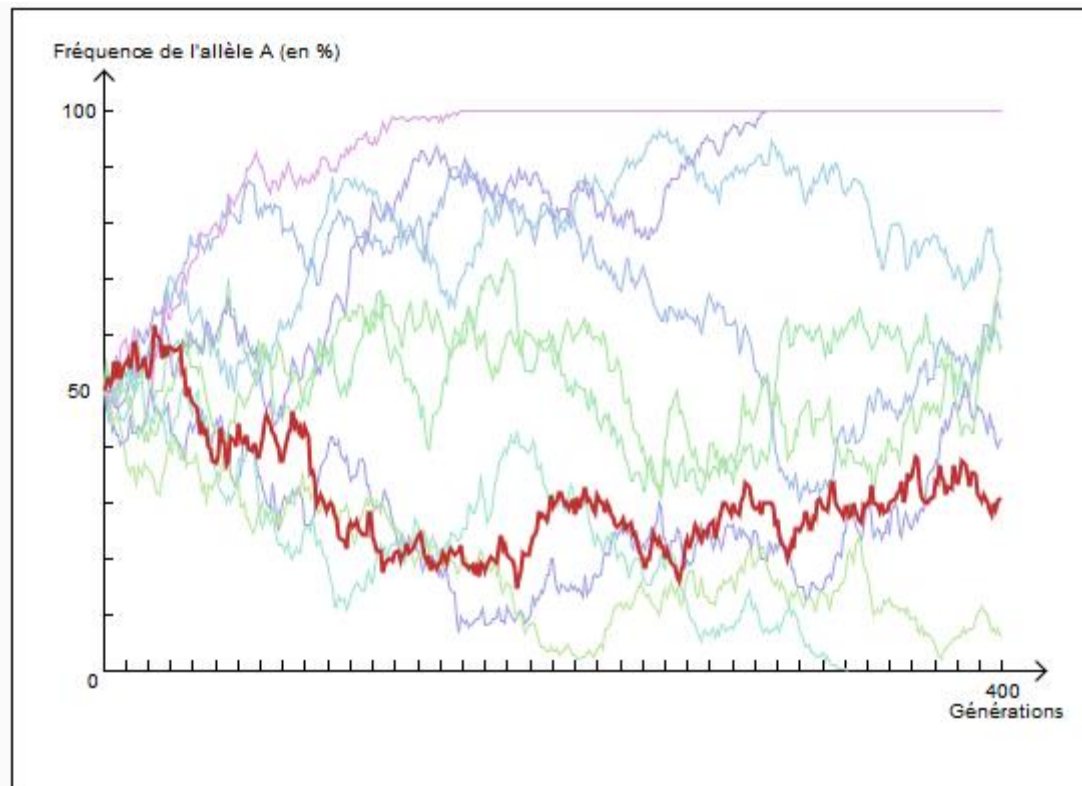
|          | Nb de simulations ou<br>l'allèle A disparaît | Nb de simulations ou<br>l'allèle B disparaît | Total |
|----------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------|
| N = 76   | 6                                            | 3                                            | 9     |
| N = 285  |                                              |                                              |       |
| N = 2500 |                                              |                                              |       |

## Espagne – Sierra Morena – N = 285



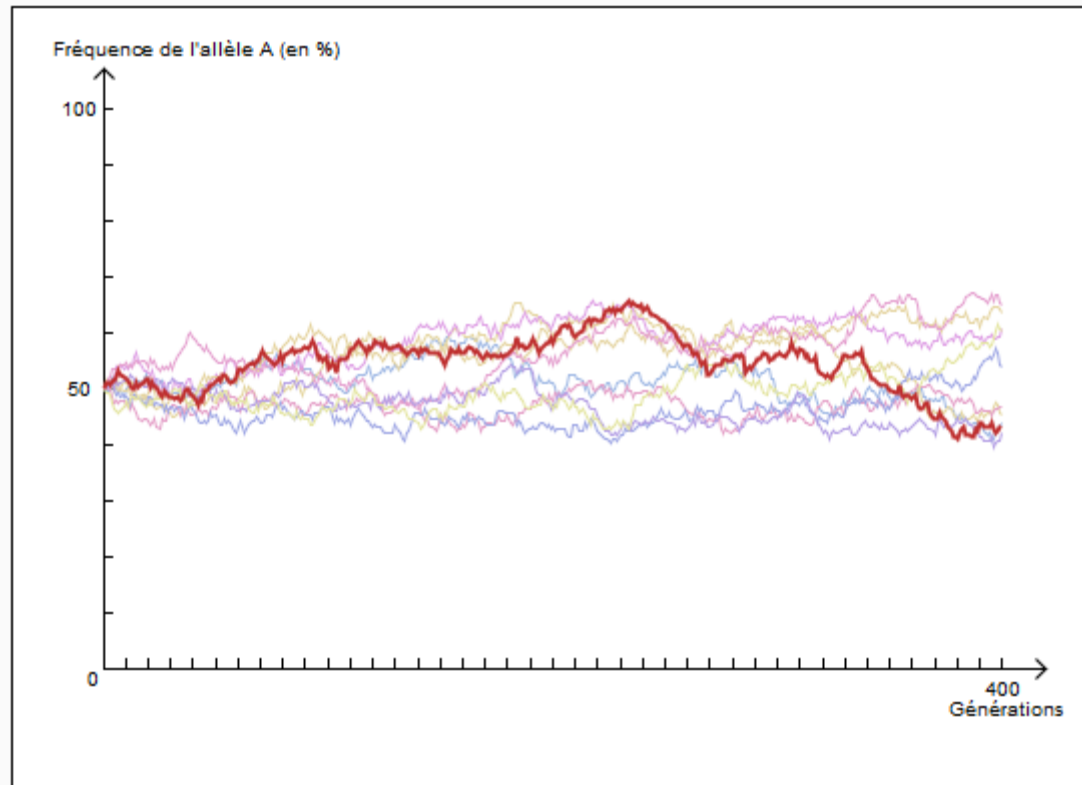
|          | Nb de simulations ou<br>l'allèle A disparaît | Nb de simulations ou<br>l'allèle B disparaît | Total |
|----------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------|
| N = 76   | 6                                            | 3                                            | 9     |
| N = 285  |                                              |                                              |       |
| N = 2500 |                                              |                                              |       |

## Espagne – Sierra Morena – N = 285



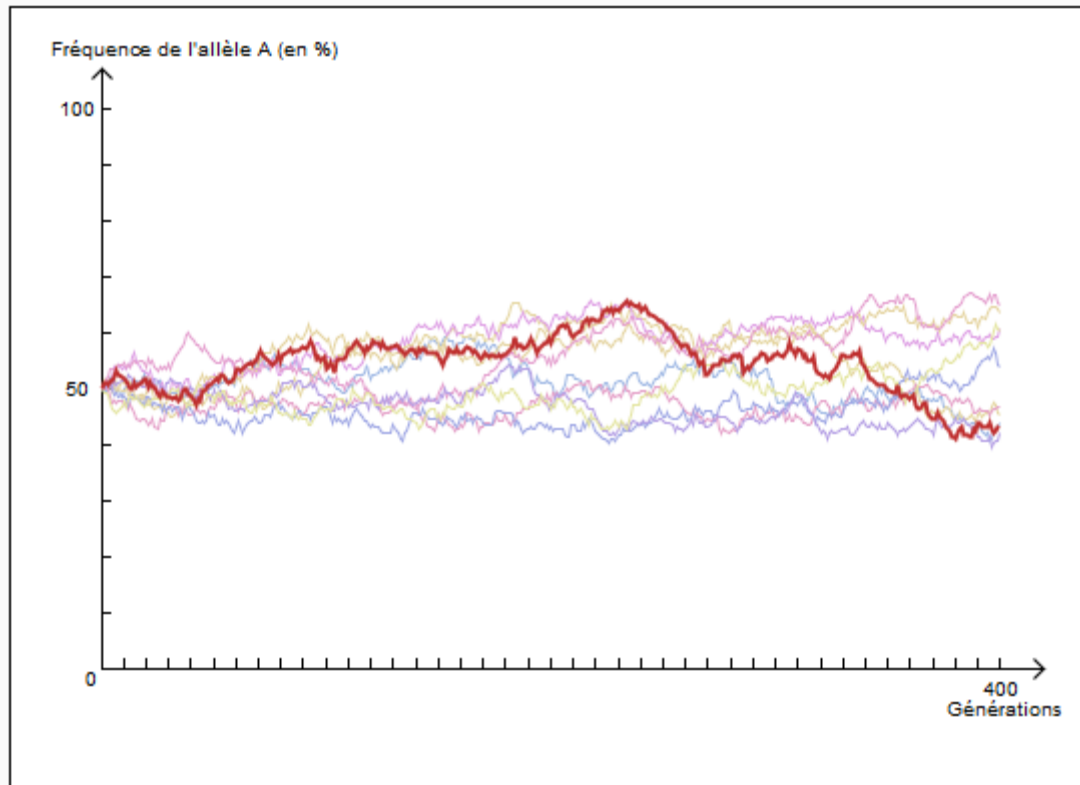
|          | Nb de simulations ou<br>l'allèle A disparaît | Nb de simulations ou<br>l'allèle B disparaît | Total |
|----------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------|
| N = 76   | 6                                            | 3                                            | 9     |
| N = 285  | 1                                            | 2                                            | 3     |
| N = 2500 |                                              |                                              |       |

# Scandinavie – N = 2 500

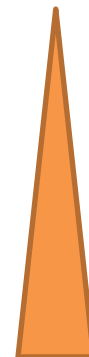


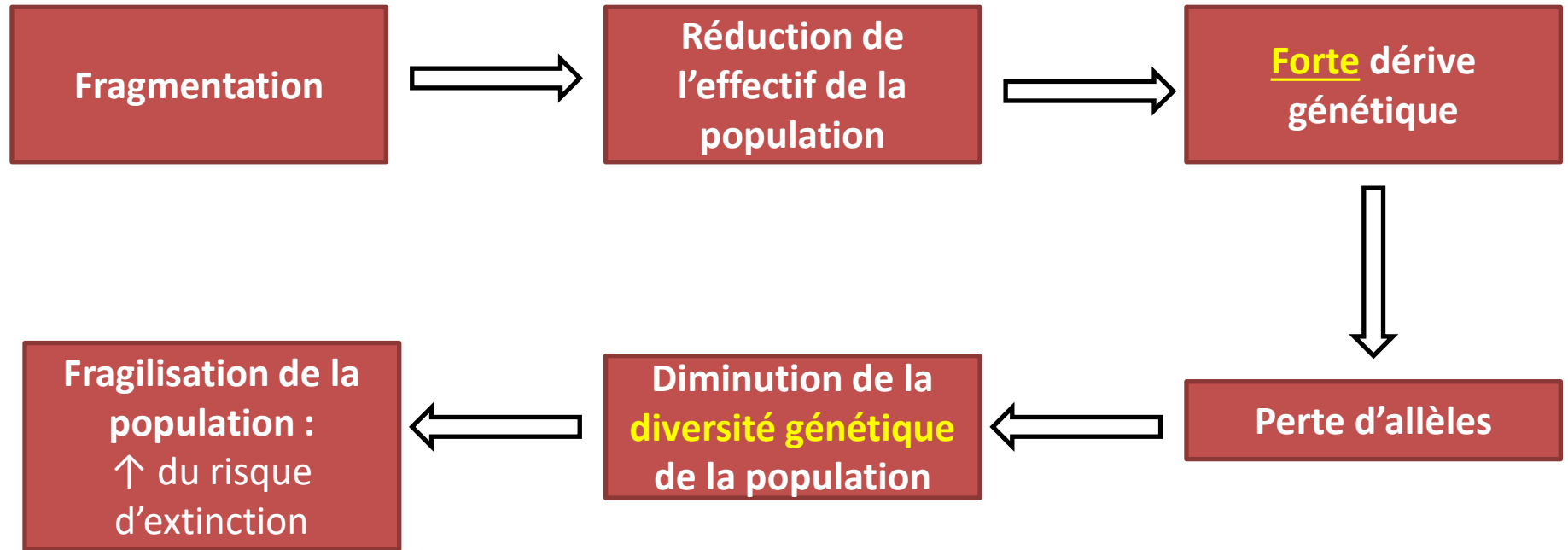
|          | Nb de simulations ou<br>l'allèle A disparaît | Nb de simulations ou<br>l'allèle B disparaît | Total |
|----------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------|
| N = 76   | 6                                            | 3                                            | 9     |
| N = 285  | 1                                            | 2                                            | 3     |
| N = 2500 |                                              |                                              |       |

## Scandinavie – N = 2 500



|          | Nb de simulations ou<br>l'allèle A disparaît | Nb de simulations ou<br>l'allèle B disparaît | Total |
|----------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------|
| N = 76   | 6                                            | 3                                            | 9     |
| N = 285  | 1                                            | 2                                            | 3     |
| N = 2500 | 0                                            | 0                                            | 0     |



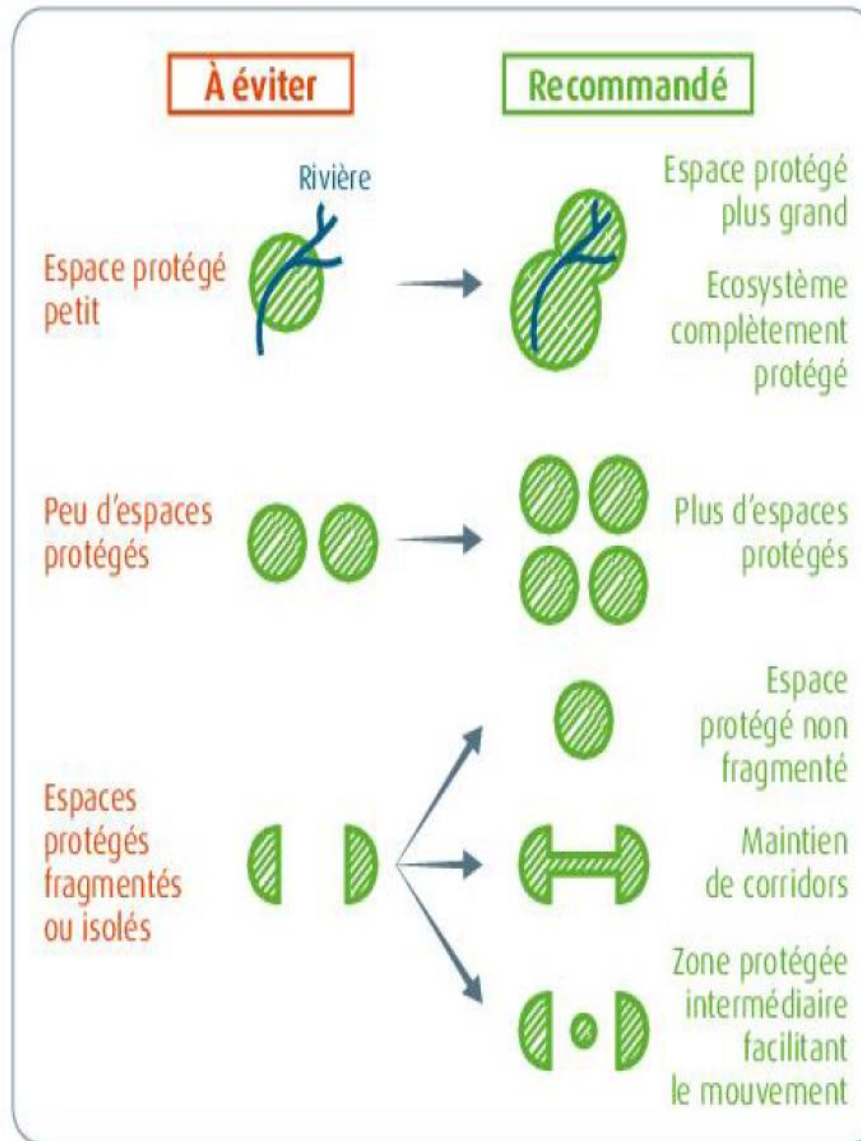


# Limiter son impact

## Limiter les effets de la fragmentation :

- **gestion durable de l'écosystème** du lynx : mise en place d'aires protégées, restauration de l'écosystème, réintroduction de lapins ;
- **diminution de la mortalité non naturelle** : amélioration de la sécurité des routes (passages à faune et barrières), patrouilles de gardes forestiers, information des chasseurs ;
- **amélioration de la diversité génétique du lynx** : échange d'individus entre populations, reproduction en captivité, création d'une banque génétique du lynx ibérique.

# Limiter son impact



# Limiter son impact



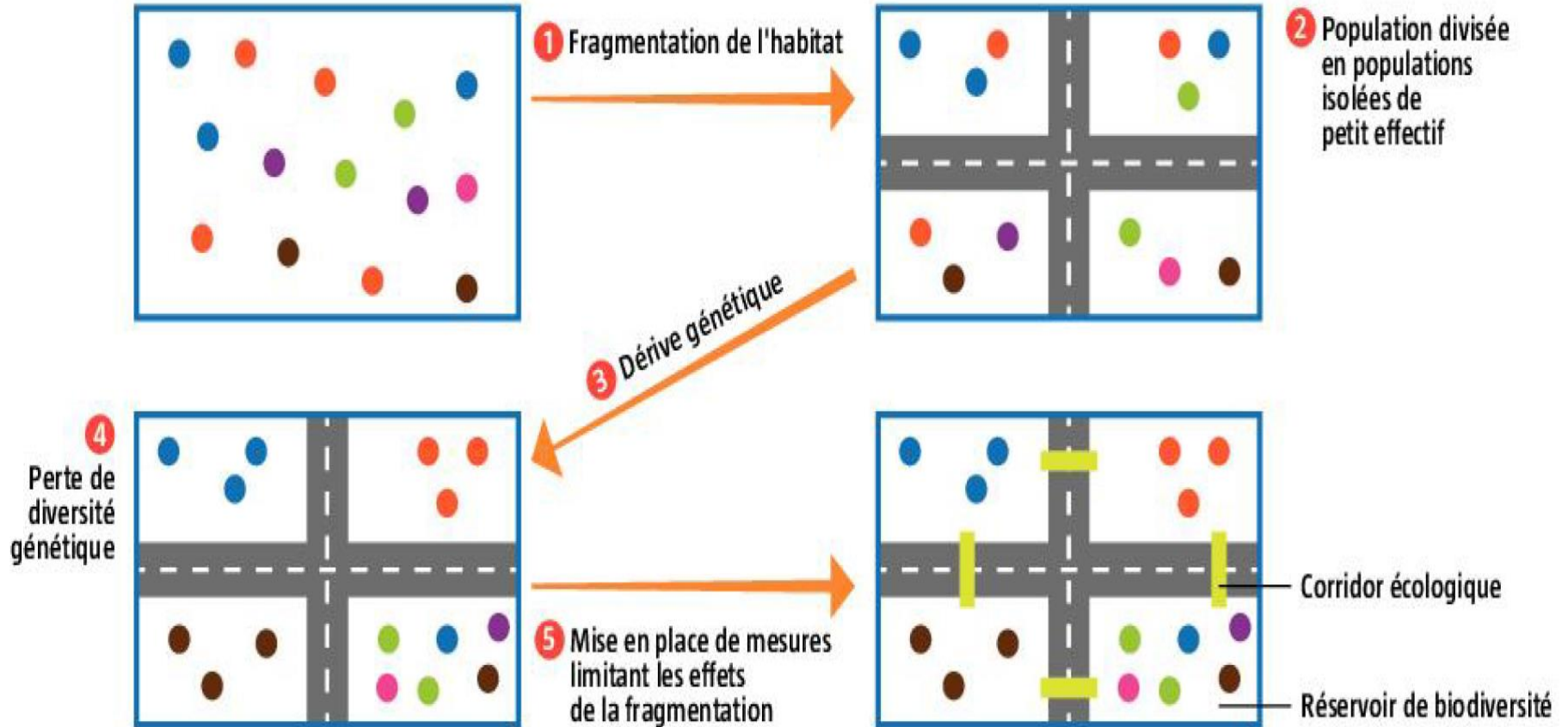
**Zooduc**

# Limiter son impact



**Crapauduc**

# La préservation de la biodiversité

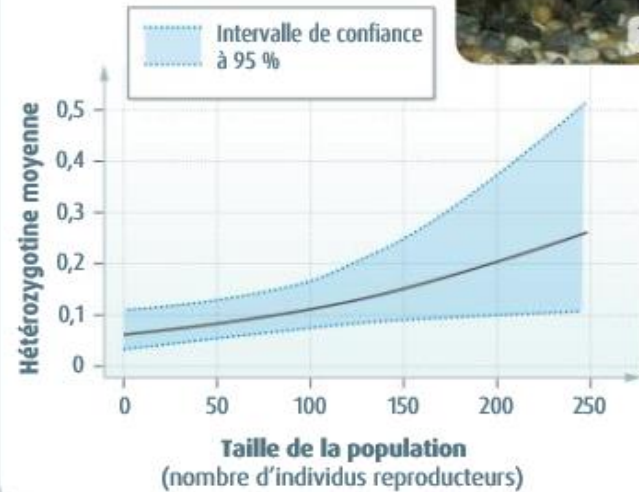


## Taille des populations et diversité génétique

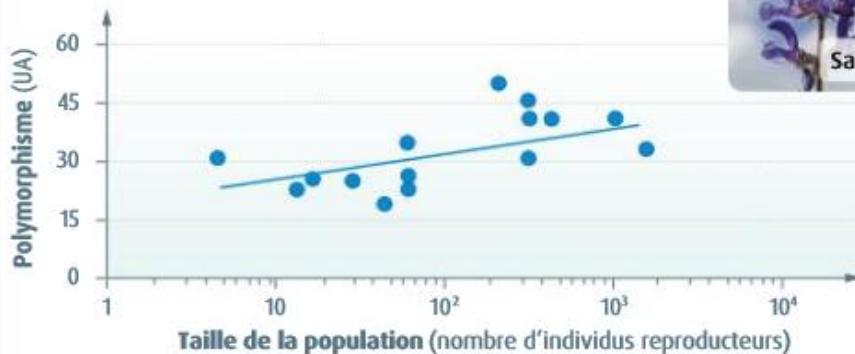
Ci-dessous sont présentés les résultats de deux études distinctes qui s'intéressent à l'effet de la diminution de la taille des populations sur la diversité génétique.

**DOC 1** Effet de la taille de la population sur l'hétérozygotie moyenne des gènes de la truite mouchetée (*Salvelinus fontinalis*). L'hétérozygotie moyenne représente le nombre moyen de gènes hétérozygotes dans l'espèce étudiée. Plus cet indicateur est élevé, plus la diversité génétique est importante dans la population.

D'après Fraser et al, 2014



D'après Young et al, 1996



**DOC 2** Polymorphisme en fonction de la taille de la population chez la sauge commune (*Salvia pratensis*).

La diversité génétique des plantes est estimée par le polymorphisme. On compare les séquences des mêmes parties du génome dans une population. Plus ces séquences diffèrent d'un individu à l'autre, plus la diversité génétique est importante.

### QUESTIONS

1. D'après vos connaissances, expliquez en quelques lignes en quoi la fragmentation d'un milieu peut conduire à la réduction de taille d'une population.
2. À partir des résultats des **DOCS 1 et 2**, montrez que la réduction de taille d'une population a un effet sur la diversité génétique.
3. D'après vos connaissances, quel mécanisme permet d'expliquer la variation des fréquences alléliques dans les populations de petite taille ?