

# Écologie fondamentale : concepts et méthodes (HAV316B)

Christophe PETIT

Cours 8



# Écologie fondamentale : concepts et méthodes (HAV316B)



Introduction

1ère partie. La biodiversité: un concept-clé

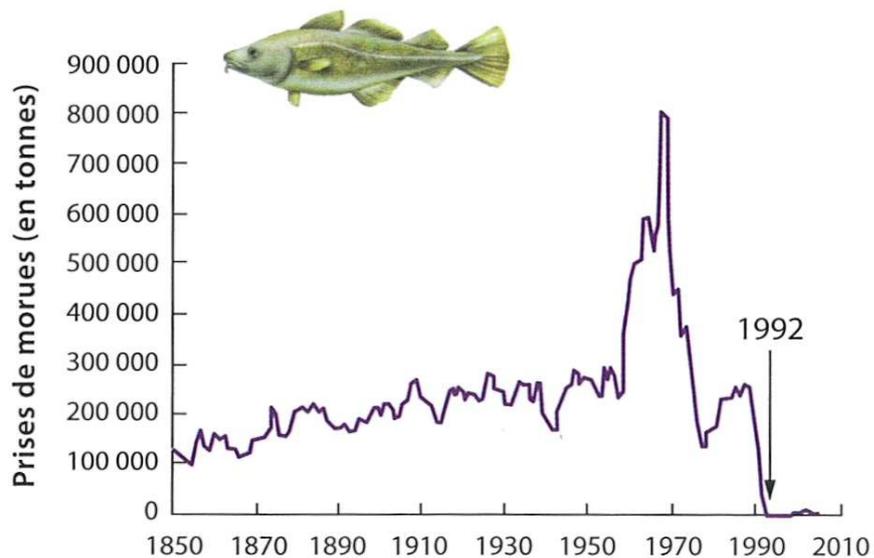
2ème partie. La biodiversité: un paramètre hétérogène et dynamique

**3ème partie. La conservation de la biodiversité**

A. Facteurs déterministes d'extinction des espèces

B. Facteurs stochastiques

C. Conserver et restaurer la biodiversité



Prises de morue (cabillaud) de l'Atlantique Nord à Terre-Neuve.

D'après Ricklefs & Releya 2019 et Millenium Ecosystem Assessment 2005.

DIE  
AUSTER  
UND DIE  
AUSTERNWIRTHSCHAFT

VON  
KARL MOEBIUS  
PROFESSOR DER ZOOLOGIE IN KIEL.



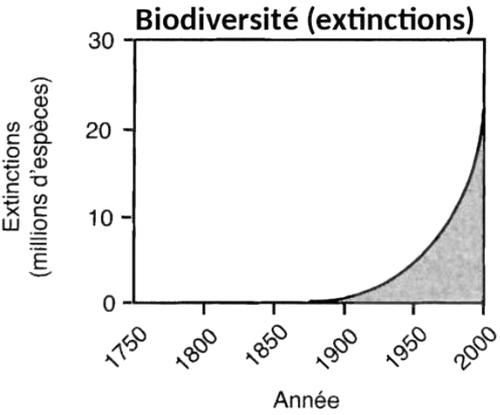
MIT EINER KARTE UND NEUN HOLZSCHNITTEN.

BERLIN.  
VERLAG VON WIEGANDT, HEMPEL & PAREY.  
1877.

Partie 3



Transformation/fragmentation/perte d'habitats

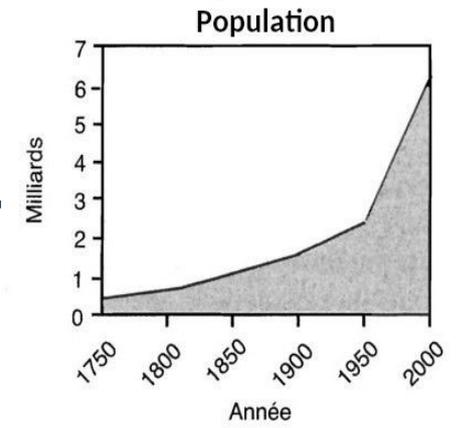


Surexploitation

Modification des cycles biogéochimiques

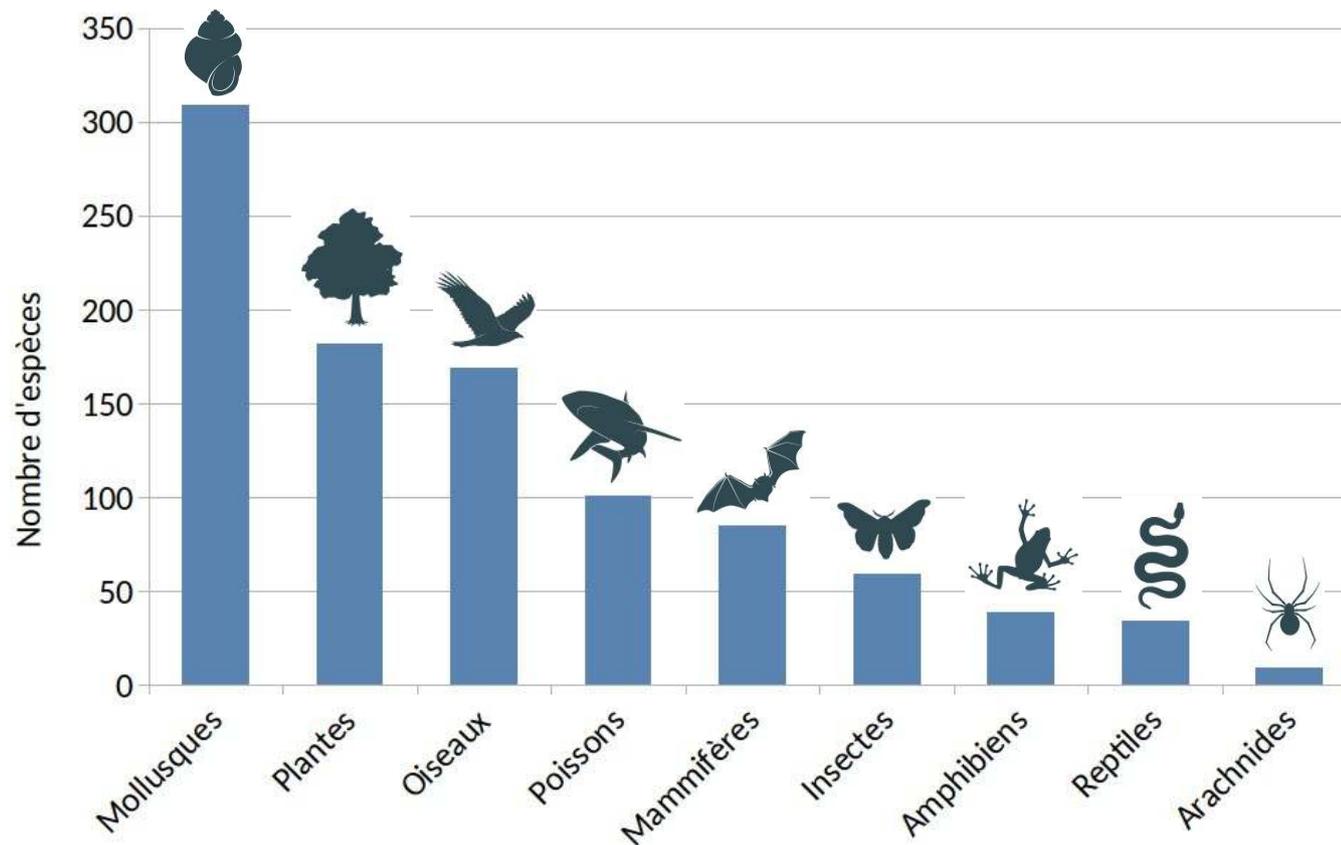
Changements climatiques

Modifications biotiques



**Perte biodiversité (forçages anthropiques)**

## La perte de biodiversité : extinction d'espèces



Nombre d'espèces connues éteintes dans quelques grands groupes taxonomiques.

Source : UICN 2024 (<https://www.iucnredlist.org>)

# Écologie fondamentale : concepts et méthodes (HAV316B)



Introduction

1ère partie. La biodiversité: un concept-clé

2ème partie. La biodiversité: un paramètre hétérogène et dynamique

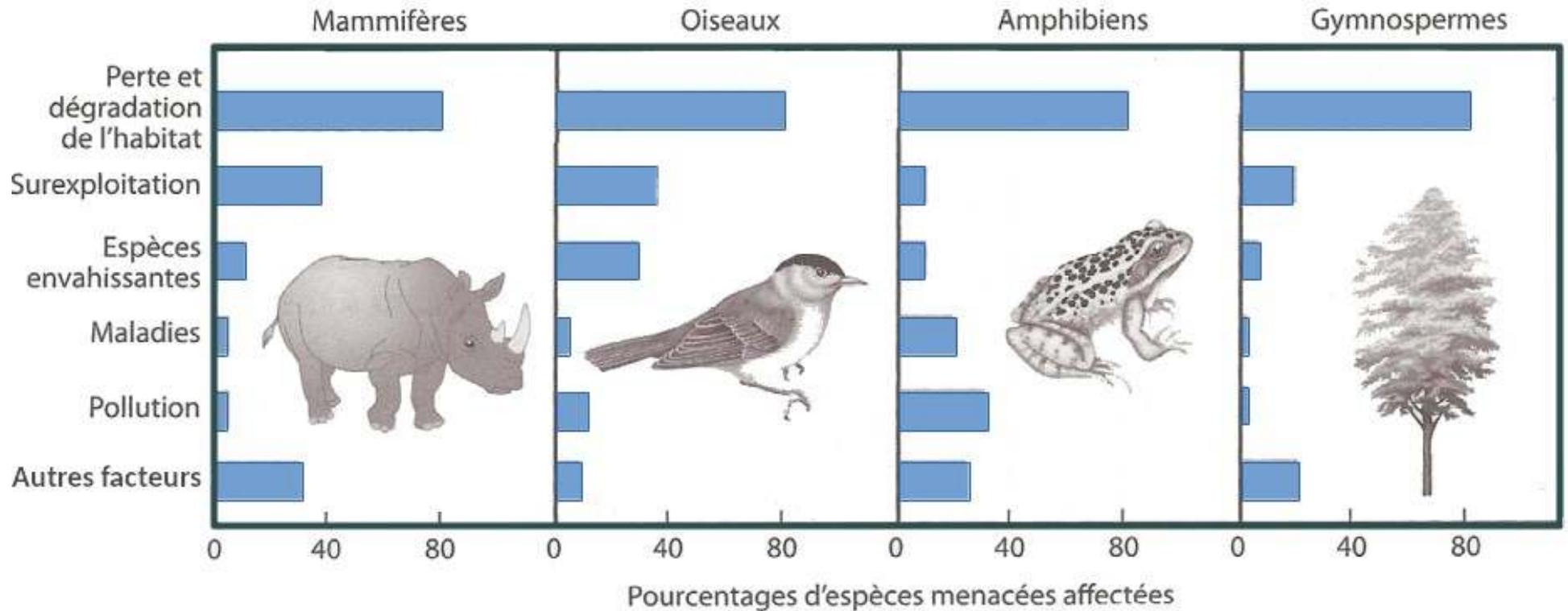
3ème partie. La conservation de la biodiversité

**A. Facteurs déterministes d'extinction de la biodiversité**

B. Facteurs stochastiques

C. Conserver et restaurer la biodiversité

## A. Facteurs déterministes d'extinction des espèces



Facteurs d'extinction des espèces de 4 grands groupes.

D'après UICN 2004, in Primack et al 2012.

## 1) Impacts à l'échelle planétaire

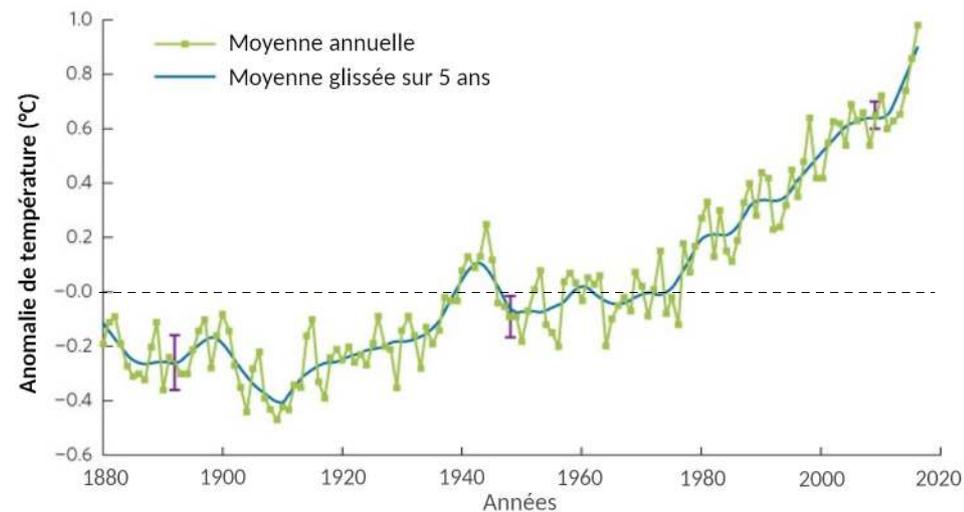
## Les changements climatiques



vers 1900



2022



Anomalie de température annuelle comparée à la moyenne de la période 1951-1980

Données NASA, in Ricklefs & Relyea 2019

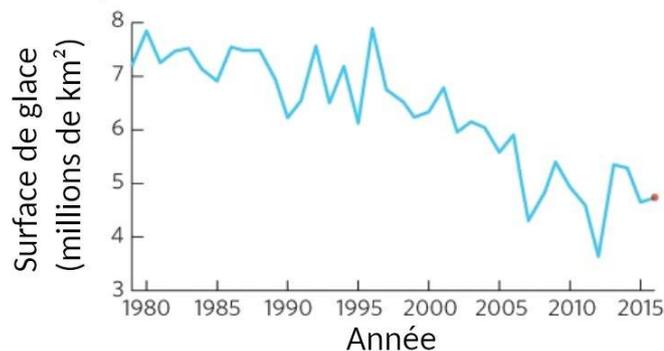
Le glacier des Gourgs blancs (3128m, Luchonais, Pyrénées)

Photos : météo Pyrénées

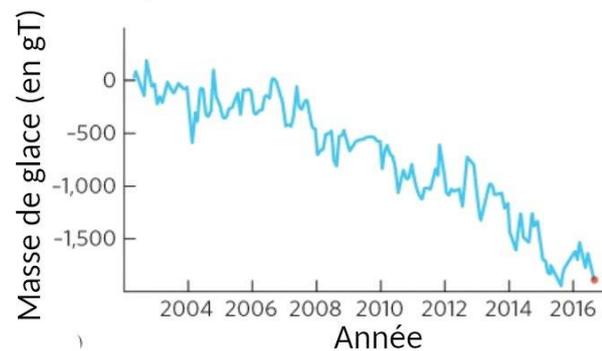
## 1) Impacts à l'échelle planétaire

## Les changements climatiques

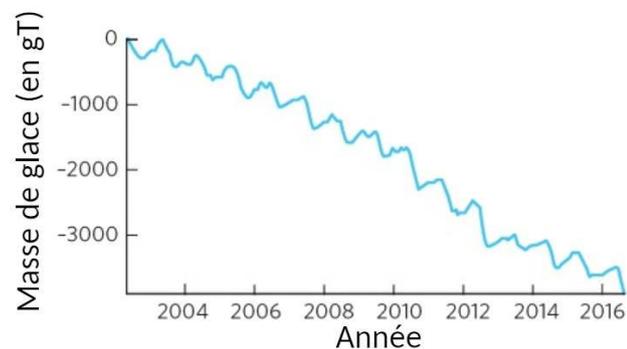
Arctique



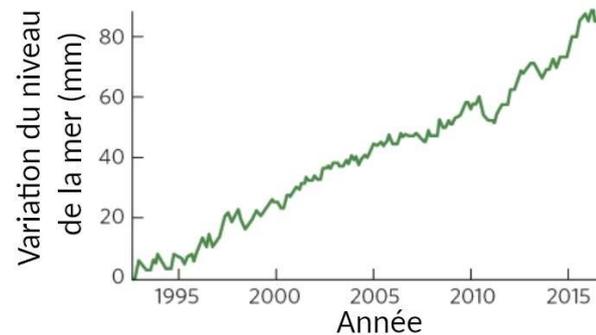
Antarctique



Groenland

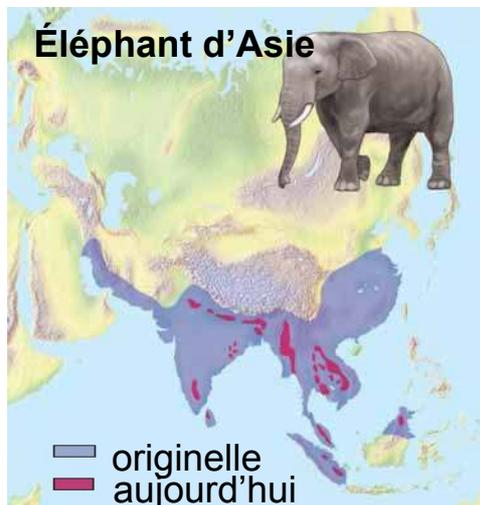
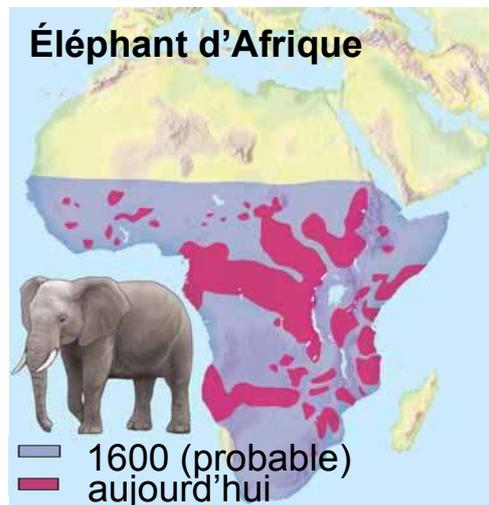
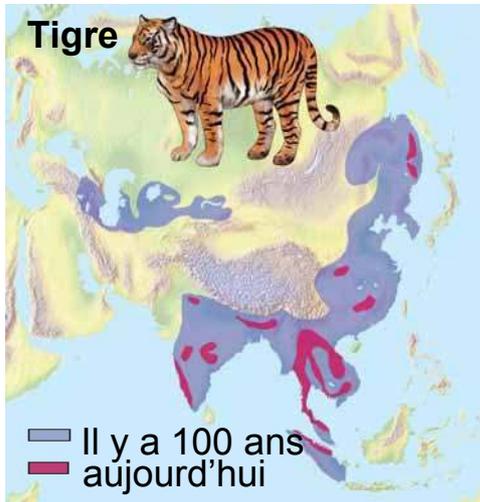
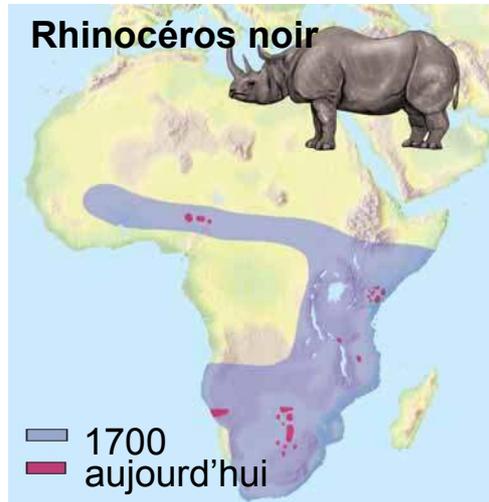


Niveau de la mer



Superficie de glace en janvier en Arctique, Antarctique et Groenland, et variation du niveau des océans. *In* Ricklefs & Relyea, 2019.

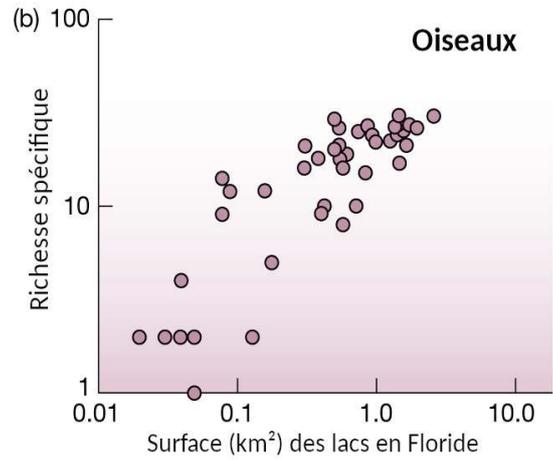
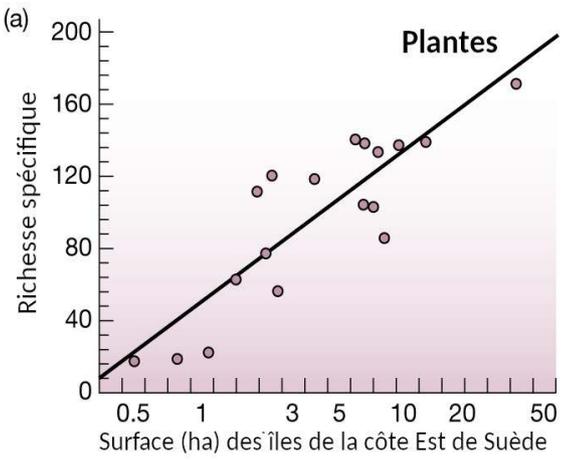
## 2) Impacts sur la distribution des espèces



Distribution passée et actuelle de quatre espèces de grands Mammifères.

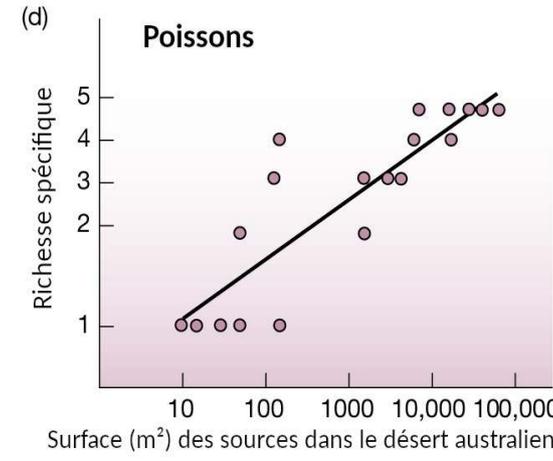
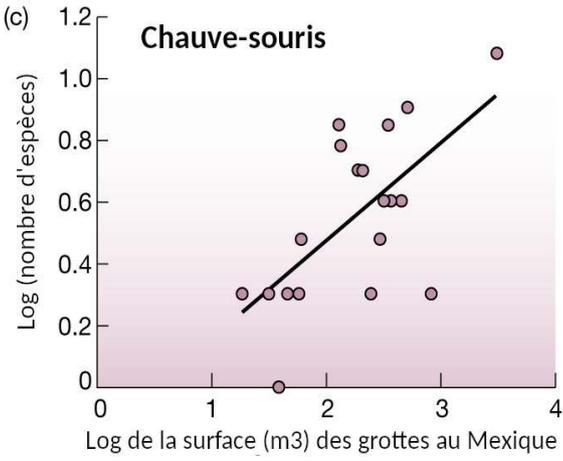
In Miller & Spoolman, 2009.

3) Impacts sur la diversité dans/des communautés



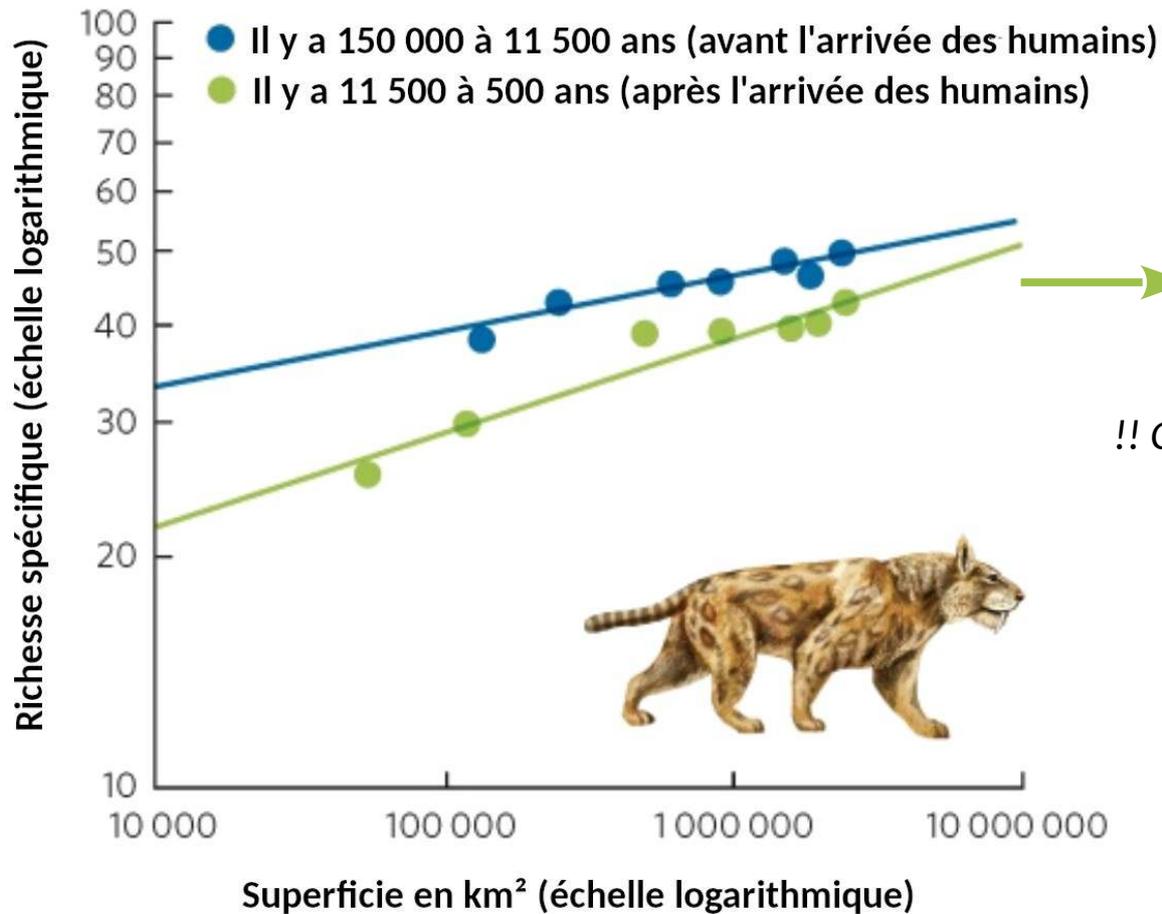
Richesse spécifique et taille des habitats favorables pour différents taxons et milieux.

cf. CM4



D'après Logfren & Jerling 2002, Hoyer & Canfield 1994, Brunet & Medelin 2001, Kodric-Brown & Brown 1993, in Townsend et al 2008.

## 3) Impacts sur la diversité dans/des communautés



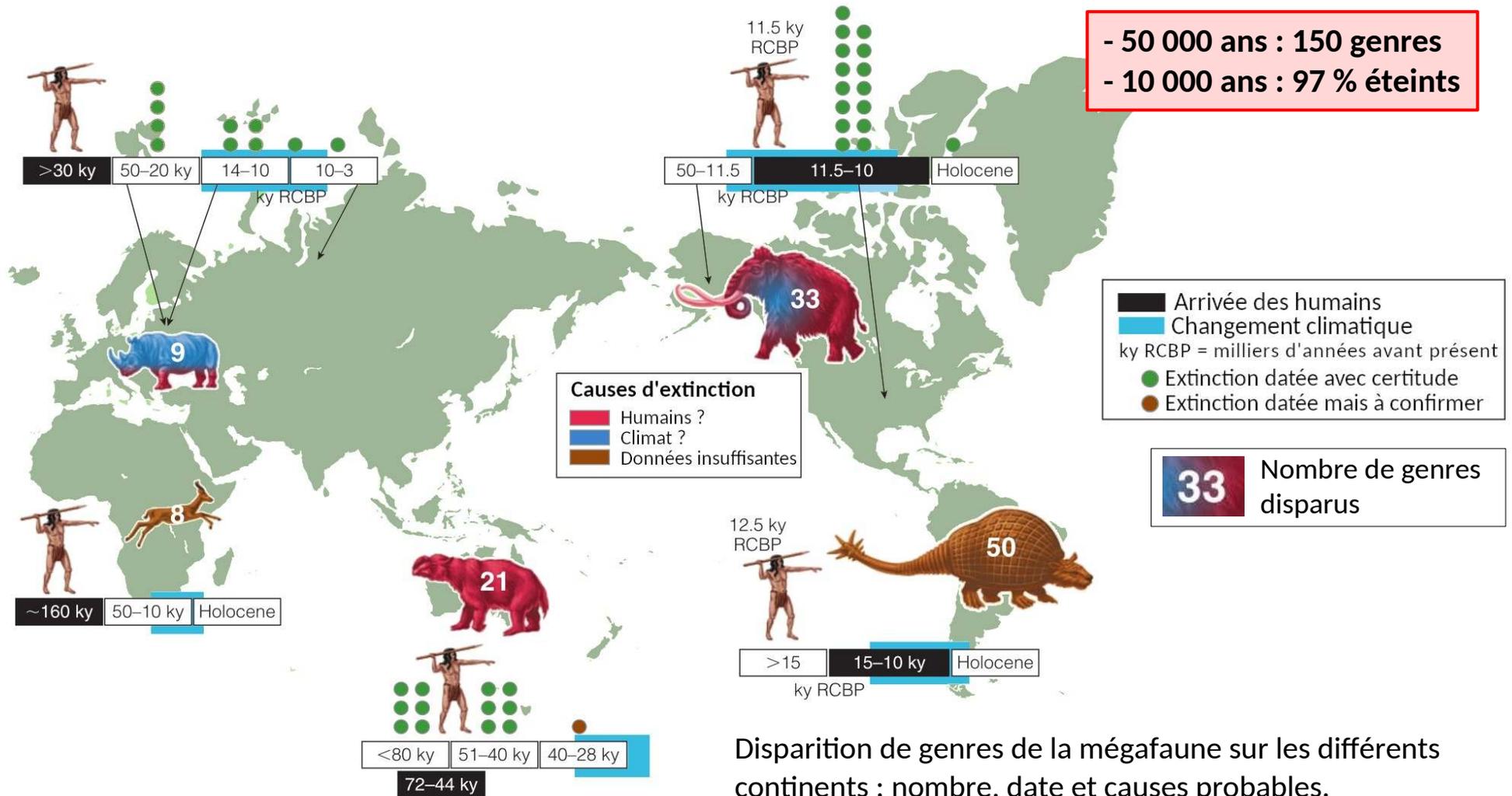
→ Diminution de  $S$  de 15 à 42 %  
27 genres & 56 espèces disparus

*!! Causes humaines, mais pas seulement !!*

Relation aire - richesse spécifique pour les Mammifères d'Amérique du Nord, depuis 150 000 ans et avant/après l'arrivée des humains.

D'après Carrasco et al 2009, in Ricklefs & Relyea 2018.

## 3) Impacts sur la diversité dans/des communautés

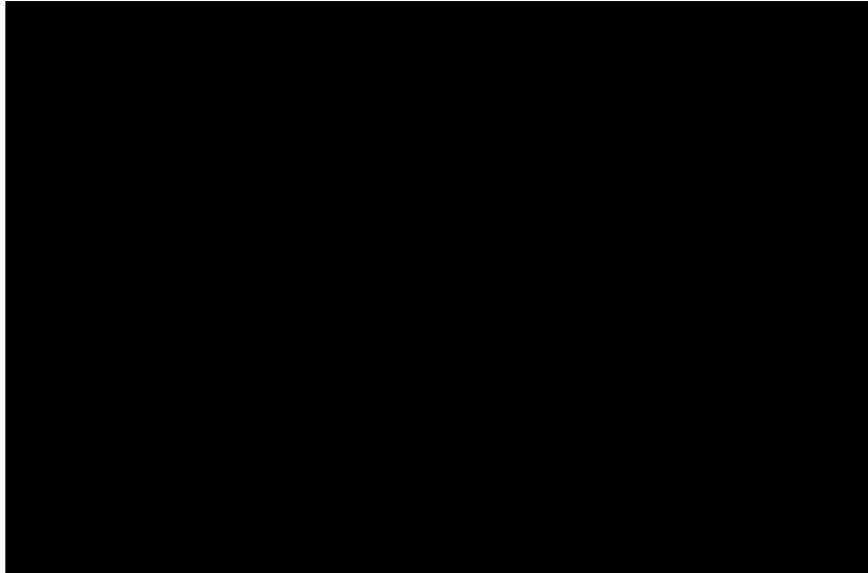


Disparition de genres de la mégafaune sur les différents continents : nombre, date et causes probables.

D'après Barnosky et al. 2004, in Krebs 2014.

#### 4) Impacts sur le fonctionnement des écosystèmes

Exemple : les services écologiques des chiens de prairies



Extraits de « Prairie Dog Town », de Blue Streak,  
<https://vimeo.com/190042545>.



*Cynomys ludovicianus*

Chien de prairie à queue noire



= services écologiques

**Modification propriétés du sol et  
 favorisation couvert végétal dense**

- capacité d'infiltration de l'eau
- régulation de l'érosion
- capacité de stockage du carbone
- production de fourrage

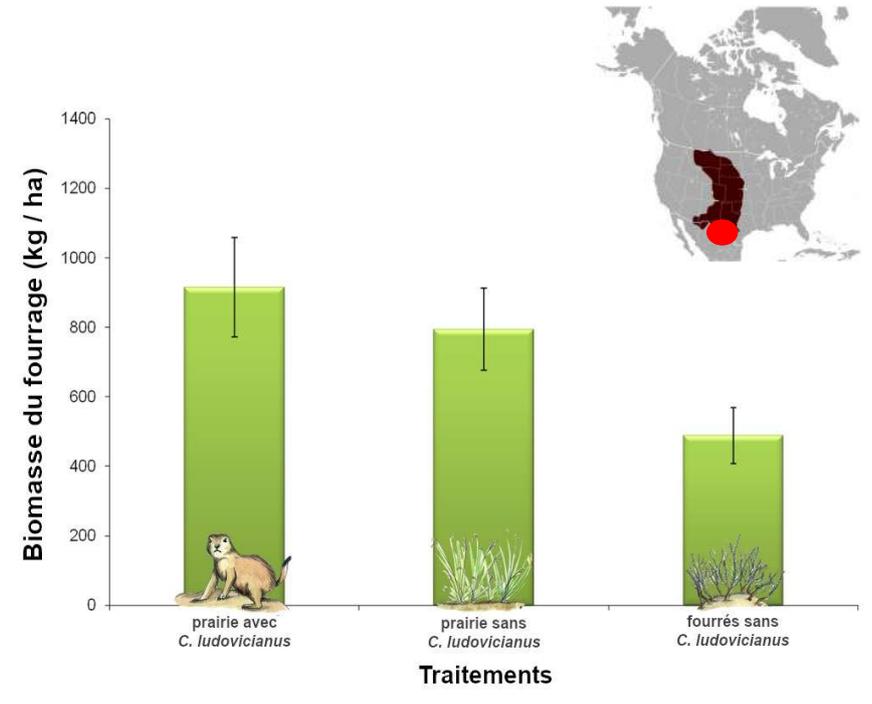
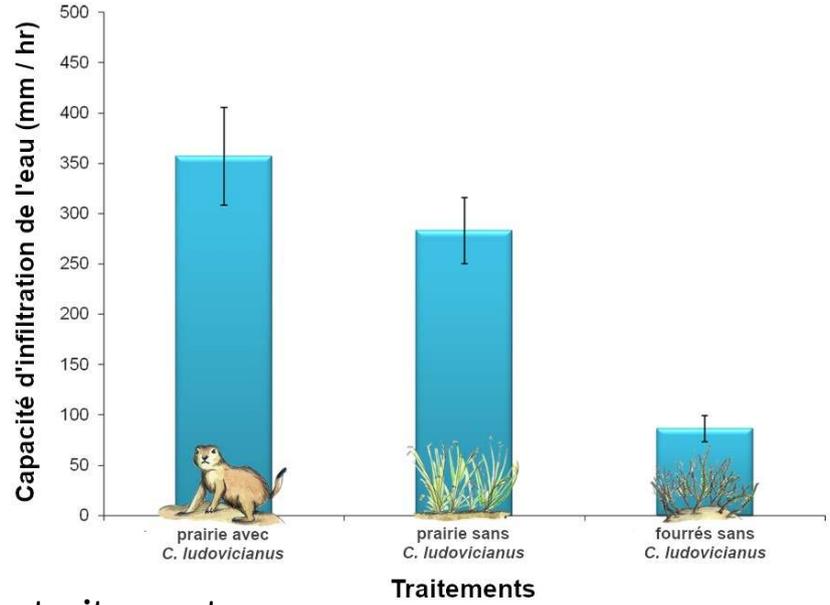
**Participation au réseau trophique**

**Terriers = refuges pour d'autres espèces**

Partie 3 A. Facteurs déterministes

4) Impacts sur le fonctionnement des écosystèmes

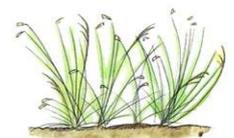
Exemple : les services écologiques des chiens de prairies



3 « traitements » :



Prairie avec *C. ludovicianus*



Prairie sans *C. ludovicianus* (disparition récente)



Fourrés sans *C. ludovicianus* (disparition >10 ans)

Approche quasi-expérimentale

D'après Martinez-Estevéz et al. 2013

## Menaces à l'échelle des populations

Réduction des effectifs, destruction d'habitats...

→ fragmentation des populations

Échanges entre populations :



possibles



impossibles ou limités



recolonisation



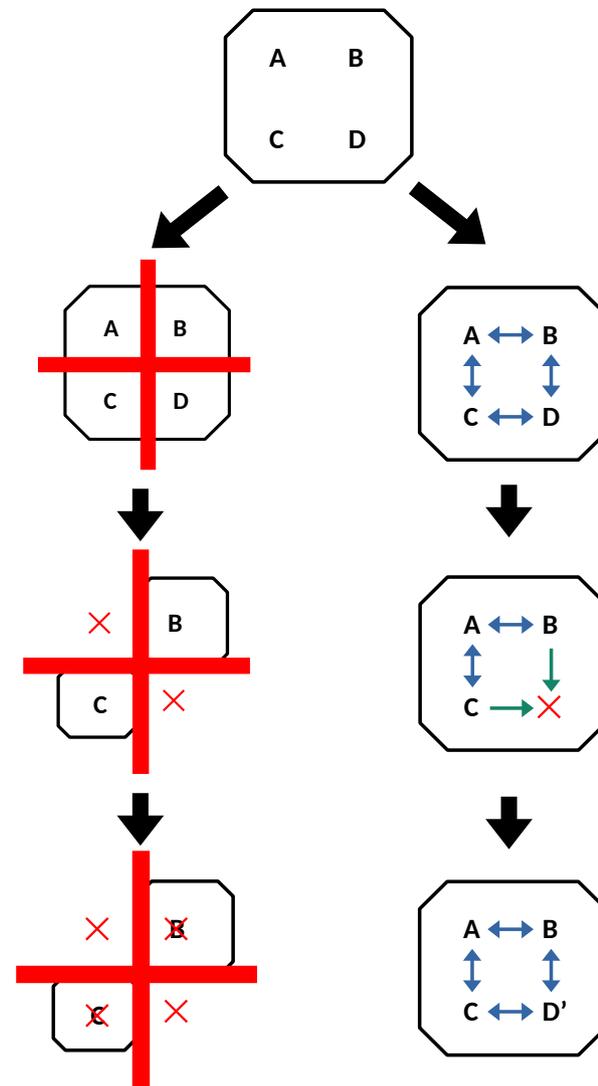
extinction locale

Fragmentation



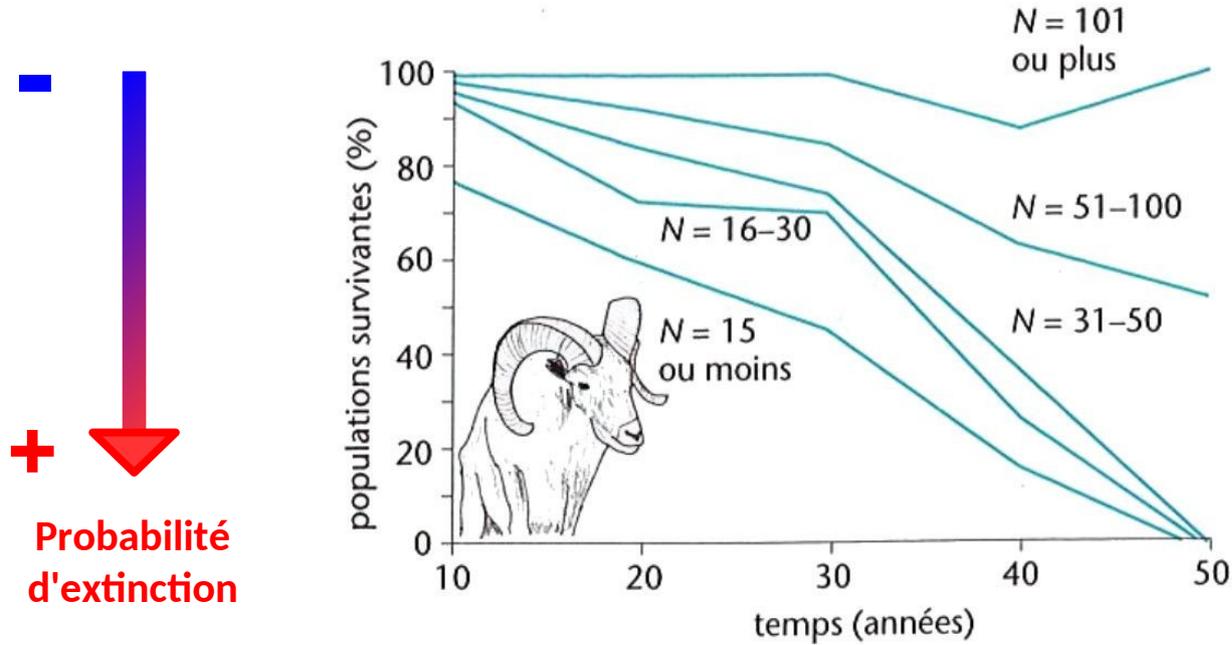
petites populations isolées

## Populations connectées



## Menaces à l'échelle des populations

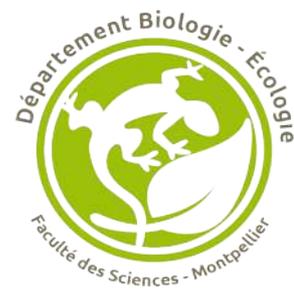
petite population → probabilité d'extinction + grande...



Relation entre taille de population et % de persistance des populations de mouflons en Amérique du Nord.

D'après Berger, 1990, in Nentwig et al. 2009.

# Écologie fondamentale : concepts et méthodes (HAV316B)



Introduction

1ère partie. La biodiversité: un concept-clé

2ème partie. La biodiversité: un paramètre hétérogène et dynamique

3ème partie. La conservation de la biodiversité

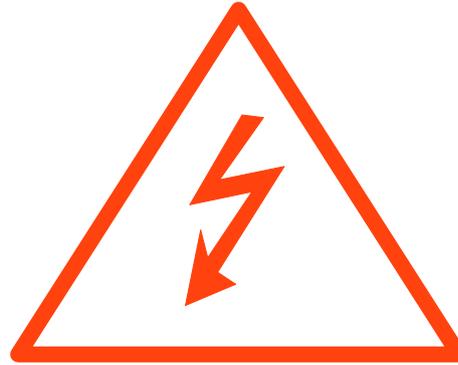
A. Facteurs déterministes d'extinction des espèces

**B. Facteurs stochastiques**

C. Conserver et restaurer la biodiversité

## B. Facteurs stochastiques d'extinction

### Facteurs stochastiques génétiques



Stochasticité démographique

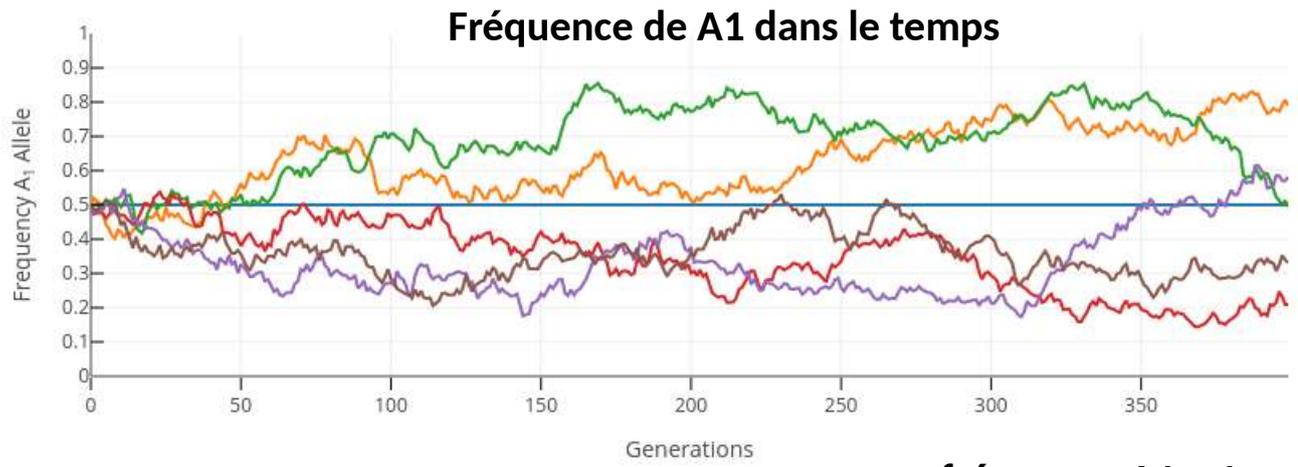
Stochasticité et catastrophes  
environnementales

Partie 3 B. Facteurs stochastiques

Facteurs stochastiques génétiques

- La dérive génétique : goulot d'étranglement et perte de diversité génétique

N = 500  
f(A1) = f(A2) = 0,5

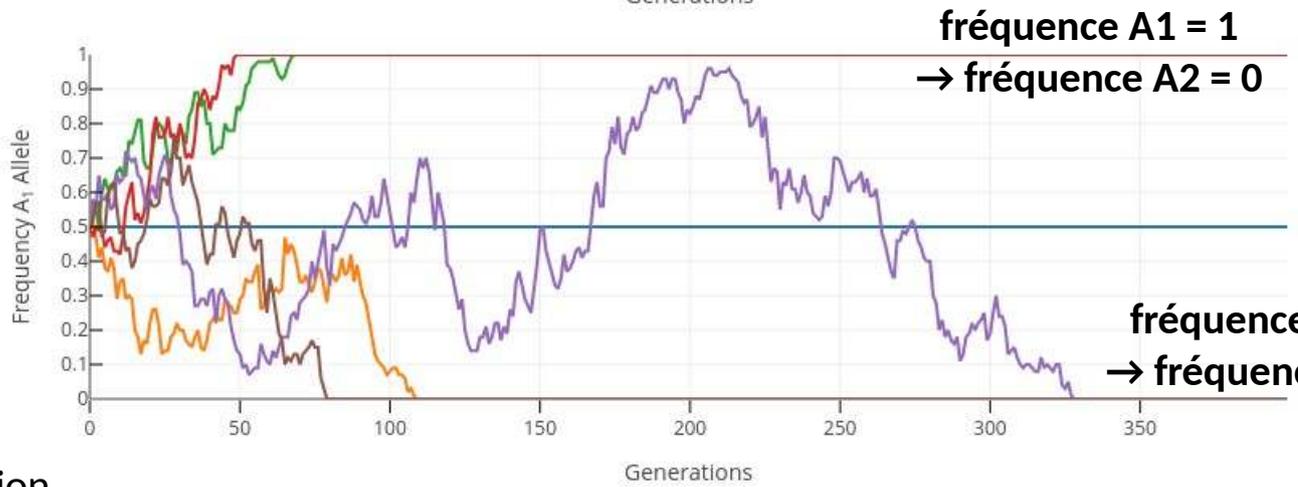


— Infinite Population  
— Pop\_1  
— Pop\_2  
— Pop\_3  
— Pop\_4  
— Pop\_5

fréquences  
A1 et A2 > 0

Un locus /2 allèles  
A1 et A2

N = 20  
f(A1) = f(A2) = 0,5



— Infinite Population  
— Pop\_1  
— Pop\_2  
— Pop\_3  
— Pop\_4  
— Pop\_5

N = taille de la population  
(nombre d'individus)

*Facteurs stochastiques génétiques*

- **La dérive génétique** : goulot d'étranglement et perte de diversité génétique

diminution des effectifs

**Cq. génétique 1**  
baisse diversité par  
dérive génétique :

disparition d'allèles rares

**chute du potentiel  
d'adaptation**

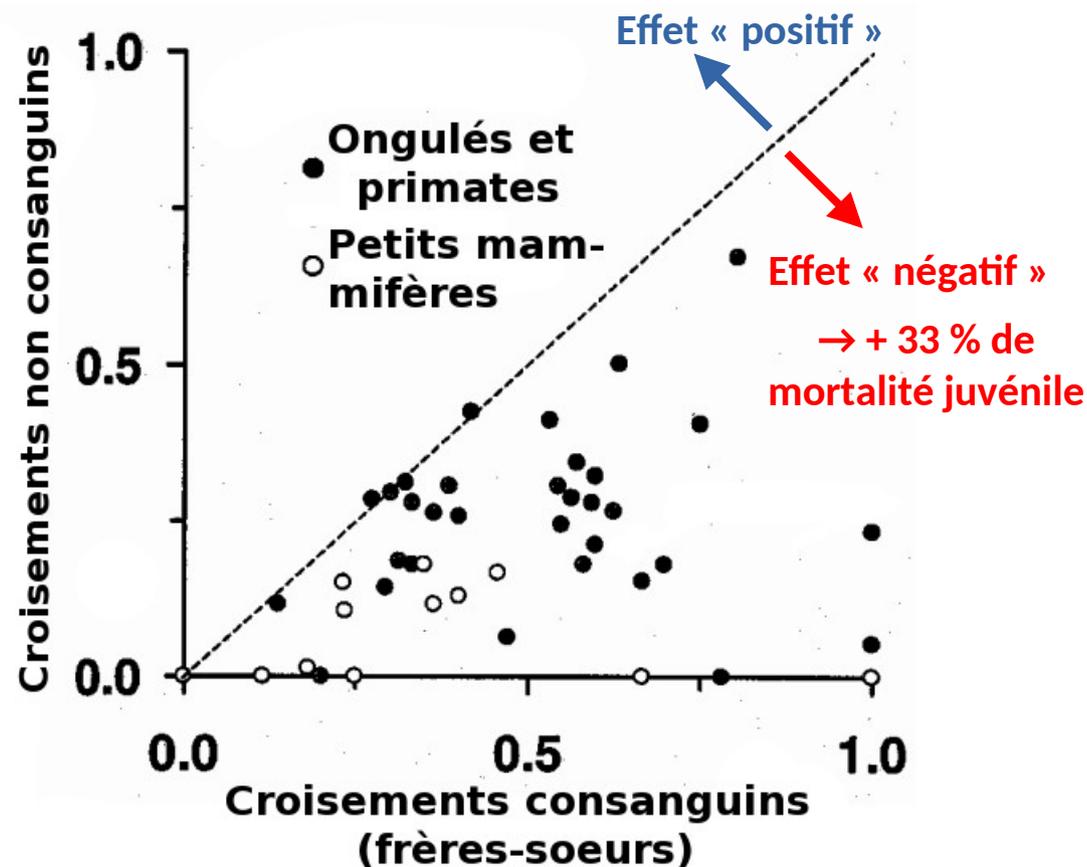
*changements aléatoires de la fréquence des  
allèles dans une population*

## Facteurs stochastiques génétiques

### - La dépression de consanguinité

Estimation de la consanguinité dans des populations captives de Mammifères : mortalité juvénile.

dépression de consanguinité



*Facteurs stochastiques génétiques*  
- La dépression de consanguinité

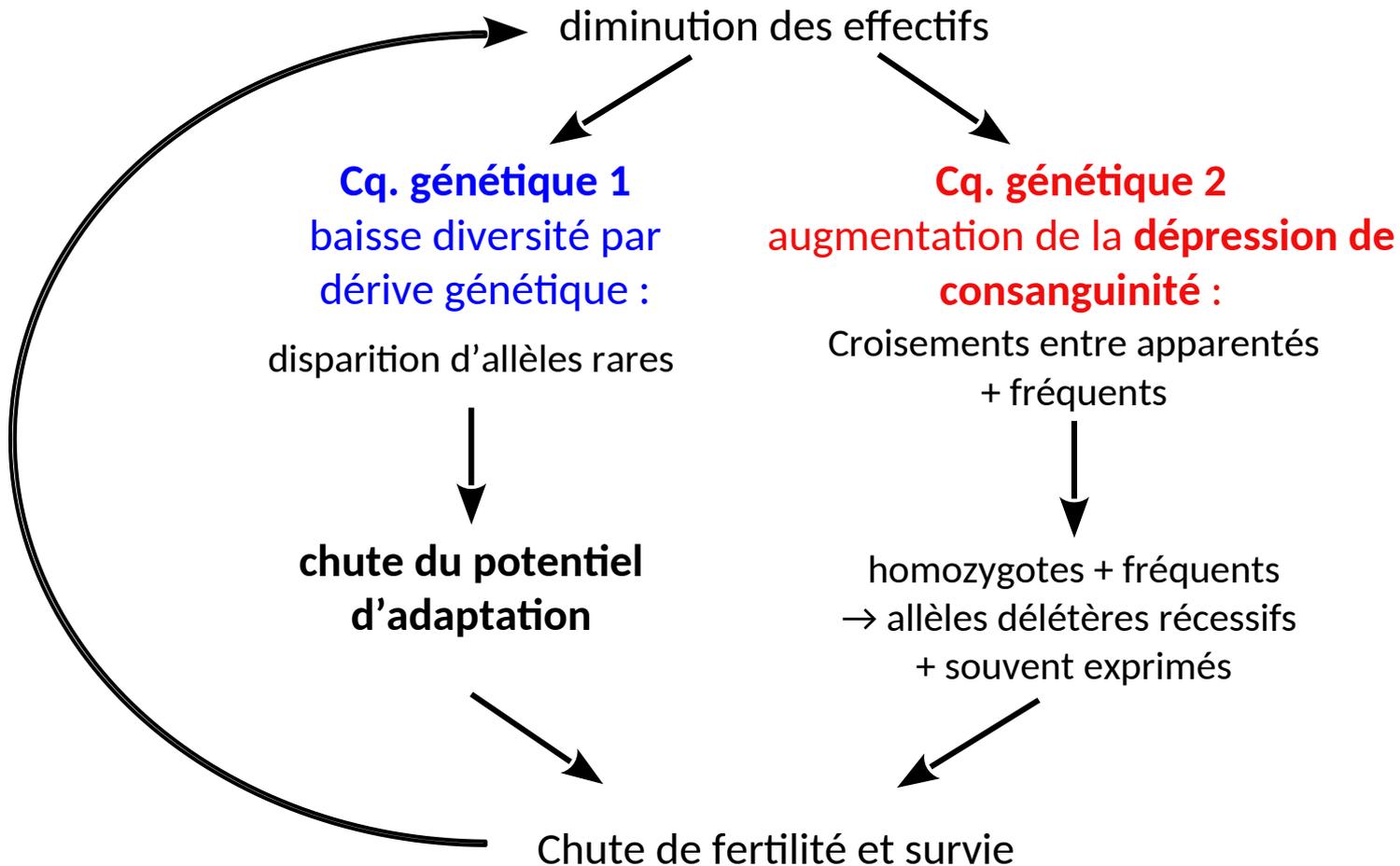
diminution des effectifs

*faible valeur sélective des descendants  
issus de croisements entre ind.  
apparentés*

**Cq. génétique 2**  
augmentation de la **dépression de  
consanguinité** :

Croisements entre apparentés  
+ fréquents

homozygotes + fréquents  
→ allèles délétères récessifs  
+ souvent exprimés

*Facteurs stochastiques génétiques*

## Stochasticité démographique, environnementale et évènements catastrophiques

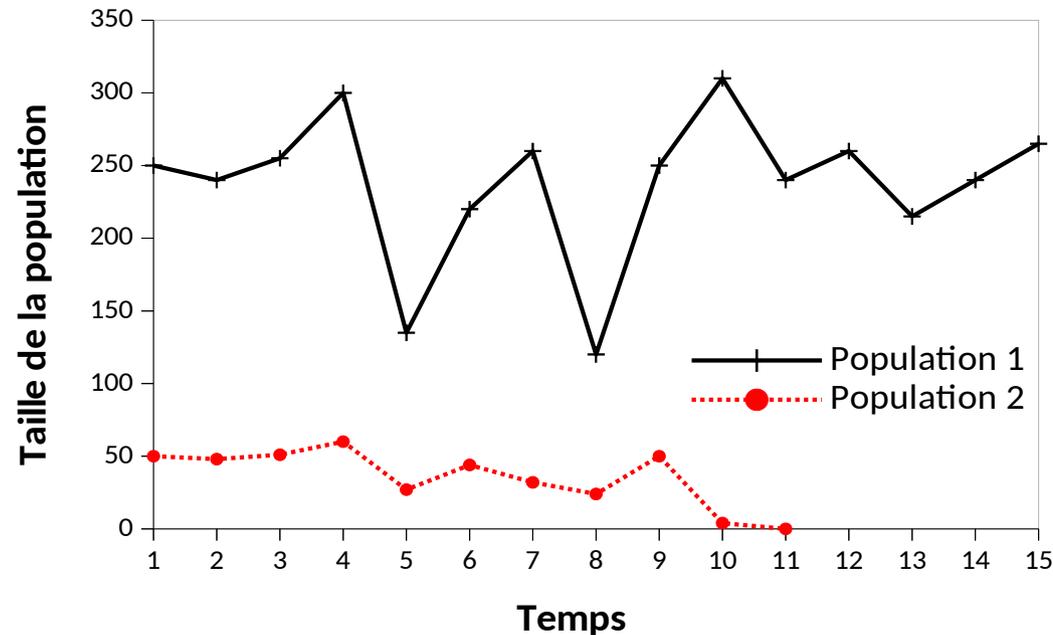
**Stochasticité démographique :**  
variation aléatoire des taux de natalité et de mortalité

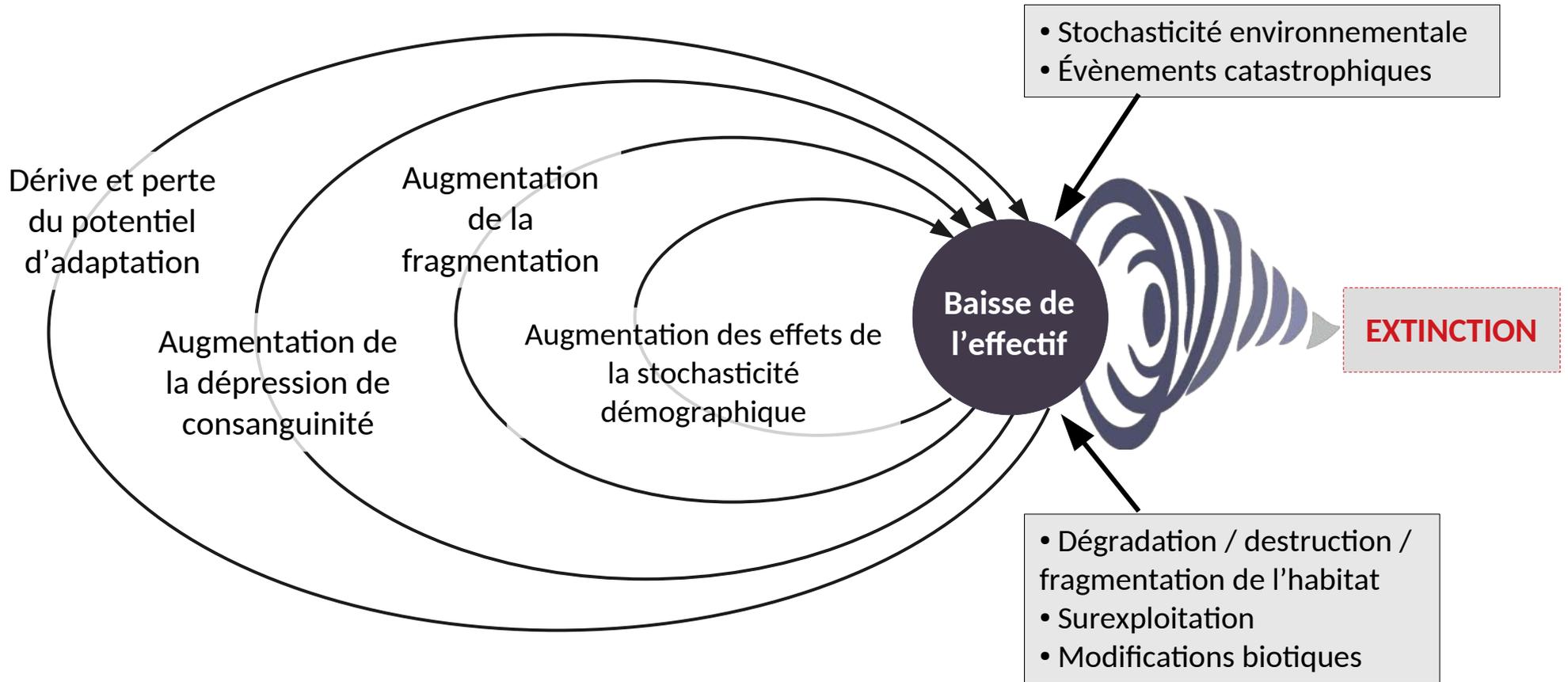


**Stochasticité environnementale :**  
variation aléatoire des conditions environnementales « normales »



**Catastrophes naturelles :**  
inondations, feux, éruption volcanique, etc.



*Le vortex d'extinction*

# Écologie fondamentale : concepts et méthodes (HAV316B)



Introduction

1ère partie. La biodiversité: un concept-clé

2ème partie. La biodiversité: un paramètre hétérogène et dynamique

3ème partie. La conservation de la biodiversité

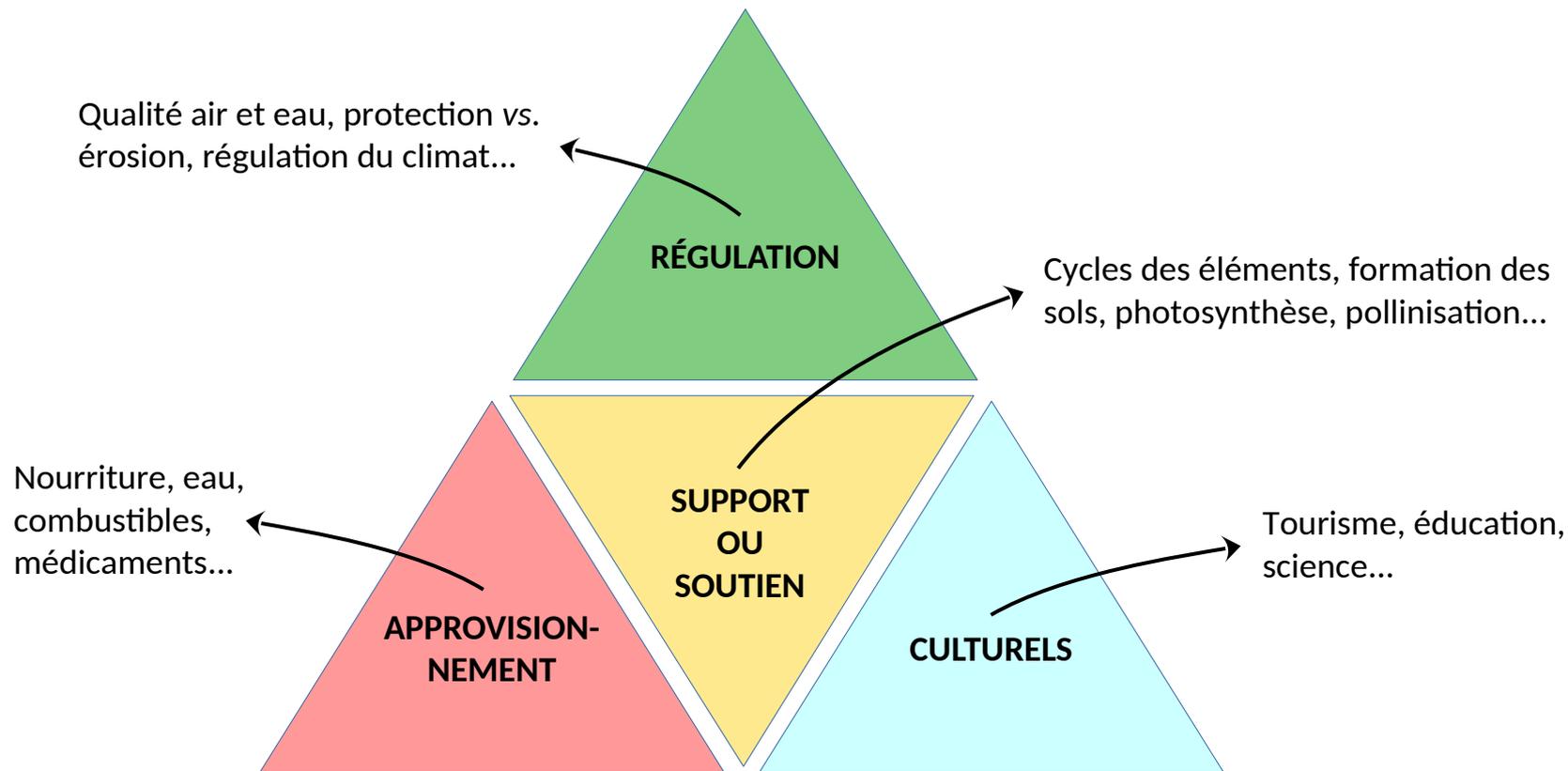
A. Facteurs déterministes d'extinction des espèces

B. Facteurs stochastiques

**C. Conserver et restaurer la biodiversité**

## Pourquoi / pour qui conserver la biodiversité ?

### Services écologiques / développement durable

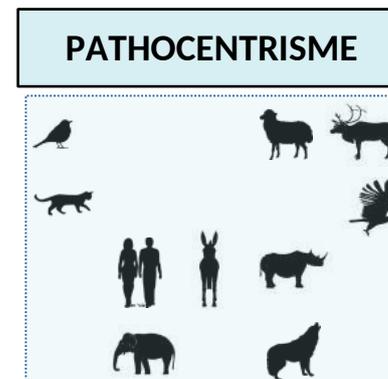
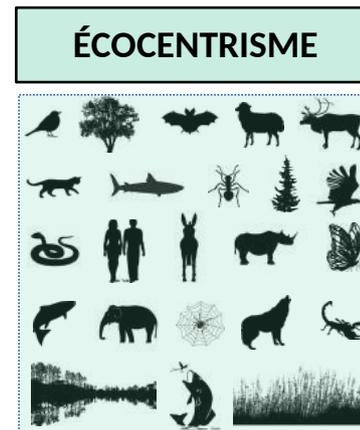
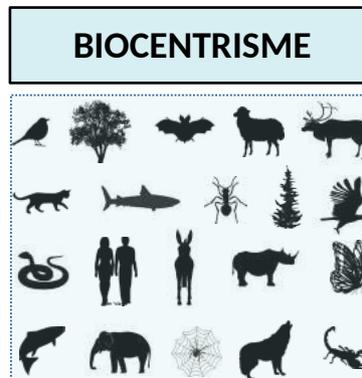
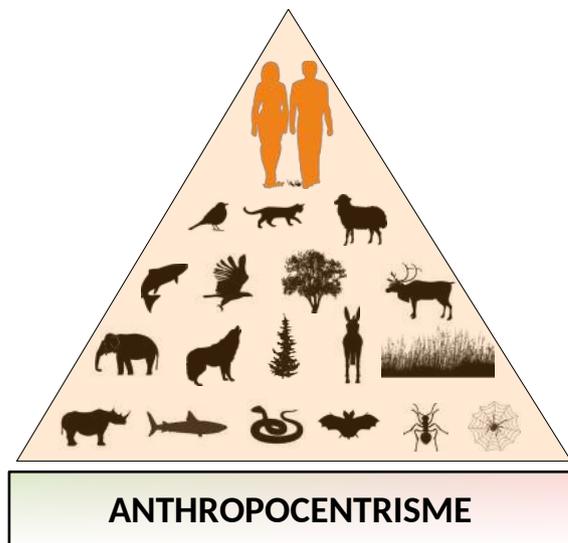


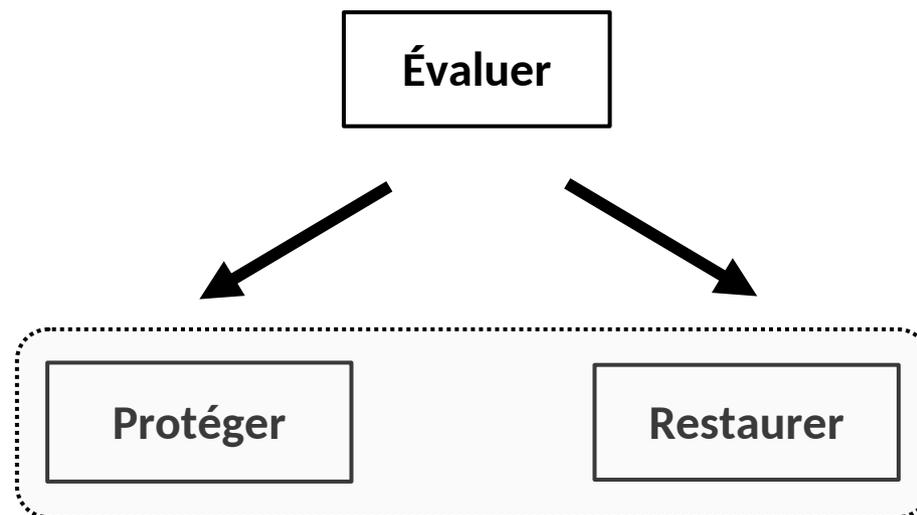
Les 4 grands types de services écologiques

## Pourquoi / pour qui conserver la biodiversité ?

### Le point de vue éthique (éthiques environnementales)

- analyse les rapports (et impacts) de l'esp humaine avec la biodiv.
- attribue des valeurs intrinsèques à la biodiv.



*Comment conserver la biodiversité ?*

## 1) *Évaluer la probabilité d'extinction des espèces*

→ *Analyse de viabilité des populations*

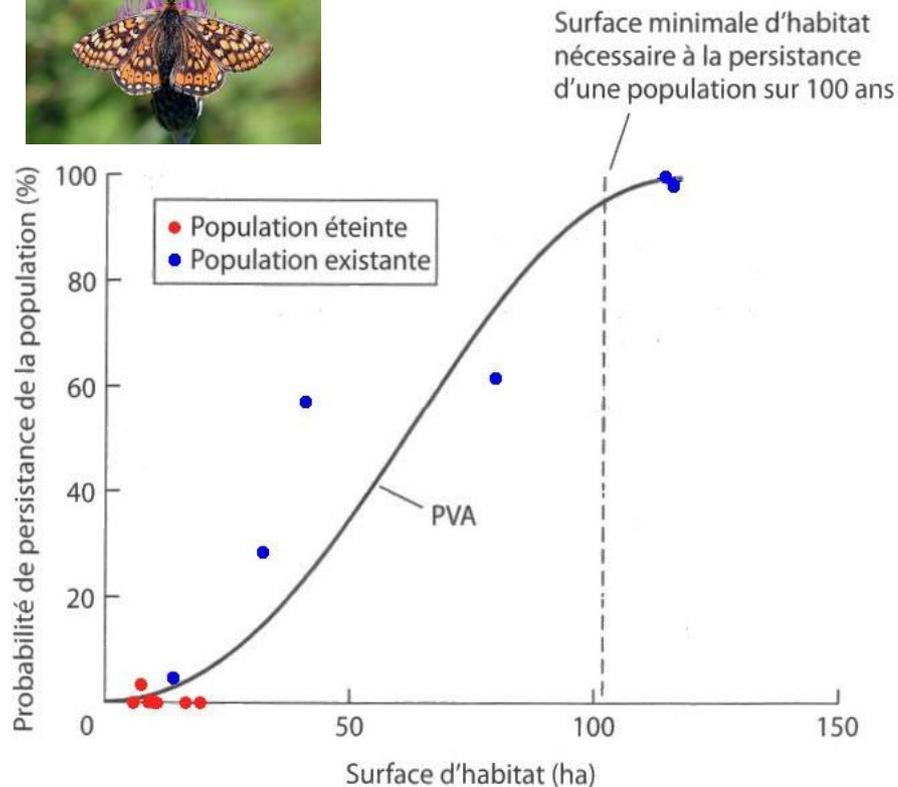
**Objectif : prédire l'avenir d'une population**

Repose sur :

- la dynamique des populations
- l'analyse de la diversité génétique des populations
- l'analyse des variations futures du milieu physique
  - changements climatiques
  - changements d'occupation des milieux
  - etc.

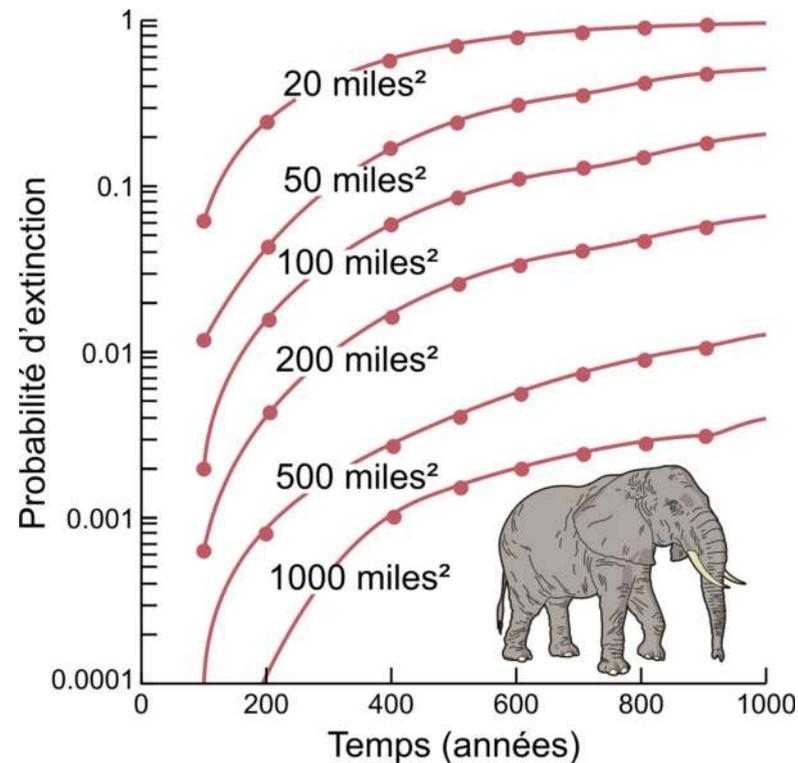
## 1) Évaluer la probabilité d'extinction des espèces

→ Analyse de viabilité des populations



Viabilité des populations à 95 % à 100 ans du papillon cuivré (*Euphydryas aurina*).

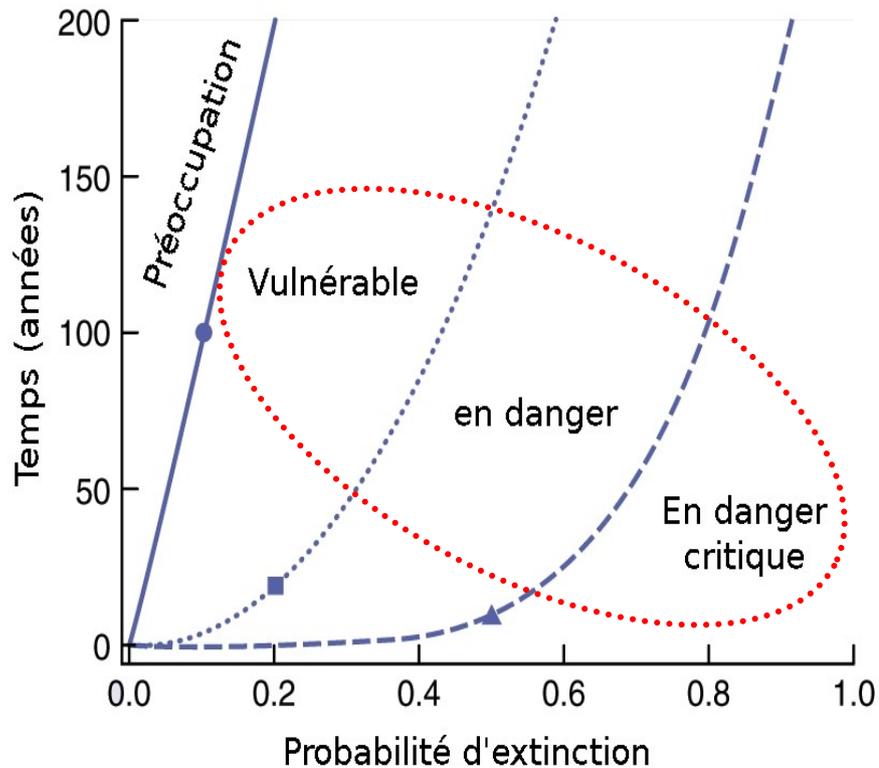
In Primack et al 2012.



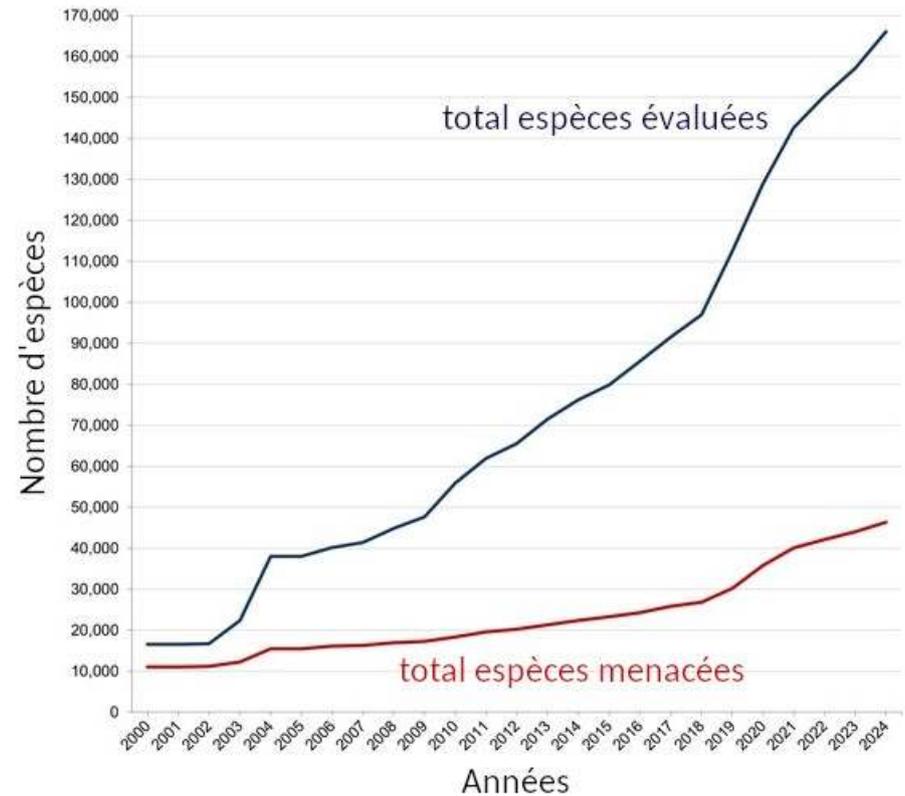
Probabilité d'extinction des populations d'éléphant d'Afrique en fonction de la taille des habitats favorables.

1 mile<sup>2</sup> = 259 ha

## 1) Évaluer la probabilité d'extinction des espèces



Probabilité d'extinction d'une espèce en fonction du temps, et catégories de vulnérabilité selon l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature).



Nombre total d'espèces évaluées et nombre d'espèces menacées d'extinction selon l'UICN depuis 2000.

## 1) Évaluer la probabilité d'extinction des espèces

## 2) Protéger les espèces, et leurs habitats...

### La conservation ex-situ

- Parcs zoologiques



- Conservatoires botaniques nationaux



- Banques de biodiversité

ex. réserve mondiale de semences du Svalbard)



1) *Évaluer la probabilité d'extinction des espèces*

2) *Protéger les espèces, et leurs habitats...*

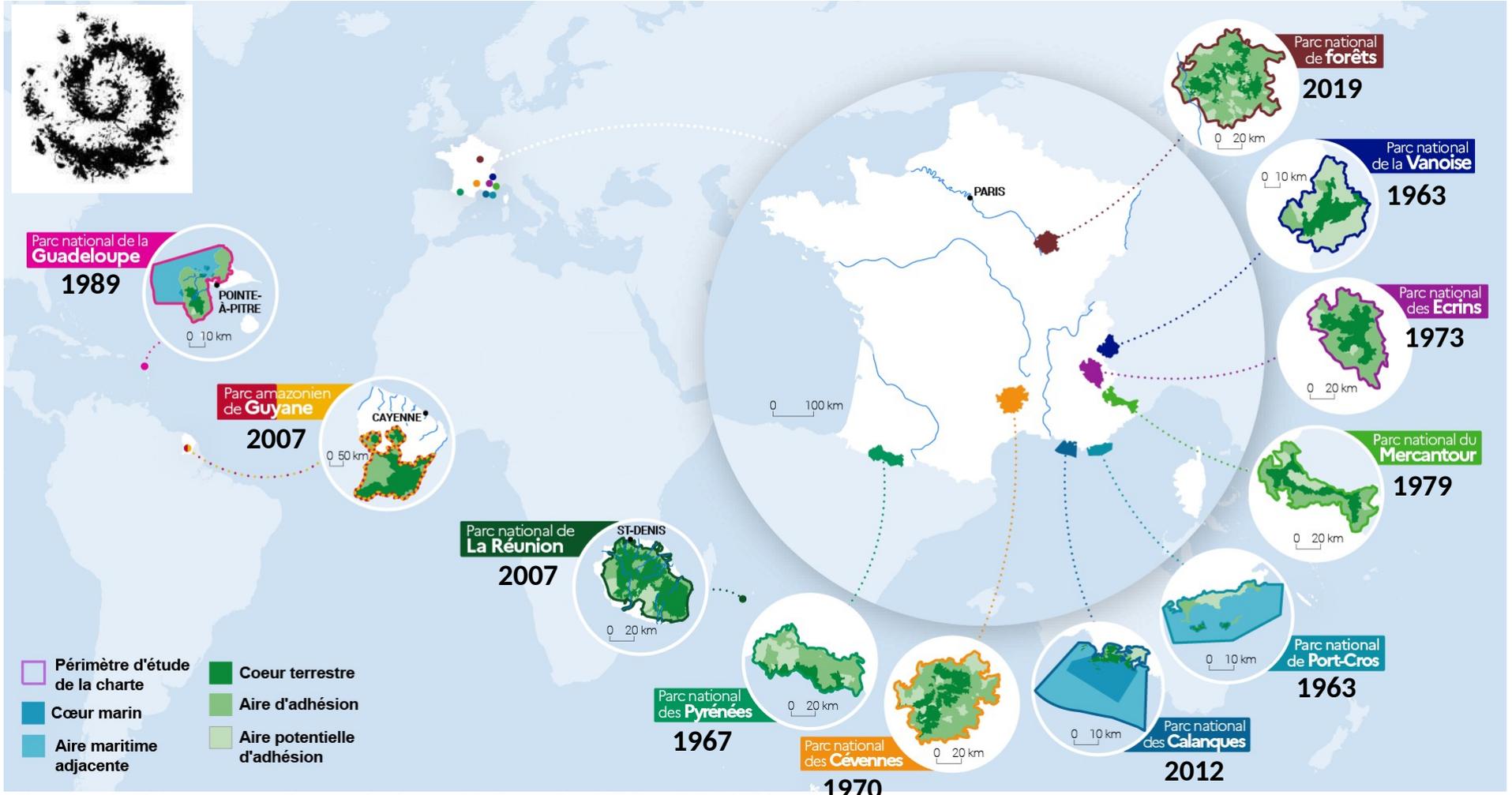
### ***La conservation in-situ***

→ Réseaux : ex. Natura 2000

→ Réserves naturelles

→ Parcs Nationaux : zones de cœur / zones d'adhésion

Les parcs nationaux de France



Source : IGN, Les parcs nationaux de France. Traitements : SDES - OFB, 2021

*1) Évaluer la probabilité d'extinction des espèces*

*2) Protéger les espèces, et leurs habitats...*

*3) Restaurer, un complément souvent indispensable...*

- réintroduction / renforcement de populations

- remise en état des habitats

### Exemple : le faucon pèlerin dans le Jura

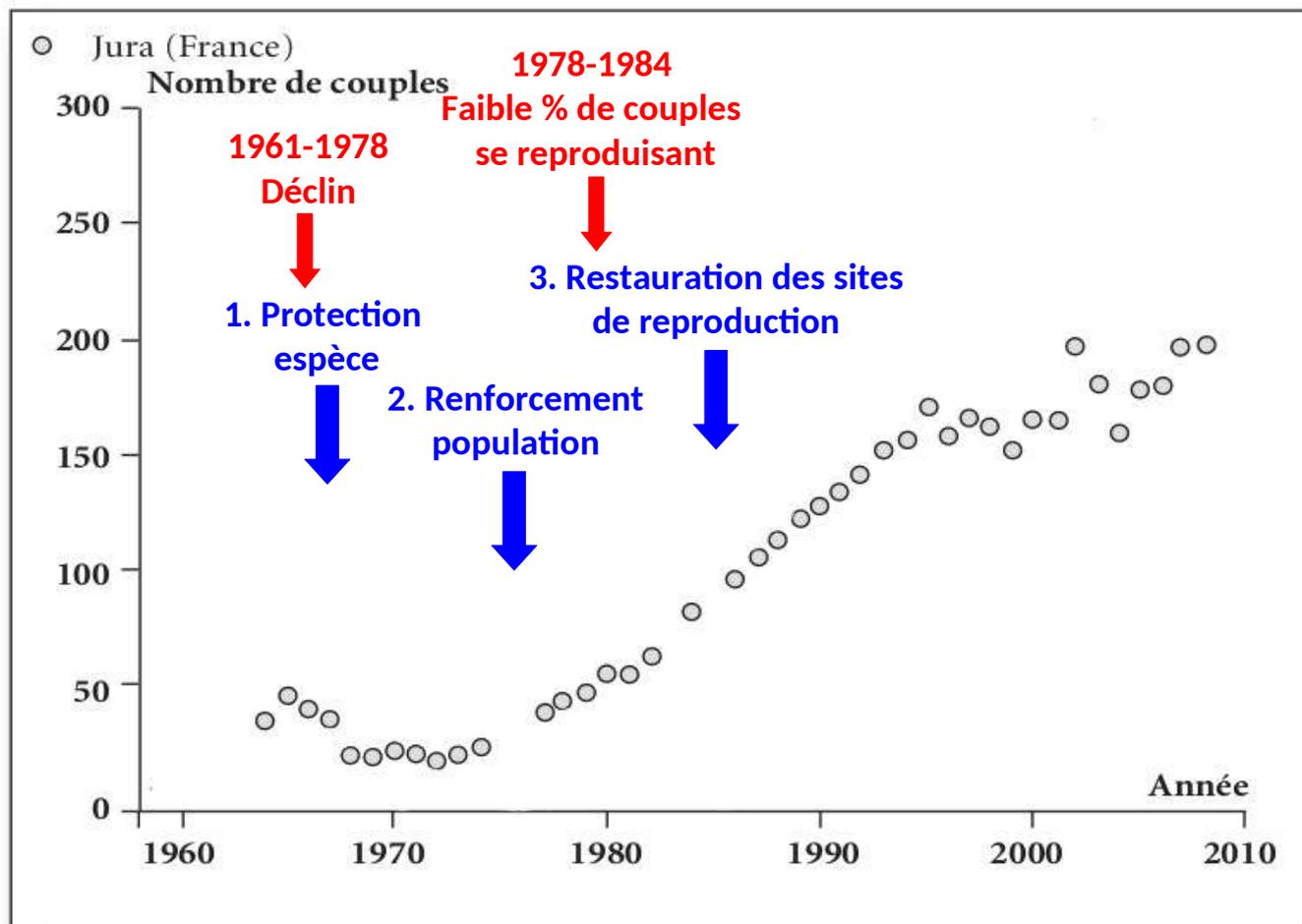
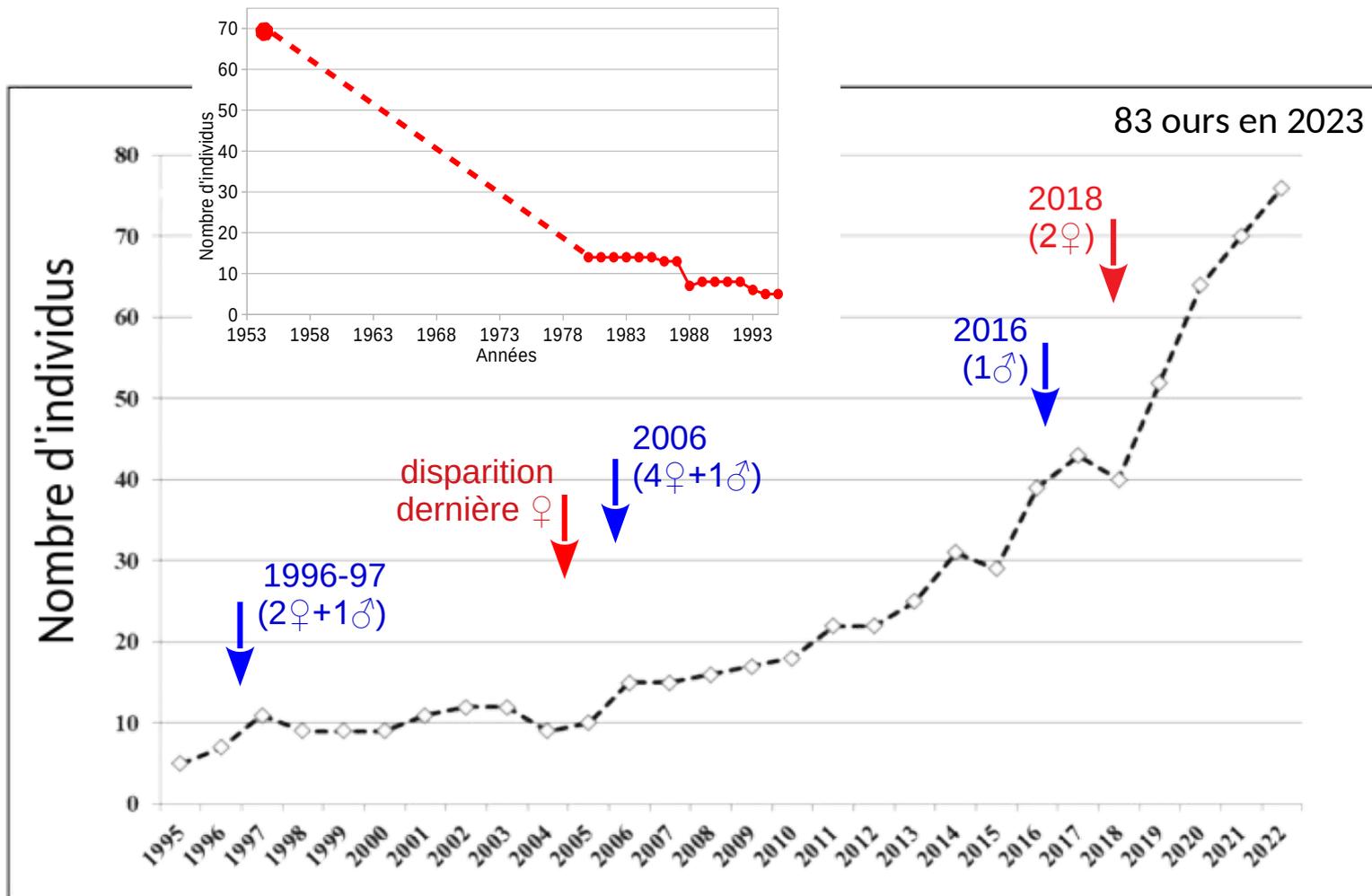


Photo : Andjelka Njegovan, wikimedia.org

Dynamique des populations jurassiennes de faucon pèlerin (*Falco peregrinus*).

D'après Monneret 1990 et Stenna 2013.

Exemple : l'ours des Pyrénées



## Conclusions

**2 aspects dans la préservation de la diversité:**

■ **la conservation des populations actuelles** (probabilité d'extinction? dans quelle(s) circonstance(s)? ...)

■ **la protection et si besoin la restauration des milieux écologiques:**

- **protection** des milieux naturels existants
- maintien de certaines activités anthropiques...
- restauration des milieux "endommagés"
  - restauration du **milieu abiotique**
  - restauration de **la communauté d'origine**, ou **d'une (autre) communauté**