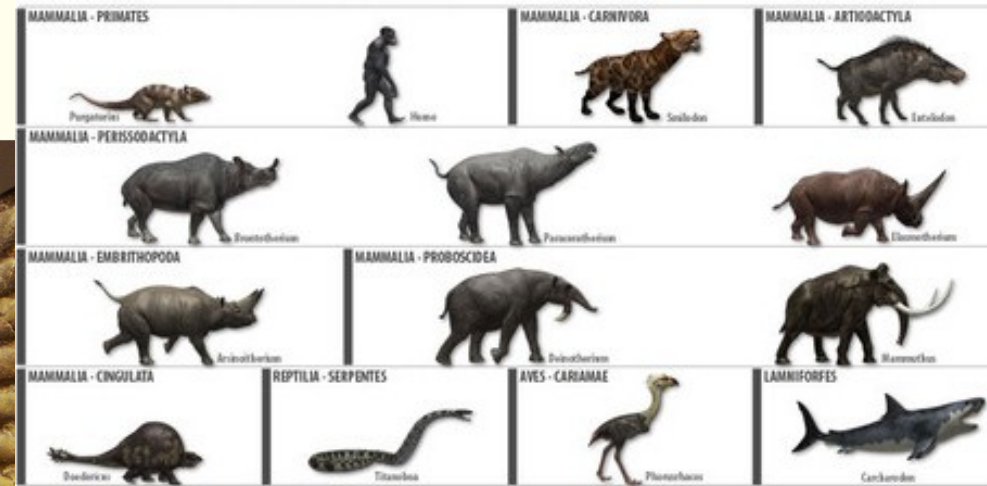
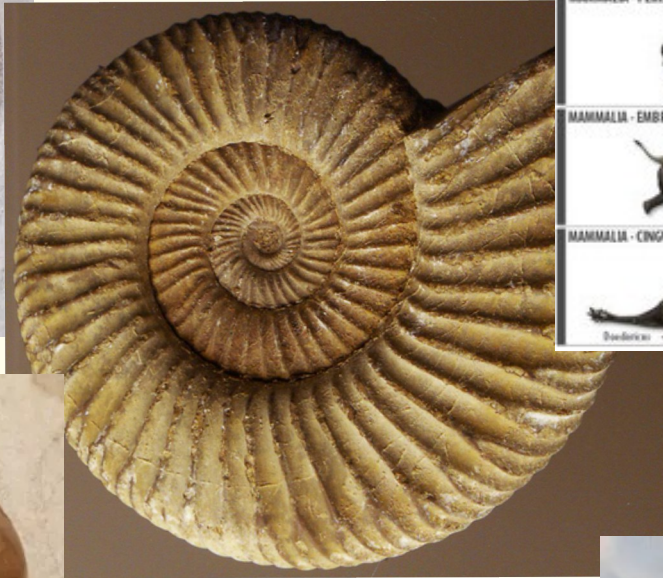


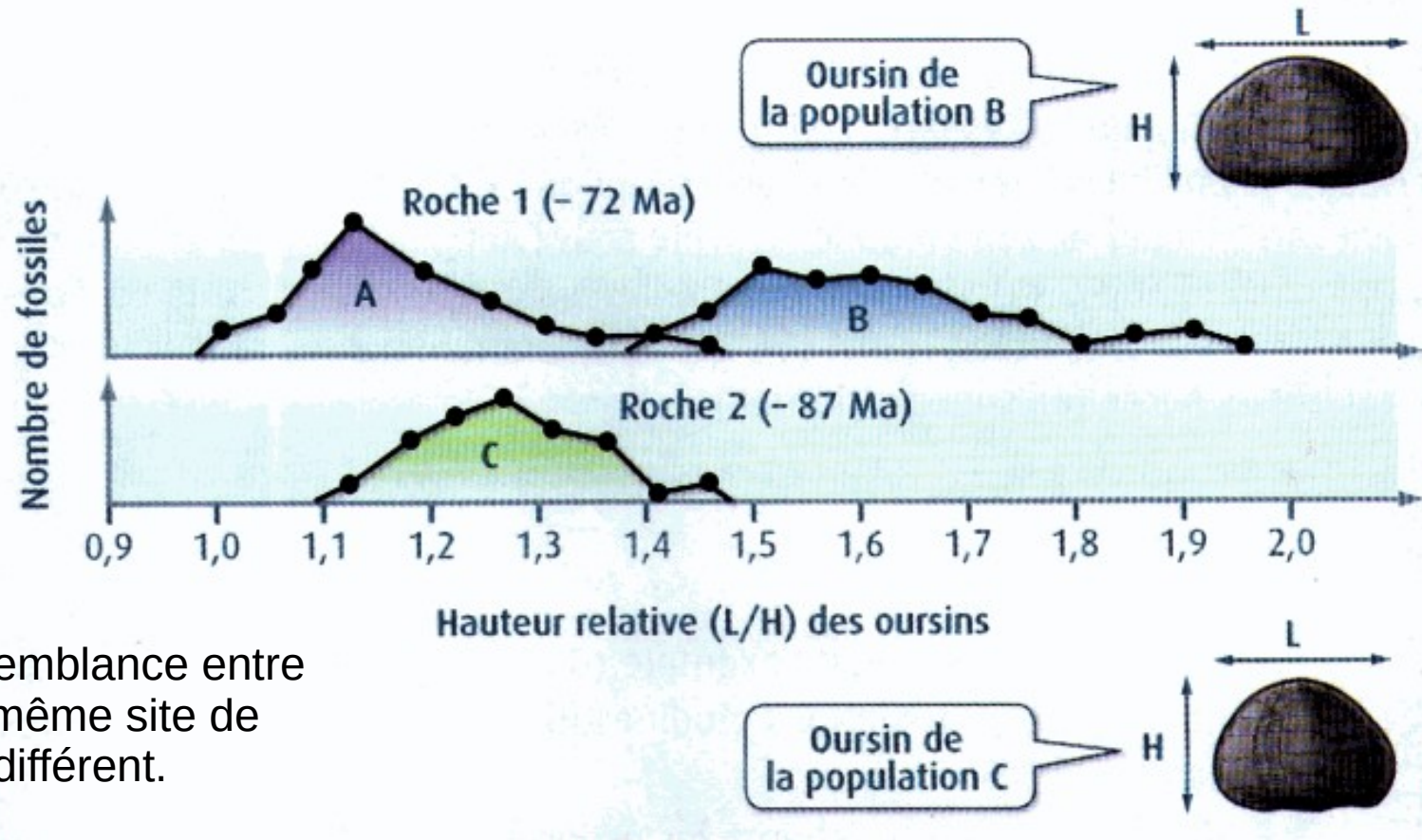
T3 Une histoire du vivant



T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

Introduction



Quantification de la ressemblance entre des fossiles d'oursins – même site de fouille, 2 couches d'âge différent.

Les populations évoluent au cours du temps.

Citer deux mécanismes connus d'évolution des populations :

T3 Une histoire du vivant

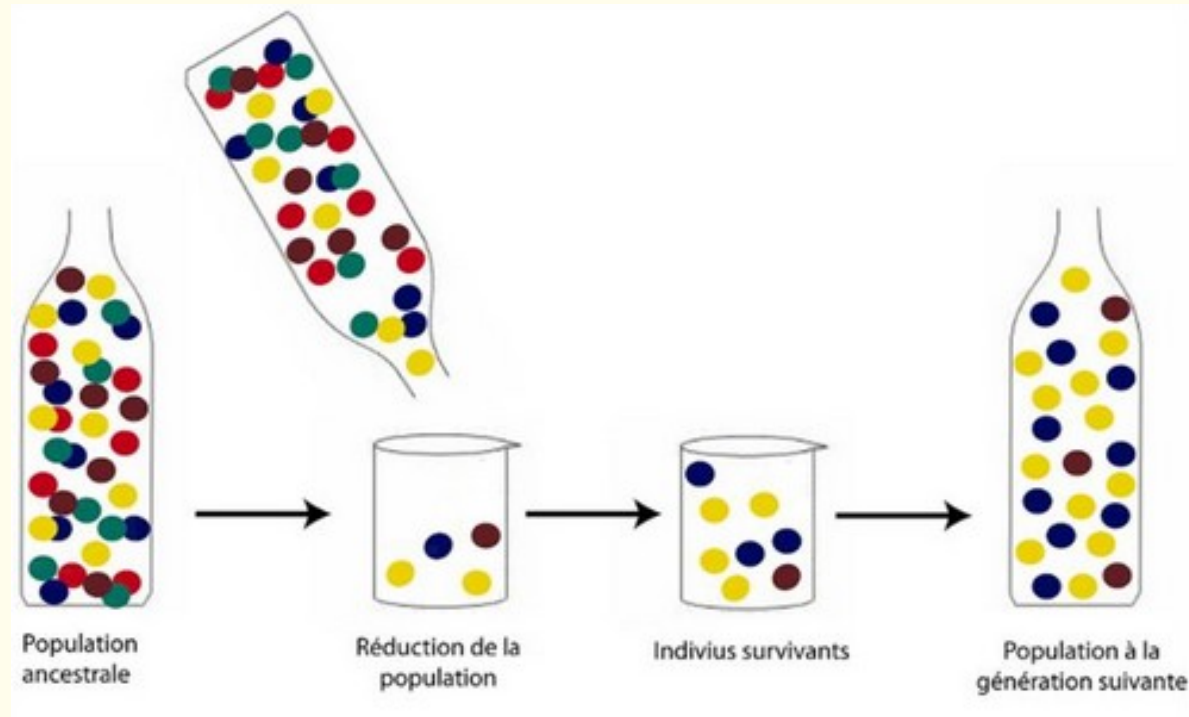
T3A La biodiversité et son évolution

Introduction



La **sélection naturelle**: Dans un milieu **certains génotypes produisent plus de descendants** que d'autres.

L'évolution par sélection naturelle n'est possible que si l'espèce présente une **diversité allélique** suffisante.



La **dérive génétique** est une **réduction aléatoire de la diversité allélique**.

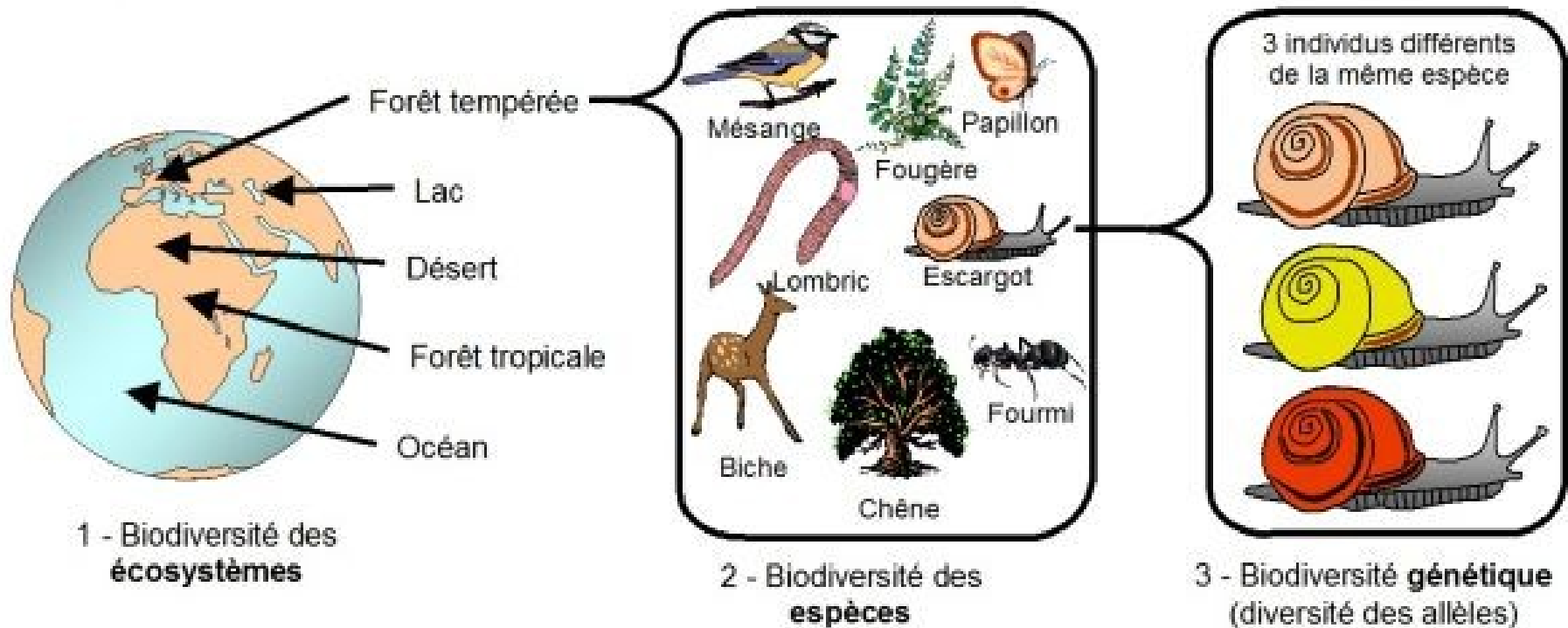
Une dérive génétique se produit lorsque le nombre d'individus participant à la reproduction est réduit (morcellement du territoire, crise biologique...)

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

Introduction

Les 3 niveaux de la biodiversité



Évaluer la biodiversité à différentes échelles spatiales et temporelles représente un enjeu majeur pour comprendre sa dynamique et les conséquences des actions humaines.

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

Introduction

Des modèles mathématiques probabilistes et des outils statistiques permettent d'étudier les mécanismes évolutifs impliqués.

Il existe sur Terre un grand nombre d'espèces dont seule une faible proportion est effectivement connue.



Coléoptères (insectes)

400 000 espèces décrites

25% de la totalité des espèces connues

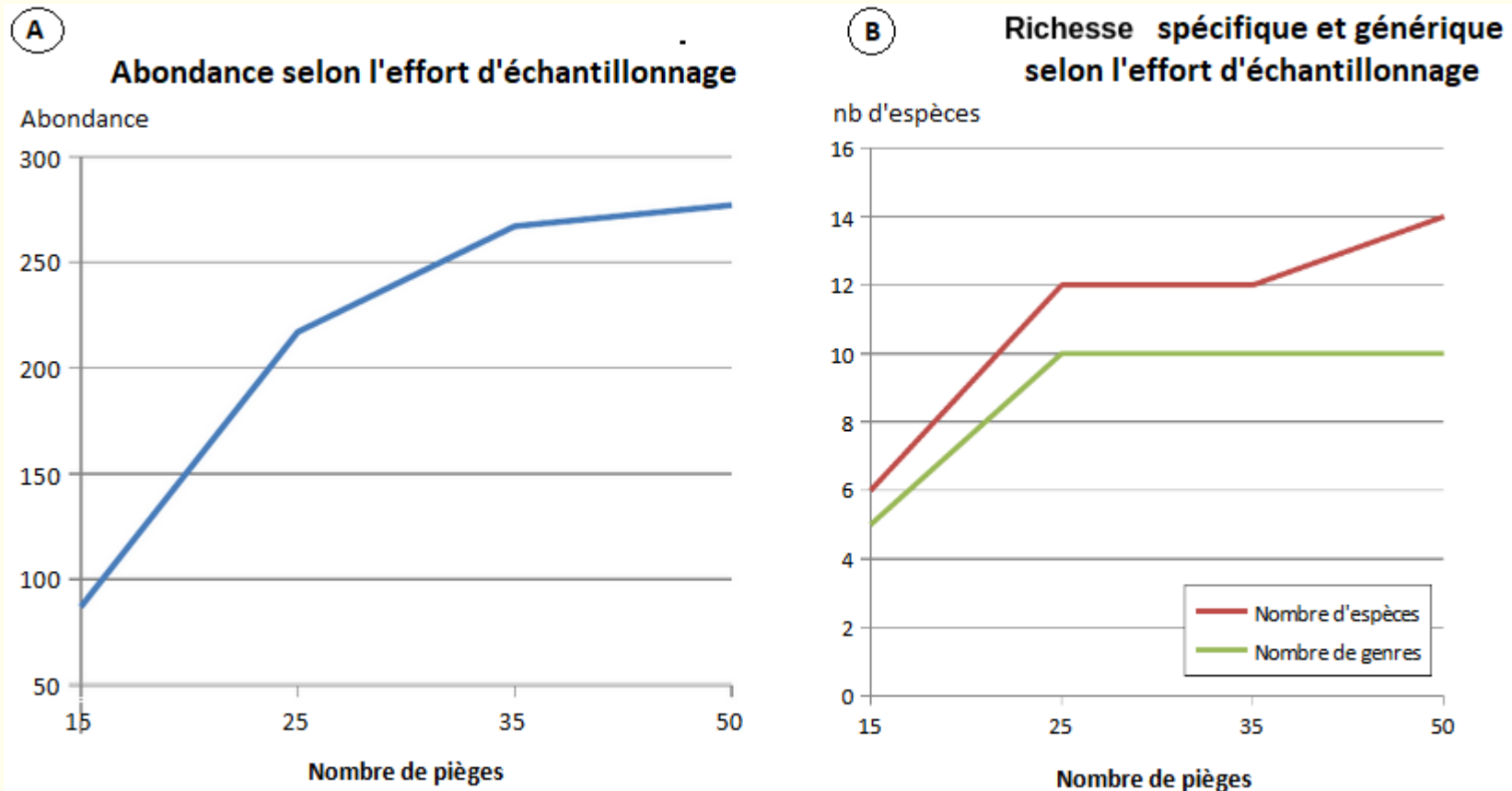
Probablement 1 à 2 millions d'espèces

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

La biodiversité se mesure par des techniques d'échantillonnage (spécimens ou ADN) qui permettent d'estimer le **nombre d'espèces** (**richesse spécifique**) dans différents milieux.

Les composantes de la biodiversité peuvent aussi être décrites par l'**abondance (nombre d'individus)** d'une population, d'une espèce ou d'un taxon d'ordre plus grand.



Adapté d'après universite-toulouse-iii-paul-sabatier/ecologie-biologie-quantitative/travaux-pratiques/graphes-tp-ecologie-biologie-quantitative

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

Richesse spécifique, Nos résultats dans la pelouse sèche du lycée :

Technique: Tracer un graphique et ajuster une courbe de tendance "à l'oeil"

T3 Une histoire du vivant

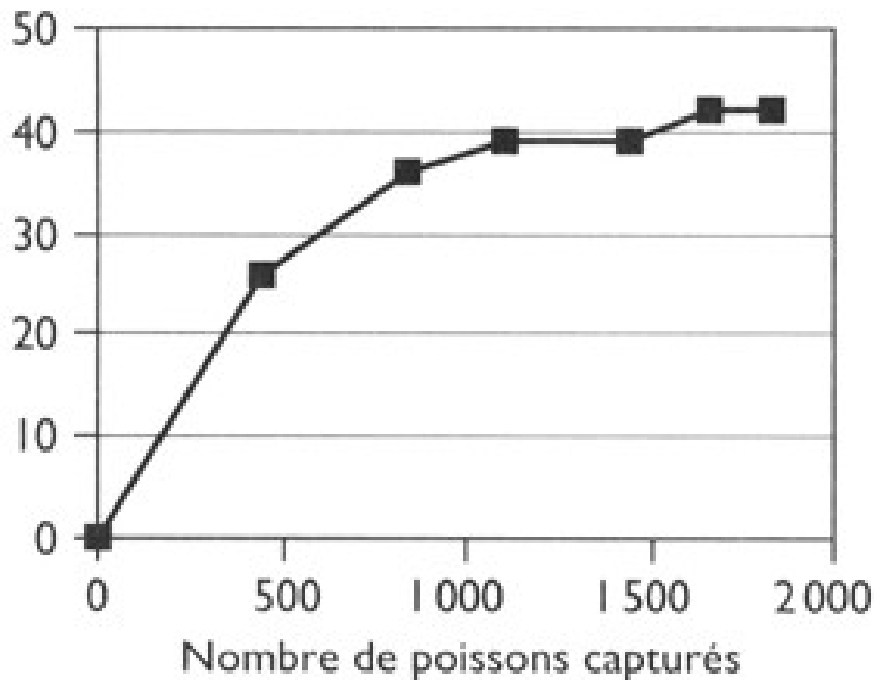
T3A La biodiversité et son évolution

La biodiversité se mesure par des techniques d'échantillonnage. Les valeurs retenues par les scientifiques sont des estimations.

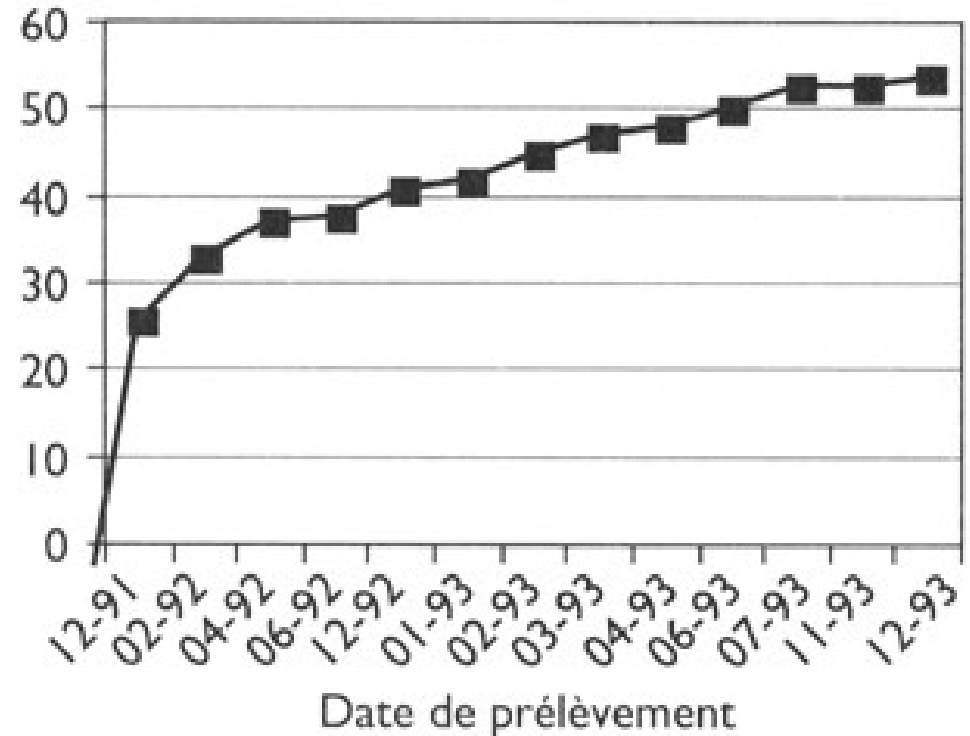
Esprit critique:

- 1- Argumenter l'idée qu'il existe un nombre d'espèces caractérisant cette rivière
- 2- Montrer qu'il y a une incertitude quant à cette richesse spécifique

Richesse cumulée d'espèces



Richesse cumulée d'espèces



Biodiversité des espèces de poissons d'une rivière guyanaise

Merona, 2005 <https://books.openedition.org/irdeditions/22784?lang=fr#text>

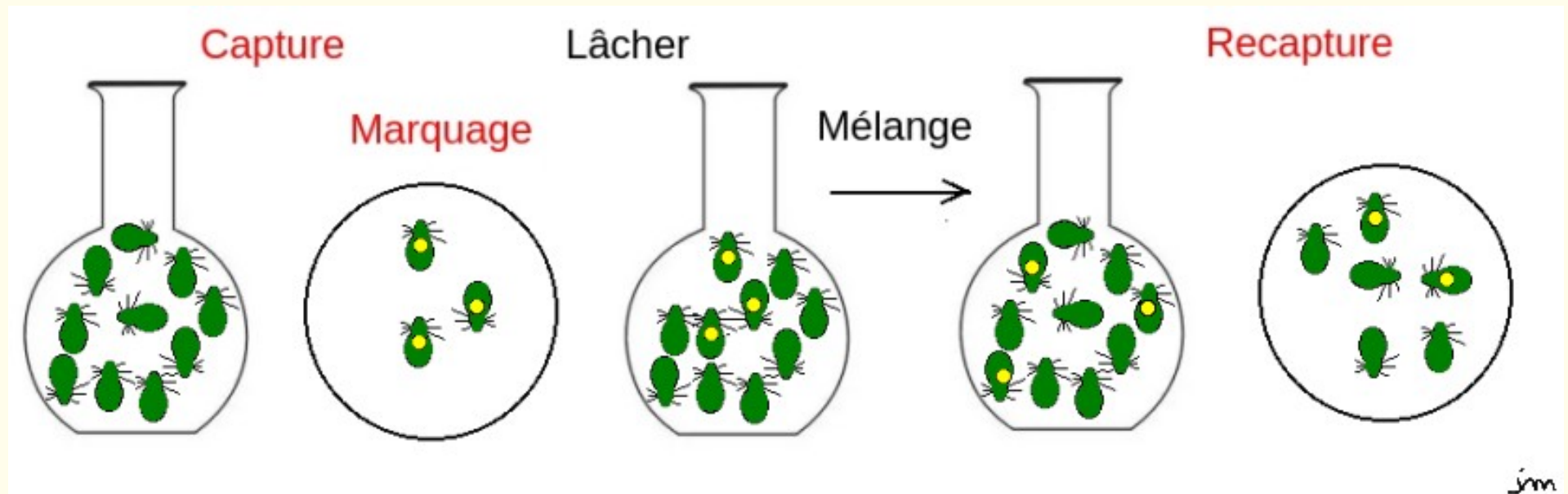
T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

Estimation de l'abondance

Plusieurs méthodes d'estimation d'un effectif à partir d'échantillons.

1 - Une estimation ponctuelle d'un effectif par la méthode **CMR** de **capture, marquage, recapture** repose sur le principe de proportionnalité.



T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

Estimation de l'abondance

1 - Une estimation ponctuelle d'un effectif par la méthode **CMR de capture, marquage, recapture** repose sur le principe de proportionnalité.



Deux salamandres tachetées
Magnard Ed. num. 2022 Doc3 p169

27 capturées, marquées, relachées
20 marquées sur un total de 42 recapturées
Nb de salamandres tachetées dans le milieu?

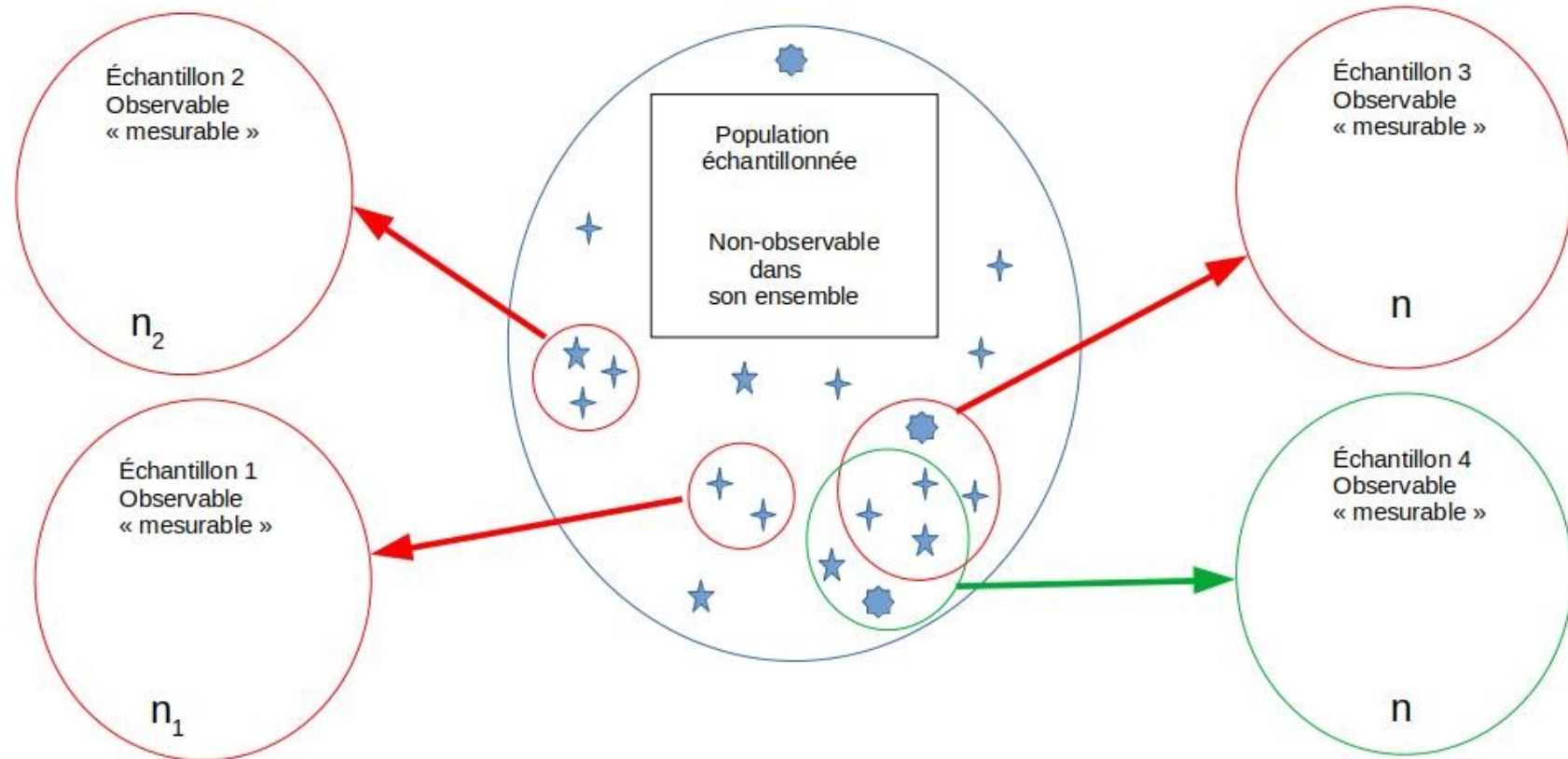
Limites:

- Le marquage ne doit pas affecter la survie
- Le temps de “dilution-mélange” doit être suffisant mais pas trop

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

2- l'échantillonnage



★ *Paracentrotus lividus*



★ *Arbacia lixula*



★ *Sphaerechinus granularis*

jm

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

2- l'échantillonnage : Estimation de l'abondance

À partir d'un seul échantillon, la proportion (fréquence) d'une population portant un caractère donné peut également être estimée à l'aide d'un intervalle de confiance.

Doc 2 La quantification de la confiance d'une estimation

- Un champ contient 400 moutons dont 80 sont marqués d'une tache de couleur. On sélectionne au hasard 100 moutons, on obtient ainsi un échantillon de taille $n = 100$.
- On répète l'expérience 100 fois et on note la fréquence f de moutons marqués à chaque tirage. La valeur de cette fréquence varie selon les échantillons autour de la valeur de la proportion p de moutons marqués. Ce phénomène s'appelle la fluctuation d'échantillonnage.



Focus maths

La fréquence f d'apparition de moutons marqués dans un échantillon dépend de l'échantillon. La théorie des probabilités permet de quantifier la confiance que l'on peut accorder à l'estimation de la proportion p de moutons marqués. Si on procède à un grand nombre de tirages d'échantillon de taille n , dans au moins 95 % des cas la proportion p appartiendra à l'intervalle :

$$\left[f - \frac{1}{\sqrt{n}} ; f + \frac{1}{\sqrt{n}} \right]$$

C'est l'intervalle de confiance à 95 %.
Plus la taille de l'échantillon est grande et plus l'intervalle est resserré autour de la valeur de la proportion p que l'on cherche à estimer.

Voir Fiche maths 4

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

2- l'échantillonnage : Estimation de l'abondance

À partir d'un seul échantillon, la proportion (fréquence) d'une population portant un caractère donné peut également être estimée à l'aide d'un intervalle de confiance.

Une telle estimation est toujours assortie d'un niveau de confiance strictement inférieur à 100 % en raison de la fluctuation des échantillons.

Pour un niveau de confiance donné, l'estimation est d'autant plus précise que la taille de l'échantillon est grande.

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

11 Méthode de « capture-marquage-recapture »

Estimer l'effectif d'une population à partir d'échantillons.

On désire évaluer l'abondance d'une population de manchots empereurs vivant sur une île. Pour cela, on capture 232 individus qui sont marqués puis relâchés. On recapture ultérieurement 400 animaux parmi lesquels on dénombre 116 animaux marqués.

1. Donner un intervalle de confiance à 95 % de la proportion p d'animaux marqués.

Données

On rappelle que l'intervalle de confiance à 95 % est $\left[f - \frac{1}{\sqrt{n}} ; f + \frac{1}{\sqrt{n}} \right]$

avec f la fréquence observée et n la taille de l'échantillon.

2. En déduire un encadrement de l'abondance de manchots sur l'île.



T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

L'évolution des populations

Le modèle mathématique de Hardy-Weinberg utilise la théorie des probabilités pour décrire le phénomène de transmission des allèles dans une population.

Le modèle de Hardy-Weinberg

(lien externe):

Hypothèses et calculs sur l'exemple d'une population théorique d'oursins.

(lien externe):

Démonstration “pas à pas” et test statistique des distributions.

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

L'évolution des populations

L'équilibre de Hardy-Weinberg

Loi des grands nombres : si effectifs de grande taille; probabilités $\Leftrightarrow$ fréquences

Hypothèses biologiques

- H^1_0 Pas de mutations
- H^2_0 Pas de sélection naturelle
- H^3_0 Pas de recouvrement de génération
- H^4_0 Pas de sélection sexuelle, accouplements au hasard (= panmixie)
- H^5_0 Pas de sélection gamétique (= pangamie).
- H^6_0 Pas de migrations (aucune arrivée ni départ d'individus)
- H^7_0 Effectif important (donc pas de dérive génétique)

Si toutes hypothèses sont vraies $\Rightarrow$ le modèle prédit que la structure génétique d'une population est stable au cours des générations = équilibre de Hardy-Weinberg.

Si déséquilibre observé $\Rightarrow$ une au moins des H_0 n'est pas vérifiée

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

L'évolution des populations

L'équilibre de Hardy-Weinberg : corollaire applicable

Si toutes hypothèses sont vraies => le modèle prédit une structure génétique stable au cours des générations.

Les fréquences génotypiques à l'équilibre prévues par le modèle sont:

$$f_{AA} = p^2 \quad f_{Aa} = 2.p.q \quad f_{aa} = q^2$$

Si déséquilibre observé => une au moins des H_0 n'est pas vérifiée

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution ; L'évolution des populations

L'équilibre de Hardy-Weinberg : méthode de résolution

- 1- Observations de fréquences et/ou d'effectifs génotypiques:
- 2- Extraire les fréquences alléliques:
- 3- Recalculer les fréquences génotypiques attendues sous les hypothèses de HW:
- 4- Comparer les effectifs attendus aux effectifs réellement observés:
- 5- Accepter ou rejeter le modèle de HW et conclure quant aux "forces évolutives":

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution ; L'évolution des populations

L'équilibre de Hardy-Weinberg : méthode de résolution

Cas des épinoches du lac Kennedy (Canada), individus adultes → voir TD ou DS

1- Observations d'effectifs génotypiques et calcul des fréquences:

Génotypes →	LL	CL	CC	Somme
Effectifs observés	37	54	78	169
Fréquences génotypiques observées	0,22	0,32	0,46	1

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution ; L'évolution des populations

L'équilibre de Hardy-Weinberg : méthode de résolution

2- Extraire les fréquences alléliques:

Génotypes →	LL	CL	CC	Somme
Effectifs observés	37	54	78	169
Fréquences génotypiques observées	0,22	0,32	0,46	1

$$f_L = f_{LL} + \frac{1}{2} f_{CL} \Rightarrow f_L = 0,38$$

$$f_C = f_{CC} + \frac{1}{2} f_{CL} \Rightarrow f_C = 0,62$$

$$f_C + f_L = 1$$

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution ; L'évolution des populations

L'équilibre de Hardy-Weinberg : méthode de résolution

3- Recalculer les fréquences génotypiques attendues sous les hypothèses HW:

Génotypes →	LL	CL	CC	Somme
Effectifs observés	37	54	78	169
Fréquences génotypiques observées	0,22	0,32	0,46	1
Fréquences génotypiques calculées HW				1

On a vu que $f_L = 0,38$ et $f_C = 0,62$

Sous les hypothèses HW on a : $p^2 + 2pq + q^2 = 1$ avec

$$p^2 = f_L^2 = 0,38^2 = 0,1444$$

$$q^2 = f_C^2 = 0,62^2 = 0,3844$$

$$2pq = f_{CL} = 2 \times 0,38 \times 0,62 = 0,4712$$

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution ; L'évolution des populations

L'équilibre de Hardy-Weinberg : méthode de résolution

4- Comparer les effectifs attendus aux effectifs réellement observés:

Génotypes →	LL	CL	CC	Somme
Effectifs observés	37	54	78	169 (N)
Fréquences génotypiques observées	0,22	0,32	0,46	1
Fréquences génotypiques calculées HW	0,1444	0,4712	0,3844	1
Effectifs attendus si hypothèses HW vraies				169 (N)

$$f_i = n_i / N \Rightarrow N \times f_i = n_i$$

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution ; L'évolution des populations

L'équilibre de Hardy-Weinberg : méthode de résolution

4- Comparer les effectifs attendus aux effectifs réellement observés:

Génotypes →	LL	CL	CC	Somme
Effectifs observés	37	54	78	169
Fréquences génotypiques observées	0,22	0,32	0,46	1
Fréquences génotypiques calculées HW	0,1444	0,4712	0,3844	1
Effectifs attendus si hypothèses HW vraies	24	80	65	169

Méthodes de comparaison:

1- comparaison "au pif!"

2- méthode par le test statistique de χ^2 si vu en spé-SVT

3- méthode des pourcentages

Ex: $[(37-24) / 37] \times 100 = 35\%$ significatif car supérieur à 5% ou 10% (seuil)

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution ; L'évolution des populations

L'équilibre de Hardy-Weinberg : méthode de résolution

4- Comparer les effectifs attendus aux effectifs réellement observés:

Génotypes →	LL	CL	CC	Somme
Effectifs observés	37	54	78	169
Fréquences génotypiques observées	0,22	0,32	0,46	1
Fréquences génotypiques calculées HW	0,1444	0,4712	0,3844	1
Effectifs attendus si hypothèses HW vraies	24	80	65	169

Bilan:

Les effectifs prévus par le modèle sont différents des effectifs réellement observés

=> au moins une des hypothèses du modèle n'est pas vérifiée.

=> La population est soumise à des "forces évolutives"

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution ; L'évolution des populations

L'équilibre de Hardy-Weinberg : méthode de résolution

Voir le sujet traité en TD:

**BACCALAURÉAT GÉNÉRAL, ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ
SESSION 2021, SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE**

Exercice 2 (9 pts)

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

L'évolution des populations

L'équilibre de Hardy-Weinberg

Les écarts entre les fréquences observées sur une population naturelle et les résultats attendus du modèle s'expliquent notamment par les effets de forces évolutives (mutation, sélection, dérive, etc...).

Nombreux exemples vus en TD sont généralisables:

Le plus souvent déséquilibre

donc

le plus souvent présence de "forces évolutives"

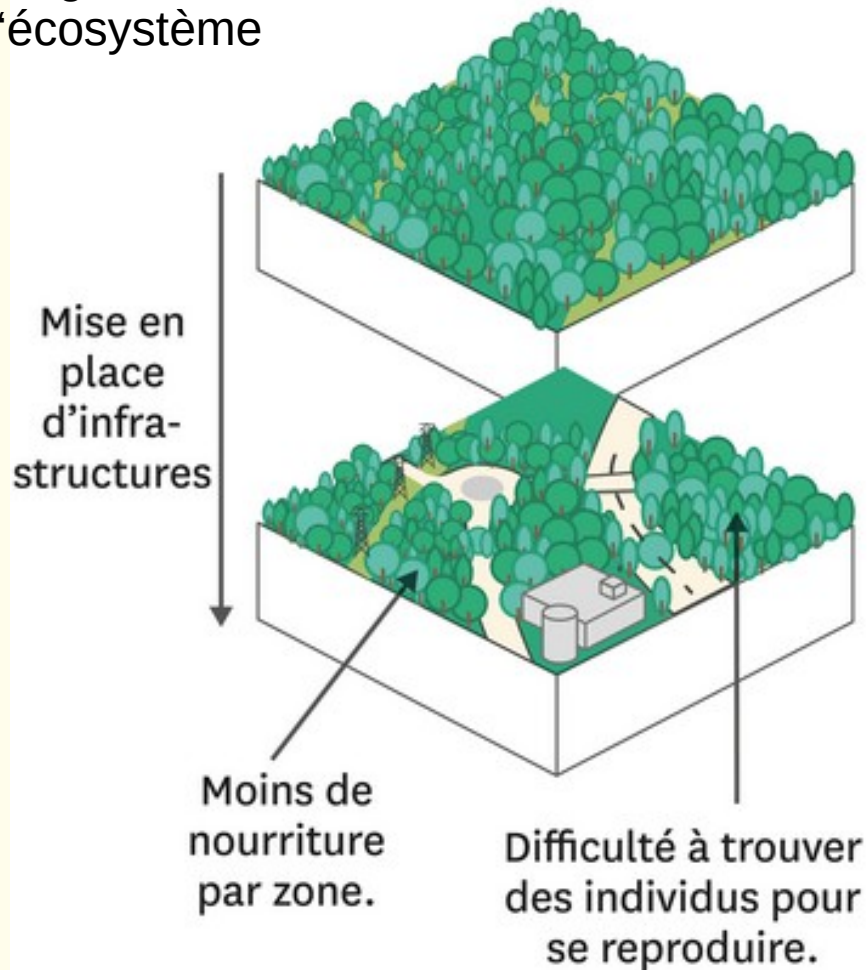
Au cours de l'évolution biologique, la composition génétique des populations d'une espèce change de génération en génération.

T3 Une histoire du vivant

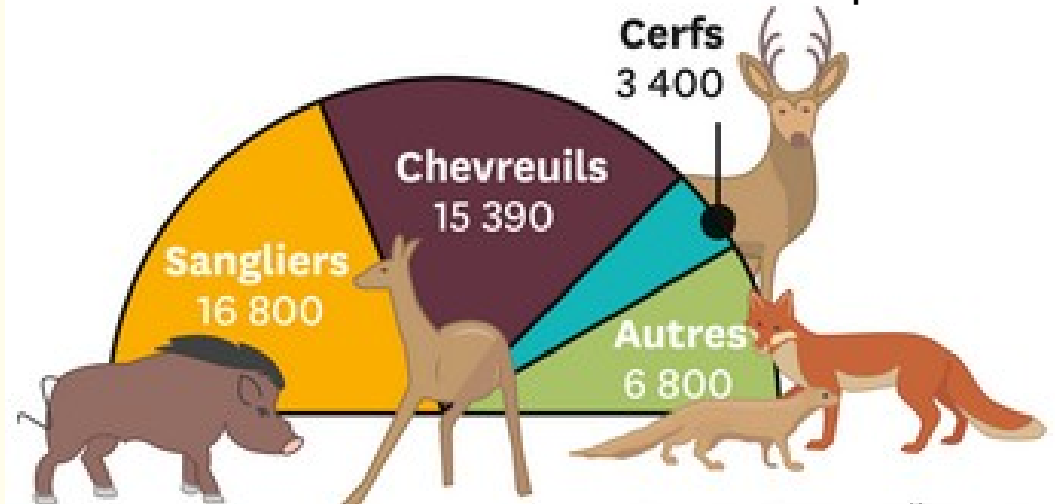
T3A La biodiversité et son évolution

Les activités humaines (pollution, destruction des écosystèmes, combustions et leurs impacts climatiques, surexploitation d'espèces, ...) ont des conséquences sur la biodiversité et ses composantes (dont la variation d'abondance).

Fragmentation de l'écosystème



Nombre de collisions autoroutières par an.



T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

Les activités humaines peuvent conduire à l'**extinction d'espèces** (**diminution de la richesse spécifique**).

La **fragmentation d'une population** en plusieurs échantillons de plus faibles effectifs (**diminution de l'abondance**) entraîne par dérive génétique un appauvrissement de la diversité génétique d'une population.



Dauphin d'eau douce chinois disparu en 2016
Habitait un seul fleuve aujourd'hui très fréquenté et pollué.

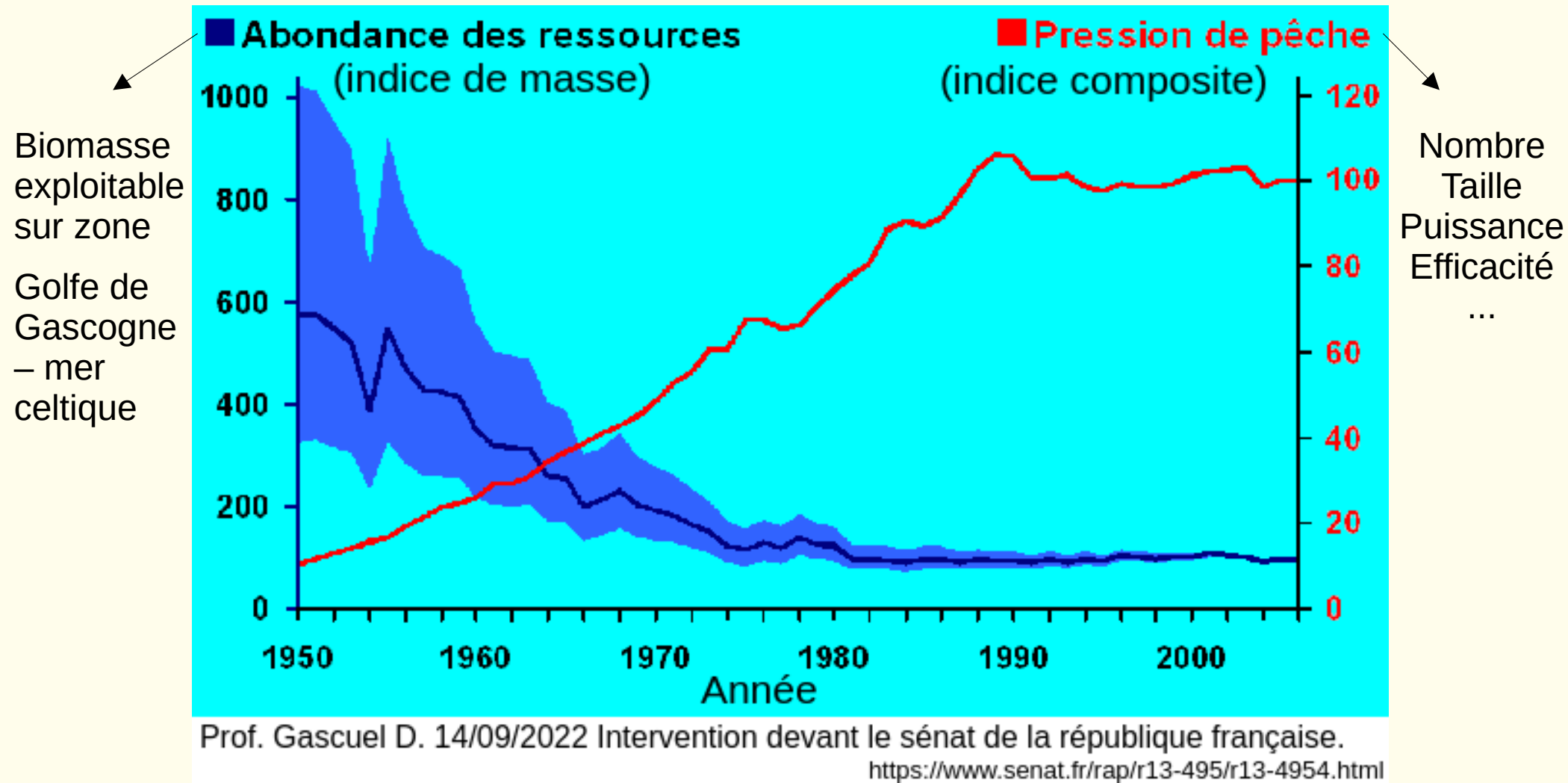


Disparition en 1990 du crapaud doré (*Incilius periglenes*) attribuée au changement climatique

T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

La connaissance et la gestion d'un écosystème permettent d'y préserver la biodiversité.



T3 Une histoire du vivant

T3A La biodiversité et son évolution

La connaissance et la gestion d'un écosystème permettent d'y préserver la biodiversité.

IFREMER-RMD: la plus grande quantité de biomasse que l'on peut extraire en moyenne et à long terme dans les conditions environnementales existantes sans affecter le processus de reproduction.

