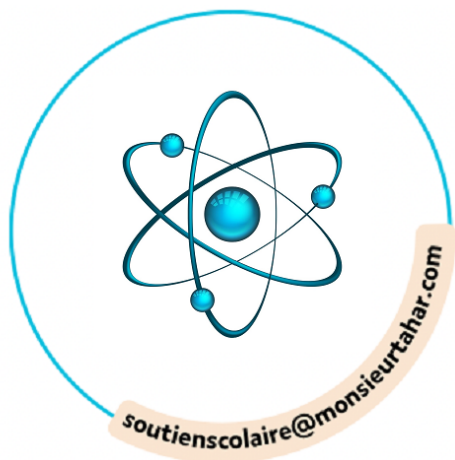


ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE



SVT

CHAPITRE 4

L'estimation de la biodiversité



La Terre est habitée par une grande diversité d'êtres vivants, dont seule une faible proportion est réellement connue. On peut estimer la biodiversité à l'aide de plusieurs méthodes.

I L'estimation par échantillonnage

● La biodiversité est mesurée grâce à des techniques d'**échantillonnage** (spécimens ou ADN). On peut obtenir des échantillons lors de sorties de terrain ou d'explorations scientifiques.

● Plusieurs méthodes permettent d'estimer la biodiversité à partir d'échantillons :

- la **méthode du quadrat** offre une estimation de la **richesse spécifique** (nombre d'espèces) et de l'**abondance** (nombre d'individus) d'une population, d'une espèce ou d'un plus grand taxon sur une **surface délimitée** ;
- la **méthode du transect** permet de réaliser les mêmes estimations le long d'une **ligne virtuelle**.

Mot clé

Un **échantillonnage** est le prélèvement d'une petite partie d'un ensemble, que l'on va examiner et qui permettra d'obtenir des informations sur la totalité de l'ensemble.

II L'estimation par capture-marquage-recapture

● Lorsque l'échantillonnage d'une surface délimitée n'est pas envisageable, il est possible d'estimer un effectif grâce à la **méthode de capture-marquage-recapture (CMR)**, qui repose sur le **principe de proportionnalité**. En écologie, cette méthode est souvent utilisée pour estimer l'**abondance de populations**.

C'est d'ailleurs cette méthode que le zoologiste britannique Henry Bernard Davis Kettlewell (1907-1979) utilisa pour la phalène du bouleau, un papillon de nuit clair ou sombre qui se repose sur le tronc des bouleaux, et dont la part d'individus sombres de sa population a augmenté depuis la révolution industrielle.

● Lors de la méthode de capture-marquage-recapture, un grand nombre de phalènes des deux formes sont capturées, marquées au niveau du ventre puis relâchées à la fois dans une zone boisée non polluée et dans une zone polluée. Quelques jours plus tard, une nouvelle campagne de capture est menée.

DOC. Un résultat de l'expérience menée par Kettlewell (1955)

Zone boisée non polluée	Forme blanche
Nombre d'individus capturés, marqués, relâchés (M)	496
Nombre d'individus recapturés (n)	121
Nombre d'individus recapturés marqués (m)	62

■ Les formes claires recapturées sont plus nombreuses dans les régions boisées, non polluées, où elles peuvent se camoufler sur les troncs clairs et donc échapper aux oiseaux. Elles sont moins nombreuses dans les régions polluées, où les formes claires sont plus visibles sur les troncs d'arbres recouverts de suie.

■ On peut faire une **estimation** de la taille N de la population de phalènes à l'aide de **l'indice de Lincoln-Peterson**. On fait l'hypothèse que la proportion d'individus marqués dans l'échantillon est égale à la proportion d'individus marqués dans la population, c'est-à-dire $\frac{m}{n} = \frac{M}{N}$; alors $N = M \times \frac{n}{m}$. Avec les données précédentes, on obtient : $N = 496 \times \frac{121}{62}$, soit $N = 968$.

III L'estimation par intervalle de confiance

■ On peut aussi évaluer la proportion d'individus qui portent un caractère donné dans la population à l'aide d'un **intervalle de confiance**, élaboré à partir d'un échantillon. Plus la taille de l'échantillon est grande, plus l'intervalle de confiance est réduit et l'estimation **précise**.

■ Un intervalle de confiance est toujours associé à un **niveau de confiance**, souvent de 95 %. Il permet d'établir la « marge d'erreur » entre les données recueillies dans l'échantillon et les données de la population totale.



ZOOM

Cap sur les coraux du Pacifique

Les récifs coralliens du Pacifique sont étudiés le long d'un transect. Cette cartographie permet aux chercheurs de comprendre les capacités d'adaptation des coraux face aux changements climatiques et environnementaux.

Échantillonnage de coraux en Papouasie-Nouvelle Guinée (expédition Tara Pacific)



La composition génétique d'une population



La composition génétique d'une population évolue au fil des générations. Le modèle de Hardy-Weinberg, central en génétique, prévoit une stabilisation rapide de cette composition sous certaines conditions.

I Le principe du modèle de Hardy-Weinberg

● Pour étudier la composition génétique d'une population, on considère un gène pour lequel il existe deux allèles, et une **population « idéale »** au sein de laquelle les individus possèdent deux allèles pour ce gène.

Cette population « idéale » doit vérifier certaines conditions : une grande taille, théoriquement une **taille « infinie »** ; **pas de mutation**, de **sélection**, de **dérive génétique**, et **pas de migration** ; **pas de croisements entre générations**. On suppose que les gamètes se rencontrent de manière aléatoire (**panmixie**).

À noter

Les cellules des individus de cette population sont **diploïdes** : leurs chromosomes sont présents par paires, donc elles possèdent deux allèles pour chaque gène.

● Le mathématicien britannique G. H. Hardy et le médecin allemand W. Weinberg ont établi en 1908 une loi qui affirme que, quelle que soit la distribution initiale des allèles dans une population idéale (génération 0), supposée identique chez les hommes et les femmes, les **fréquences alléliques** restent constantes à partir de la génération 1. Les fréquences **génotypiques** s'en déduisent et restent également constantes. On parle d'**équilibre de Hardy-Weinberg**.

Mot clé

Le **génotype** d'un individu est l'ensemble de ses allèles.

II Le modèle mathématique

● A et a sont les deux allèles du gène étudié. Un individu peut donc présenter l'un des trois génotypes : AA, Aa, aa.

On note respectivement p_0 , q_0 et r_0 les fréquences initiales de ces trois génotypes, et, pour tout entier $n \geq 1$, p_n , q_n et r_n leurs fréquences à la génération n .

À noter

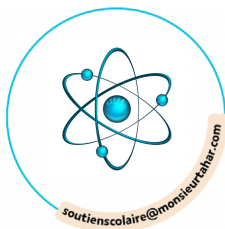
Pour tout entier naturel n :
 $p_n + q_n + r_n = 1$.

■ On montre que $p_0 - r_0 = p_1 - r_1 = p_2 - r_2 = \dots = p_n - r_n = \alpha$ pour tout entier naturel n et que les fréquences des génotypes au fil des générations sont :

$$\bullet p_1 = \left(\frac{1+\alpha}{2}\right)^2; p_2 = \left(\frac{1+\alpha}{2}\right)^2; p_3 = \left(\frac{1+\alpha}{2}\right)^2 \dots$$

$$\bullet r_1 = \left(\frac{1-\alpha}{2}\right)^2; r_2 = \left(\frac{1-\alpha}{2}\right)^2; r_3 = \left(\frac{1-\alpha}{2}\right)^2 \dots$$

$$\bullet q_1 = \frac{1-\alpha^2}{2}; q_2 = \frac{1-\alpha^2}{2}; q_3 = \frac{1-\alpha^2}{2} \dots$$



■ Si on note respectivement F et f les fréquences des allèles A et a à partir de la génération 1, alors pour $n \geq 1$: $F = \frac{2p_n + q_n}{2}$ et $f = \frac{2r_n + q_n}{2}$, et les **fréquences génotypiques attendues** sont :

$$p_n = F^2; q_n = 2Ff; r_n = f^2$$

À noter

On peut toujours calculer les fréquences alléliques à partir des fréquences génotypiques.

Le calcul inverse n'est possible que pour une population à l'équilibre de Hardy-Weinberg.

III Les écarts par rapport au modèle de Hardy-Weinberg

■ On considère toujours un gène à deux allèles, et une population d'individus possédant tous deux allèles pour ce gène.

Pour savoir si cette population est « **à l'équilibre de Hardy-Weinberg** » :

- on relève les effectifs et on calcule la fréquence de chaque génotype ;
- on calcule les fréquences alléliques F et f correspondantes ;
- on calcule les fréquences génotypiques attendues à partir des fréquences alléliques F et f .

■ Si les écarts entre les **fréquences génotypiques observées** et les **fréquences génotypiques attendues** sont importants, alors la population n'est pas « à l'équilibre de Hardy-Weinberg ».

Ces écarts s'expliquent notamment par les effets de **forces évolutives** modifiant la fréquence des allèles, comme les mutations, sélections, dérives génétiques et migrations.

L'impact des activités humaines sur la biodiversité



Les activités humaines perturbent le fonctionnement des écosystèmes, aboutissant à une perte de la biodiversité. Des solutions doivent être trouvées afin de permettre une gestion durable des écosystèmes.

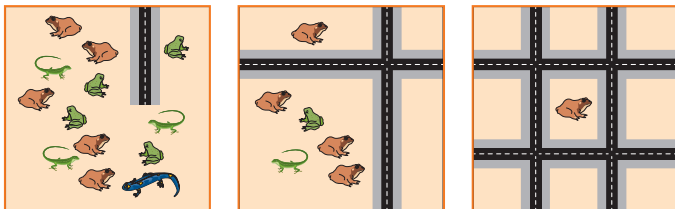
I Les activités humaines et la biodiversité

- Les activités humaines impactent **la biodiversité**, entraînant un **déclin de l'abondance de certaines populations** et parfois **l'extinction de certaines espèces**.
- La **déforestation**, par exemple, entraîne une **perte d'habitat** à l'échelle locale pour de nombreux êtres vivants et contribue au **dérèglement climatique** en perturbant le cycle du carbone.
- La **fragmentation des habitats**, qui divise un écosystème en plusieurs parcelles de taille réduite et isolées spatialement, constitue la **principale cause d'extinction des espèces** à l'échelle planétaire.
- La fragmentation d'une population en plusieurs échantillons de faible effectif entraîne, par **dérive génétique**, un **appauvrissement de sa diversité génétique**.

Mot clé

La **dérive génétique** est la modification aléatoire de la fréquence des allèles au sein d'une population, d'une génération à la suivante. Elle est d'autant plus importante que l'effectif de la population est faible.

DOC. Illustration de la fragmentation de l'habitat des amphibiens



D'après J. Muratet, Ecodiv

Au cours de leur cycle de vie, les amphibiens doivent effectuer des migrations entre habitat aquatique et terrestre qui sont indispensables à leur reproduction. La construction de routes, en fragmentant leur habitat, va isoler certaines populations d'amphibiens et peut causer leur extinction à plus ou moins long terme.

II La gestion durable des écosystèmes

Les humains exploitent les écosystèmes de la planète afin de subvenir à leurs besoins mais subissent aussi les conséquences de leurs dégradations. Nous sommes en effet en **interaction permanente** avec les écosystèmes et notre santé en dépend puisque l'environnement nous procure, entre autres, nourriture et médicaments. Une **gestion raisonnée des ressources exploitables**, grâce à une approche **écologique**, est indispensable pour limiter les impacts des activités humaines.

Mot clé

L'**écologie** est l'étude des interactions des êtres vivants entre eux et avec leur environnement.

Des techniques d'**ingénierie écologique** peuvent limiter les impacts écologiques des aménagements humains et restaurer des écosystèmes dégradés, permettant d'y **préserver la biodiversité**.



Attention ! Amphibiens à protéger

Des étudiants en écologie ont réalisé puis déposé des panneaux d'information à l'entrée des blockhaus de Saint Nazaire (Loire Atlantique) afin de demander aux jeunes qui réalisent des tags d'emporter avec eux leurs bombes de peinture. Si elles restent près des blockhaus, les solvants des peintures détruisent de nombreuses espèces d'amphibiens qui y vivent (crapauds, grenouilles, tritons, salamandres).

**ATTENTION !
PRESENCE D'UNE FAUNE FRAGILE**

Les Amphibiens que l'on peut rencontrer sur le site

Le terme Amphibien désigne les ordres des Anoures (grenouilles et crapauds) et des Urodèles (salamandres et tritons).

Attention !

Tous les amphibiens sont protégés par la loi, interdisant toute capture ou dégradation d'habitats, donc veuillez bien à emporter avec vous tous vos déchets et respecter ces animaux et les points d'eau dans lesquels ils pondent ou se baignent. Chassez l'œil et ne touchez pas ces petits animaux, d'autant plus que certains sont toxiques tels que la Salamandre tachetée ou le Crapaud commun.

Salamandre tachetée *Salamandra atra*

Figure 1
D'une longueur de 20 cm, cet urodèle est reconnaissable par sa couleur noire et jaune. Il occupe le milieu forestier et bogue et a besoin d'un point d'eau pour mettre bas.

Triton crêté *Triturus cristatus*

Figure 2
Grand triton d'une longueur de 35 cm, de couleur noire sur le dos et jaune orangé et ponctué de noir. Il vit principalement dans les milieux ouverts et a besoin d'un réseau de mare pour se maintenir. Il pond dans la végétation aquatique des mares profondes.

Triton palmé *Urodela helvetica*

Figure 3
Petit triton de moins de 10 cm de couleur marron à olive sur le dos et jaune orangé légèrement ponctué de noir sur le ventre. Il vit dans des zones boisées et pond dans tout type de petits points d'eau.

Grenouille agile *Amaelobates*

Figure 4
Grenouille élancée, mesure de 6 à 8 cm, de couleur brune à beige, elle occupe les plaines et les boisements humides. Elle pond dans des habitats aquatiques ensoleillés.

Crapaud commun *Bufo bufo*

Figure 5
Crapaud d'une grande taille : 9 à 12 cm, épaisse peau engainée. Il occupe de nombreux milieux terrestres, plus souvent secs et pond dans toutes sortes de points d'eau.

Batterie de l'ancienne carrière de Rouallan

Vous êtes ici à la batterie de l'ancienne carrière de Rouallan ou batterie Neuvich N° 57 de son nom officiel. Celle-ci comprend 10 bunkers dont un poste de commandement (château de type R119 ainsi qu'un Tobrouck : poste d'observation ouvert sur l'extérieur).

Saint Nazaire comprend de nombreux sites militaires remarquables et une batterie conçue exactement de la même façon que celle-ci existait à l'emplacement actuel du F. L'admiral de l'immortalité, celle-ci ne comprenait pas de poste de commandement.

L'association Forteresse Saint Nazaire a acquis le Bunker R123 et œuvre dans une démarche d'étude et de préservation du patrimoine historique de Saint Nazaire et des communes environnantes. L'association a déjà réalisé des chantiers d'entretien et de mise en valeur du site de l'ancienne carrière de Rouallan. On compte sur vous pour laisser l'endroit propre et dans l'état dans lequel vous l'avez trouvé !

Figure 1 : Salamandre tachetée

Figure 2 : Triton crêté

Figure 3 : Triton palmé

Figure 4 : Grenouille agile

Figure 5 : Crapaud commun