

## TD 01 : NOTIONS DE DIVERSITÉ

### Objet de l'étude

Le terme biodiversité concerne le plus souvent la diversité en termes d'espèces d'un écosystème. On peut bien évidemment s'intéresser à d'autres niveaux et d'autres objets, par exemple la diversité génétique (en termes d'allèles différents pour certains gènes ou marqueurs) à l'intérieur d'une population.

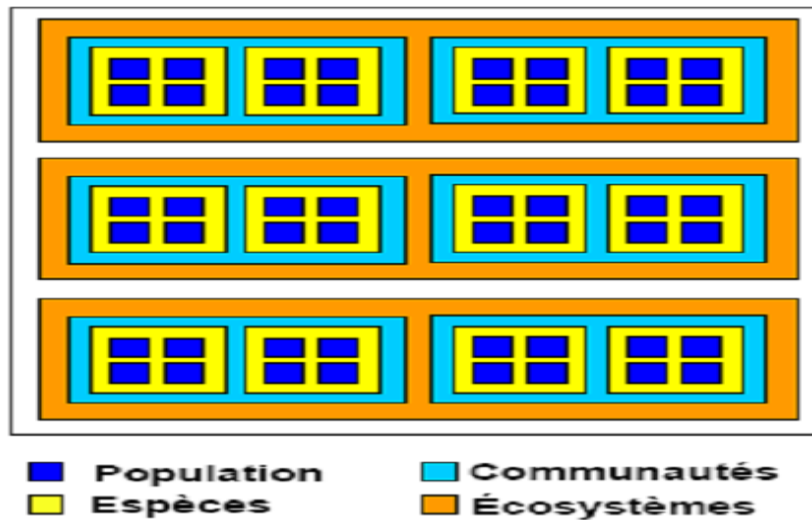


Figure 1 : Emboîtement des objets d'étude de la biodiversité

On gardera toujours à l'esprit que la prise en compte de la diversité spécifique n'est pas la seule approche.

### 1. Composantes

#### 1.1. Richesse

La richesse est le nombre (ou une fonction croissante du nombre) de catégories différentes présentes dans le système étudié, par exemple le nombre d'espèces d'arbres dans une forêt.

Un certain nombre d'hypothèses sont assumées plus ou moins explicitement :

Les catégories sont bien connues : compter le nombre d'espèces a peu de sens si la phylogénie n'est pas bien établie. C'est parfois une difficulté majeure quand on travaille sur les microorganismes.

□ Les catégories sont équidistantes : la richesse augmente d'une unité quand on rajoute une espèce, que cette espèce soit proche des précédentes ou extrêmement originale.

L'indice de richesse le plus simple et le plus utilisé est tout simplement le nombre d'espèces ou son logarithme.

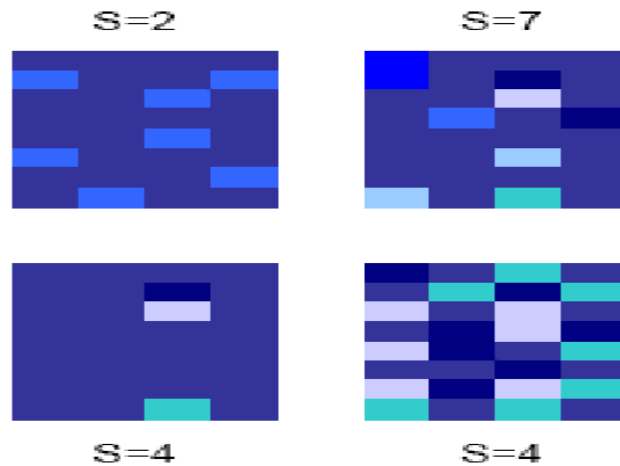


Figure 2 : Importances de la richesse (en haut) et de l'équitabilité (en bas) pour la définition de la diversité

## 1.2. Équitabilité

La régularité de la distribution des espèces (équitabilité en Français, evenness en Anglais) est un élément important de la diversité. Une espèce représentée abondamment ou par un individu n'apporte pas la même contribution à l'écosystème. A nombre d'espèces égal, la présence d'espèces très dominantes entraîne mathématiquement la rareté de certaines autres : on comprend donc assez intuitivement que le maximum de diversité sera atteint quand les espèces auront une répartition très régulière.

Un indice d'équitabilité est indépendant du nombre d'espèces (donc de la richesse). La plupart des indices courants, comme ceux de Simpson ou de Shannon, évaluent à la fois la richesse et l'équitabilité.

## 1.3. Disparité

Les mesures classiques de la diversité, dites mesures de diversité neutre (species-neutral diversity) ne prennent pas en compte une quelconque distance entre classes. Pourtant, deux espèces du même genre sont de toutes évidences plus proches que deux espèces de familles

différentes. Les mesures de diversité phylogénétique et de diversité fonctionnelle prennent en compte cette notion, qui nécessite quelques définitions supplémentaires.

La mesure de la différence entre deux classes est souvent une distance, mais parfois une mesure qui n'a pas toutes les propriétés d'une distance: une dissimilarité. Les mesures de divergence sont construites à partir de la dissimilarité entre les classes, avec ou sans pondération par la fréquence.

La disparité, divergence moyenne entre deux espèces (indépendamment des fréquences), ou de façon équivalente la longueur totale des branches d'un arbre phylogénétique, est la composante qui décrit à quel point les espèces sont différentes les unes des autres.

Les mesures de régularité décrivent la façon dont les espèces occupent l'espace des niches (régularité fonctionnelle) ou la régularité dans le temps et entre les clades des événements de spéciation représentés par un arbre phylogénétique. Ce concept complète celui d'équitabilité dans les mesures classiques: la diversité augmente avec la richesse, la divergence entre espèces, et la régularité (qui se réduit à l'équitabilité quand toutes les espèces sont également divergentes entre elles).

#### **1.4. Agrégation**

À partir d'une large revue de la littérature dans plusieurs disciplines scientifiques s'intéressant à la diversité (au-delà de la biodiversité), Stirling estime que les trois composantes, qu'il nomme variété (richesse), équilibre (équitabilité) et disparité, recouvrent tous les aspects de la diversité.

Stirling définit la propriété d'agrégation comme la capacité d'une mesure de diversité à combiner explicitement les trois composantes précédentes. Cela ne signifie pas que les composantes contribuent indépendamment les unes des autres à la diversité.

## TD 02 : Niveaux de l'étude

### Niveaux de l'étude

La diversité est classiquement estimée à plusieurs niveaux emboîtés, nommés, et par Whittaker (1960), qui a nommé la diversité locale qu'il mesurait avec l'indice alpha de Fisher et a utilisé les lettres suivantes selon ses besoins.

### Diversité $\alpha$ , $\beta$ et $\gamma$

La diversité  $\alpha$  est la diversité locale, mesurée à l'intérieur d'un système délimité. Plus précisément, il s'agit de la diversité dans un habitat uniforme de taille fixe.

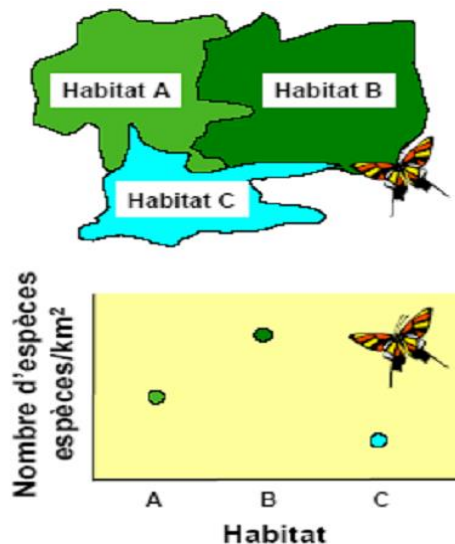


Figure 1 : Diversité, évaluée par la richesse spécifique.

L'habitat B possède la plus grande richesse (figure issue de Morin et Findlay, 2001). De façon générale, la richesse spécifique diminue avec la latitude (la diversité est plus grande dans les zones tropicales, et au sein de celles-ci, quand on se rapproche de l'équateur).

La richesse diminue avec l'altitude. Elle est généralement plus faible sur les îles, où elle décroît avec la distance au continent, source de migrations.

La diversité  $\beta$  est le taux de remplacement des espèces le long d'un gradient (topographique ou d'habitats par exemple).

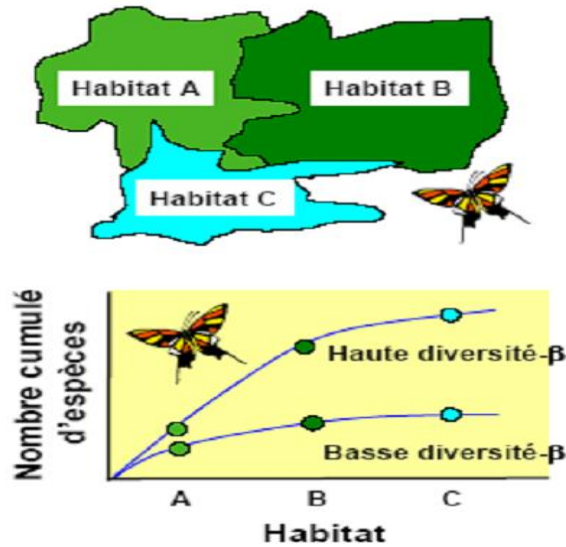


Figure 2 : Diversité, évaluée par la richesse spécifique (figure issue de Morin et Findlay, 2001).

Enfin, la diversité  $\gamma$  est similaire à la diversité, prise en compte sur l'ensemble du système étudié.

### Décomposition

La décomposabilité de la diversité est une propriété essentielle parce qu'elle permet les changements d'échelle.

La distinction entre les diversités  $\alpha$  et  $\beta$  dépend de la finesse de la définition de l'habitat. La distinction de nombreux habitats diminue la diversité  $\alpha$  au profit de la  $\beta$ . Il est donc important de définir une mesure qui ne dépende pas de ce découpage, donc une mesure additive décrivant la diversité totale, décomposable en la somme (ou le produit) convenablement pondérée de toutes les diversités des habitats (diversité intra) et de la diversité  $\beta$  inter-habitat.

Jurasinski et al. (2009) distinguent plusieurs types de mesures de diversité :

- La diversité d'inventaire (inventory diversity), qui traite des données récoltées sur une unité spatiale,
- La diversité de différenciation (differentiation diversity), qui mesure à quel point les unités spatiales sont différentes, ce qui correspond à la définition de la diversité donnée plus haut
- La diversité proportionnelle (proportional diversity), diversité qui se construit par différence ou rapport des diversités  $\gamma$  et  $\alpha$ .