

Contenu de la matière :

I. Biodiversité

A. Niveau de perception de la biodiversité

B. Les différentes formes de la biodiversité & leurs Mesures

MISES AU POINT SUR LA BIODIVERSITÉ

- La biodiversité élargit le concept de diversité en l'abordant à différents niveaux d'organisation :
 - la population, l'espèce, la communauté ou l'écosystème.
- Cela conduit à expliciter différents types de diversité : **Génétique, Spécifique et Fonctionnelle**
- De nombreux thèmes de recherche sont proposés :
 - ✓ effets de la diversité génétique sur la probabilité de survie d'une population,
 - ✓ effets de la diversité génétique sur le fonctionnement de l'écosystème,
 - ✓ effets de la fragmentation des habitats sur la diversité génétique,
 - ✓ rôle « clef de voûte » (*keystone*) de certaines populations,
 - ✓ effets de la diversité spécifique sur l'efficacité du fonctionnement de l'écosystème,
 - ✓ effets du fonctionnement de l'écosystème sur la diversité des communautés ...
- **Le rôle de la biodiversité fait l'objet d'hypothèses heuristiques** : quelque soit le niveau considéré, la biodiversité assurerait une meilleure stabilité, une meilleure adaptabilité des systèmes écologiques face aux perturbations...
- Des orientations méthodologiques anciennes trouvent un intérêt qu'elles n'avaient auparavant pas suscité ; c'est le cas des **groupes fonctionnels**. C'est aussi le cas des espèces «**clé de voûte**».

Définitions :

- **Diversité biologique** : apparaît couramment dans la littérature scientifique à partir des années '70
- **Biodiversité** : apparaît en 1985, puis popularisé par le livre "*Biodiversity*" édité par Wilson en 1988 (Naturalistes qui s'inquiétaient de la destruction rapide des milieux naturels (forêts tropicales) et réclamaient que la société prenne des mesures pour protéger ce patrimoine))
- **Définition « officielle »** : Variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie : cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes. **(article 2 de la Convention de Rio).**

➤ **Biodiversité :**

- ✓ Fait référence à la variété des organismes vivants quelle que soit leur milieu d'origine et prend en compte les diversités intraspécifique, interspécifique et fonctionnelle.
- ✓ S'agit d'analyser, à différentes échelles, les relations entre les changements d'origine naturelle ou anthropique de l'environnement **et les variations des diversités** et d'en comprendre les déterminants écologiques.
- ✓ S'agit aussi d'analyser les **problèmes de conservation** d'espèces rares ou menacées et de proposer des solutions.

Groupes	Espèces connues	Estimation des espèces existantes	% d'espèces inconnues
Virus	4000	400 000	99
Bactéries	4000	1 000 000	99
Algues	40 000	400 000	90
Plantes	270 000	320 000	15
Protozoaires	40 000	200 000	80
Autres invertébrés	90 000	750 000	88
Mollusques	100 000	200 000	50
Insectes	950 000	8 000 000	88
Poissons	23 250	25 000	7
Amphibiens	5 000	6 000	17
Reptiles	7 400	8 000	8
Oiseaux	9 900	10 000	1
Mammifères	4 600	5 000	8

source: Musée canadien de la nature - <http://nature.ca/rideau/index-f.html>

- **Définition d'une espèce** : Une espèce rassemble sous **un même nom** des êtres vivants qui **se ressemblent** et peuvent avoir ensemble **une descendance fertile**.
- **Combien d'espèces sur Terre ?** : 1,9 million d'espèces V et A sont actuellement connues, c'est-à-dire décrites et nommées. Selon les estimations, entre 10 et 100 millions restent à découvrir.

I. Niveau de perception de la biodiversité

La biodiversité peut être mesurée à différentes échelles temporelles et spatiales, aux divers niveaux d'organisation biologique, et selon les dimensions compositionnelle, structurale et fonctionnelle.

1.1 Les échelles de la biodiversité

1. échelles temporelles :

La biodiversité considérée en tant que :

- processus dynamique, dans sa dimension temporelle.
- Un système en évolution constante, du point de vue de l'espèce autant que celui de l'individu.

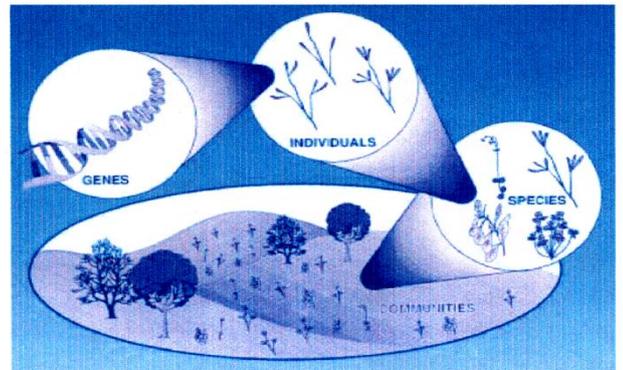
2. échelles spatiales :

- La biodiversité n'est pas distribuée de façon régulière sur terre.
- La flore et la faune diffèrent selon de nombreux critères comme le climat, l'altitude, les sols, etc.

1.2 Les niveaux d'organisation biologique

Il y a six différents niveaux d'organisation biologique:

- 1^{er} niveau : un individu
- 2^e niveau : une population
- 3^e niveau : une communauté
- 4^e niveau : un écosystème
- 5^e niveau : un biome
- 6^e niveau : la biosphère



II. Les niveaux de la biodiversité :

La BD est la diversité de toutes les formes du vivant. Habituellement subdivisée en trois niveaux :

1. **La diversité génétique:** se définit par la variabilité des gènes au sein d'une même espèce ou d'une population. Elle est donc caractérisée par la différence de deux individus d'une même espèce ou sous-espèce (diversité intraspécifique).
2. **La diversité spécifique :** qui correspond à la diversité des espèces (diversité interspécifique).
3. **La diversité écosystémique :** qui correspond à la diversité des écosystèmes présents sur Terre, des interactions des populations naturelles et de leurs environnements physiques.

III. Les différentes dimensions de la biodiversité :

Indicateurs structurels de biodiversité

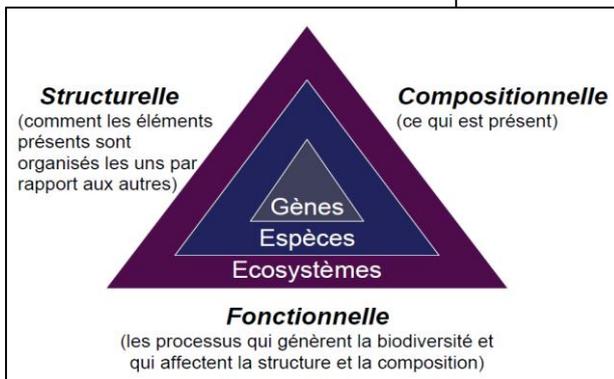
- Distribution en taille ou en âge d'une population
- Abondance relative des espèces d'une communauté
- Indices de fragmentation de l'habitat

Indicateurs compositionnels de biodiversité

- Fréquences géniques
- Richesse spécifique
- Nombre d'habitats

Indicateurs fonctionnels de biodiversité

- Taux d'échanges génétiques entre les populations
- Taux de croissance des populations
- Taux de recyclage des éléments nutritifs



Représentation conceptuelle des composantes de la Biodiversité

Quelques notions :

Groupes fonctionnels, regroupements d'espèces réalisés sur la base d'un rôle apparemment interchangeable dans le fonctionnement de l'écosystème.

des espèces « clé de voûte », espèce ou groupe d'espèces qui sont seules capables d'assurer un rôle indispensable au fonctionnement de l'écosystème → Leur disparition conduit à des modifications profondes des systèmes écologiques et peut aboutir à l'extinction de nombreuses espèces .

Espèces endémiques,

- ne se retrouvent qu'en **un endroit**, doivent faire l'objet d'une attention particulière ;
- les zones où l'endémisme est élevé (îles, endroits au relief prononcé) sont des zones critiques.
- ((Le phénomène d'endémisme est lié à l'isolement géographique de **taxons** qui évoluent ensuite en système clos))

La distribution géographique de la diversité biologique

La répartition de la diversité biologique est hétérogène à la surface de la planète

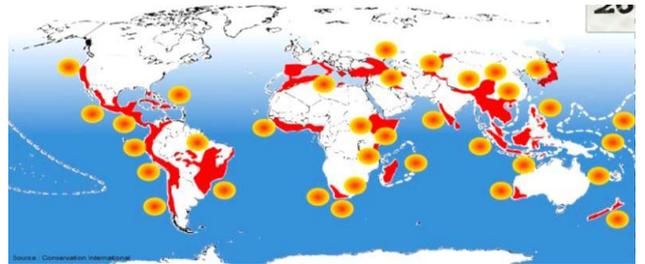
- D'où l'existence de plusieurs biomes = unités écologiques (relations caractéristiques du climat et de la végétation)
- Régions biogéographiques (ressemblance entre flores et faunes)

Comment les espèces sont-elles réparties ?

- *La biodiversité est inégalement répartie sur la planète. e.g. : les **forêts tropicales** → 7% de surface émergée, représentent **50% de BD** de la Terre.*
- L'**U.I.C.N.** identifie **34 régions** appelées « **points chauds = hot spots** » présentant un **intérêt majeur pour la conservation de la biodiversité** car elles hébergent de **nombreuses espèces** (certaines sont fortement menacées) et/ou des **espèces endémiques**.

Les zones de grande diversité : Ces régions sont considérées comme :

- ✓ Zones bénéficiant d'une extraordinaire concentration d'espèces.
- ✓ Zones soumises à une perte accélérée d'habitats.
- ✓ Prioritaires (**critiques**) en matière de conservation et de préservation de la BD.
- ✓ Régions où les espèces ont pu s'accumuler et survivre (= **zones refuges**) → **endémiques**



Une étude a montré que **44% des plantes vasculaires** (= >130000 plantes) + **35% vertébrés** (10000 espèces) sont confinés dans **25 zones** de grande diversité couvrant **1.4%** de la surface des terres.

- Zone tropicale (la plus part)
- **05** dans le bassin méditerranéen
- **09** îles de Madagascar (**11000 plantes** >, **80% endémiques**)

IV. différents types de diversité biologique

Diversité spécifique :

- prend en compte à la fois la richesse spécifique et (« equitability »).
- Ces indices ont : 1 → avantages 2 → inconvénients 3 → utilisation dépend de l'objectif.
- Les indices les plus utilisés sont les indices *de Shannon-Weaver, de Simpson*.

Diversité taxonomique :

- Prend en compte des **informations phylogénétiques**.
- Correspond à la longueur moyenne du chemin, dans la classification hiérarchique, entre deux organismes choisis aléatoirement dans une communauté (esp mais aussi genres, fam et ordres).

- Il existe différentes manières de la mesurer dont l'indice de Clarke et Warwick, le «*taxonomic distinctness index*» est une extension de l'indice de Simpson,

Diversité phylogénétique :

- ✓ reflète l'**histoire évolutive** accumulée par une communauté d'espèces face aux changements envi.
- ✓ Suppose que : **1** → peu d'espèces proches parentes serait davantage préjudiciable en termes de biodiversité que celle d'une espèce ou sous-espèce récemment apparue **2** → l'extinction d'une espèce ayant une longue histoire évolutive.

Diversité fonctionnelle :

- ✓ définie comme la diversité des traits fonctionnels → composantes du phénotype des organismes qui influencent des processus écosystémiques.
- ✓ peut être reliée, comme la diversité phylogénétique, à la notion de **résilience des écosystèmes**.
- ✓ Mesurer la diversité fonctionnelle, → rassembler les espèces en **groupes fonctionnels** et de compter le **nombre de groupes fonctionnels** dans une communauté donnée.
- ✓ Il est également possible d'appliquer les indices de Simpson ou de Shannon aux abondances relatives de ces différents groupes fonctionnels.
- ✓ D'autres méthodes s'appuient quant à elles sur les **distances phénotypiques** entre espèces.

N.B. Processus d'écosystème est examinés par trois aspects :

- 1)- la production primaire,**
- 2)- les relations prédateurs/proies** au moyen des réseaux alimentaires et les cycles de population,
- 3)- le rôle des perturbations naturelles** dans les écosystèmes forestiers.

V. différents types de diversité biologique dans l'espace : Les différents types de diversité ont

décomposés en :

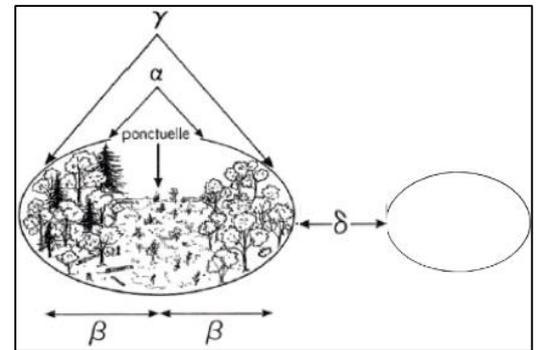
- **Diversité ponctuelle** : nombre d'espèces présente en un point donné de l'espace (une station).
- **Diversité α** : diversité intrabiotique ou intrahabitat; c'est le nombre d'espèces dans un même habitat ou biotope
- **Diversité β** : diversité interhabitat; c'est un indice de dissimilitude entre 2 habitats

Whittaker (1972) la diversité **bêta** soit mesurée à partir du modèle **multiplicatif** : **gamma = bêta x alpha moyen**.

Lande (1996) calcule la diversité **bêta** à partir d'un modèle **additif** : **gamma = bêta + alpha moyen**.

- **Diversité γ** : diversité d'un ensemble de stations; c'est la diversité sectorielle ou totale (combine α et β; modèles multiplicatif ou additif)
- **Diversité δ** : c'est un indice de similitude interrégions ou intersecteurs

N.B. : quand la diversité **γ** est similaire entre milieux, une faible diversité **α** est associée à une diversité **β** élevée (le contraire est vrai) **en terme de protection, une faible diversité α** (par rapport à **γ**) implique de protéger la collection de milieux; par contre, une forte diversité **α** (proche de **γ**) pourra supporter une protection partielle de quelques uns de ces milieux



VI. Indice de diversité :

- ✓ fonction de la **richesse spécifique** et de la **structure** de la communauté.
- ✓ permet d'évaluer rapidement, en un seul chiffre, la biodiversité d'un peuplement.
- ✓ renseigne sur la **qualité** et le **fonctionnement** des peuplements.

Quelques indices de diversité :

- ❖ **La Richesse Spécifique (S)** : S = Nombre total d'espèces présentes →→→ ne prend pas en compte les individus ! Méthode la plus simple. Mais les **Problèmes** : Richesse mesurée ≠ Richesse réelle ; Liée à la superficie échantillonnée ; Abondance relative des Esp ignorées.

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \times \ln(p_i)$$

- ❖ **Indice de Shannon (H)** : Prend en compte l'abondance relative des espèces. avec : p_i = la proportion d'individus de l'espèce i.

- ✓ **H = ln(S)** : distribution équitable : même nombre d'individus pour chaque espèce
- ✓ **H = 0** : peu d'espèces présentes ou une espèce prédominante.

H ∈ [0 ; ln(S)]

- ❖ **Indice d'équitabilité (E) (=équirépartition)** = l'indice de Piélou ($E = H / \ln S$). Ou
 - ✓ C'est la distribution du nombre d'individus par espèces.
 - ✓ Tend vers : 0 effectifs est concentrée sur une espèce ; 1 les espèces $E = H' / H_{max}$ ont même abondance.

Objectif : mieux comparer 2 peuplements différents. **1**: conditions idéales **0**: déséquilibre
Principe : Comparer indice de Shannon H à sa valeur maximale.

- ❖ **Indice de Simpson (Is)** : mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce. $D = \sum d_i^2$ Dont : $I_s = 1-D$
 - ✓ (maxi de diversité) $0 < D < 1$ (mini de diversité) $\implies I_s = 1-D \implies$ (minimum de diversité) $0 < I_s < 1$ (maximum de diversité).
 - ✓ Donne plus de poids aux **espèces abondantes** qu'aux espèces rares. $\rightarrow \rightarrow \rightarrow$ Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon, ne modifie pratiquement pas l'indice.

N.B. : Simpson sensible aux espèces abondantes. Et Shannon est sensible aux espèces relativement rares.

Autres indices

Indice de Margalef	Indices de Hill	Indice de Jaccard	Indice de Sorensen	Whittaker
$D_{mg} = \frac{S-1}{\ln(n)}$	$Hill = \frac{(1/D)}{e^{H'}}$	$J = c / (a+b-c)$	$\beta = \frac{2c}{S_1 + S_2}$	$\beta = \frac{S}{\alpha}$ or $\beta = \frac{S}{\alpha} - 1$
S : nbr total des sp. n : nbr total des inds.	1/D : inverse de l'indice de Simpson. H' : Indice de Shannon-Weaver. 1/D \rightarrow mesure du nombre effectif très abondants. e^{H'} \rightarrow mesure le nombre d'espèces rares. (diversité min) 0 < 1-Hill < 1 (diversité max)	c = nombre d'espèces communes a = espèces du site a b = espèces du site b Cet indice varie entre 0 et 1. J= 0 lorsque les deux transects n'ont aucune similarité (=aucune espèce en commun) BD inter habitat est forte J=1 similarité maximale (toutes les espèces sont en commun). BD inter habitat est faible	S1 = le nombre total d'espèces enregistrées dans la première communauté, S2 = le nombre total d'espèces enregistrées dans la deuxième communauté, et c = le nombre d'espèces communes aux deux communautés	S = le nombre total d'espèces enregistrées dans les deux communautés, α = moyenne du nombre d'espèces trouvées au sein des communautés.