

I. Eléments de biodiversité

I.1. Définition de la biodiversité : le terme de biodiversité (= diversité biologique) est une nouveauté apparu au début des années 1970 au sein de l'Alliance Mondiale pour la Nature (UICN). Il a fallu toutefois attendre la Conférence de Rio sur l'environnement et le développement, organisé par les Nations unies en 1992, pour que ce terme soit largement vulgarisé. Il désigne tout simplement la variété des espèces vivantes qui peuplent la biosphère.

Tous simplement elle peut être identifiée à la richesse totale, nombre total d'espèces vivantes (plantes, animaux, champignons, micro-organismes peuplant un type d'habitat de surface donnée, la totalité d'un écosystème, d'une région biogéographique ou encore de la biosphère tout entière. La prise en compte des divers niveaux de complexité structurale et fonctionnelle des systèmes écologiques auxquels se manifeste la diversité du vivant a conduit à des définitions plus générales de la biodiversité.

Parmi un grand nombre des définitions qui ont été proposées, nous citerons les suivantes :

« La diversité biologique se rapporte à la variété et à la variabilité parmi les diverses formes de vie et dans les complexes écologiques dans lesquels elles se rencontrent ».

« La diversité biologique englobe l'ensemble des espèces de plantes, d'animaux et de micro-organismes ainsi que les écosystèmes et les processus écologiques dont ils font partie, c'est un terme général qui désigne le degré de variété de la nature incluant à la fois le nombre et la fréquence des écosystèmes, des espèces et des gènes dans un ensemble donné ».

« La variété structurale et fonctionnelle des diverses formes de vie qui peuplent la biosphère aux niveaux d'organisation et de complexité croissant : génétique, population, espèce, communauté, écosystèmes ».

« La diversité c'est l'ensemble et les interactions hiérarchiques des niveaux d'organisations écologiques, taxonomiques et génétiques à différents niveaux d'intégration ».

En générale lecture de ces définitions montre que le terme de biodiversité indique une composition d'entités biologiques d'importance et de complexité variable et croissante.

I.2. Les niveaux de la biodiversité

Les niveaux de la biodiversité en réalité sont résumés dans une échelle formée par une série de niveaux de complexité croissante depuis le plus simple, celui de la variabilité génétique existant entre individus issus d'une même femelle jusqu'à l'infinie complexité constituée par l'assemblage des innombrables communautés qui peuplent la biosphère prise dans sa globalité.

D'après Ramade (2002) il existe quatre niveaux de complexité croissante dans le concept de biodiversité :

I.2.1. Le niveau élémentaire : celui de l'*individu* isole il traduit la diversité morphologique et physiologique (diversité phénotypique) des organismes à laquelle est associée la plupart du temps une variabilité génétique ou génotypique, chaque individu possède un patrimoine génétique qui lui est propre dans la quasi-totalité des cas (à l'exception des vrais jumeaux vrais et les descendants d'un même organisme chez les espèces à multiplication asexuée). La même chose pour *la population*, chaque population possède une particularité génétique qui la distingue des autres populations de la même espèce.

Exemple : l'abeille *Apis mellifera* c'est une abeille domestique largement répandue dans l'Europe, de la Turquie et de toute l'Afrique non désertique. Chez cet insecte existe 4 lignées divisées en 26 sous espèces sont réparties dans des régions déterminées (Fig.1). A la fonte des glaces ces populations se sont à nouveau dispersées et elles peuvent aujourd'hui se rencontrer dans diverses régions. La race *Apis mellifera mellifera* est présente dans une grande partie d'Europe, du bassin méditerranéen et du proche Orient. Les apiculteurs cherchent et importent les variétés locales les plus performantes pour la production de miel. Par cette action on peut rencontrer une diminution de la diversité des abeilles et en plus les espèces des plantes qui dépendent d'une race d'abeille pour leur pollinisation pourraient disparaître.

I.2.2. Le niveau ultérieur : celui de l'*espèce* (diversité spécifique), est d'importance majeure. En réalité c'est une référence fondamentale utilisée dans toutes les actions de conservation de la biodiversité. Plus que la détermination du nombre d'espèce d'un groupe systématique donné dans un écosystème donné est essentielle en écologie appliquée à la protection de la nature et de ses ressources.

I.2.3. le niveau supérieur : celui de l'*écosystème* (diversité écosystémique) ce dernier présente des particularités qui lui sont propres. En réalité, il ne s'articule pas

seulement sur le nombre d'espèces qu'il abrite mais aussi sur les propriétés découlant de l'assemblage des espèces qui constituent sa communauté prise en tant que telle.

I.2.4. le niveau le plus élevé : Celui des *biomes* propres à la biosphère prise dans son ensemble (diversité biosphérique).il est distingué au sommet de l'échelle de la biodiversité.



Figure 1 : L'abeille domestique a de nombreuses sous espèces dont chacune est localisé et adapté à une région déterminée : M, lignée ouest méditerranéenne ; C, lignée nord méditerranéenne ; A lignée africaine ; O, lignée orientale

I.3. Rôles et services de la biodiversité :

I.3.1 Rôle dans le fonctionnement des écosystèmes

La diversité joue un rôle très important dans le fonctionnement de l'écosystème et la mode d'assemblage entre les organismes au sein des écosystèmes (Fig. 2). Cette figure nous montre que le fonctionnement des écosystèmes naturels est affecté par l'action de l'homme soit directement ou indirectement qui perturbé les facteurs environnementaux qui la détermine. Comme par exemple, l'homme influence sur

l'environnement par les changements climatiques, la pollution ou les changements physiques des habitats, l'introduction de nouvelles espèces ou le prélèvement sélectif de certaines espèces. D'une manière générale l'homme est toujours bénéficiaire de ce fonctionnement.

Le terme *fonctionnement* est utilisé par les écologues pour référer aux propriétés et/ou processus biotiques et abiotiques à l'intérieur des écosystèmes, comme par exemple le recyclage ou la production de biomasse. Ils utilisent le terme *services* pour représenter tous les bénéfices que les populations humaines obtiennent des écosystèmes, tels que la production de nourriture, le contrôle biologique, la pollinisation, etc.

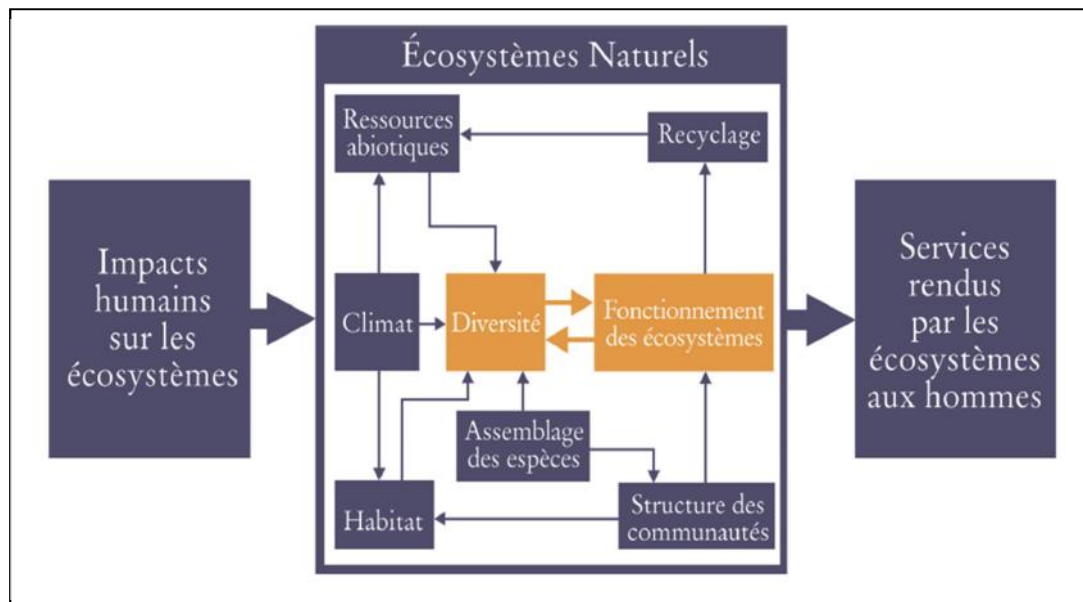


Figure 2: Fonctionnement des écosystèmes et interaction avec les sociétés humaines (Gravel et al., 2009).

- **La relation entre la diversité et le fonctionnement**

Il y a trois mécanismes différents peuvent engendrer des relations positives entre la diversité et le fonctionnement des écosystèmes :

- 1) *L'effet d'échantillonnage* : il s'articule principalement sur le côté "statistique" et considère que les regroupements riches en espèces sont plus productifs simplement parce qu'ils ont plus de chances d'abriter une espèce très productive.
- 2) *La complémentarité des niches* : C'est une complémentarité des traits écologiques présents au sein de la communauté. C'est à dire avec l'augmentation de la diversité augmente le nombre de fonctions réalisées par les espèces (ou niches écologiques utilisées) à l'intérieur de l'écosystème.

3) *la facilitation* : définie comme une interaction positive entre deux espèces, a été moins étudiée, mais est de plus en plus reconnue comme un facteur important pouvant expliquer une relation positive entre diversité et fonctionnement.

Dans la figure suivante des exemples expliquent les relations entre la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes

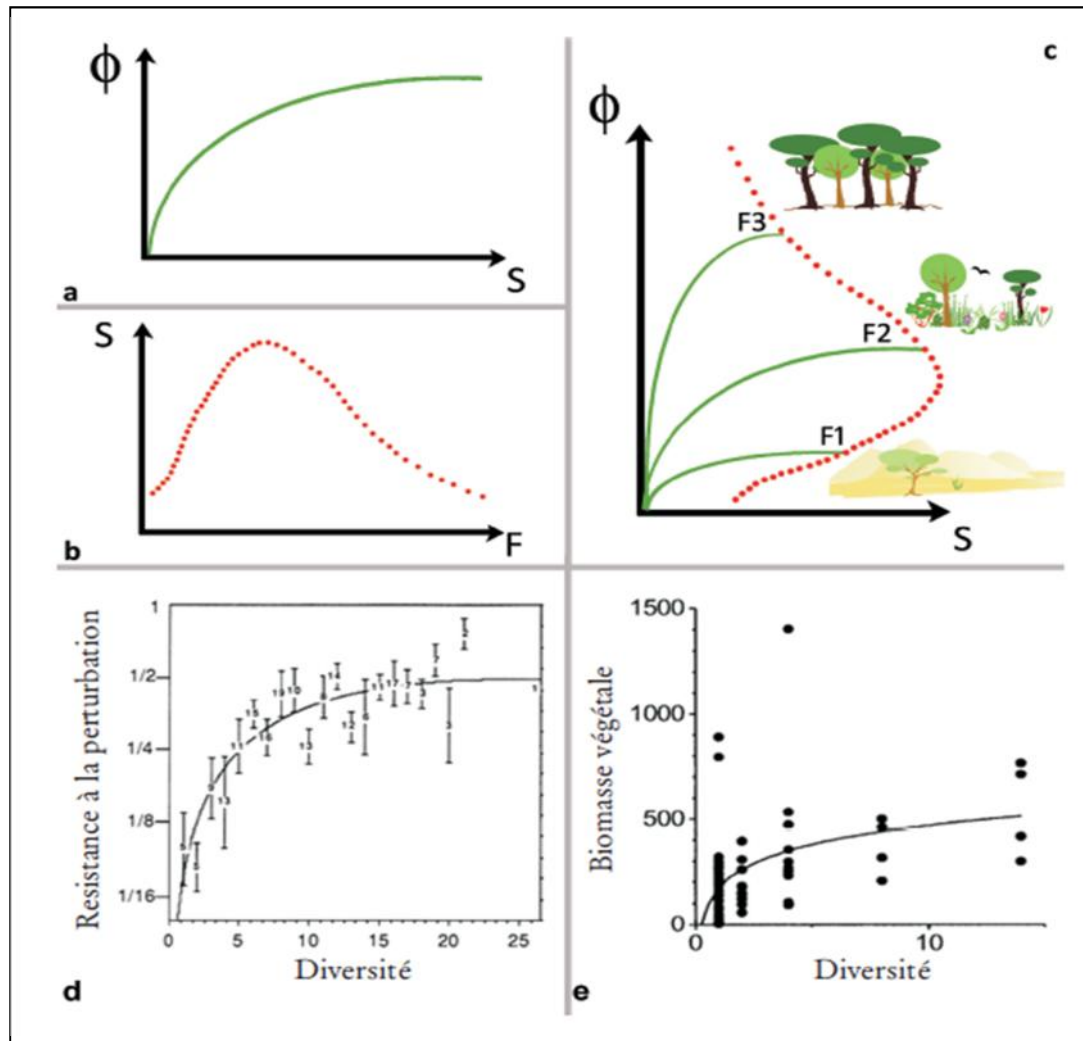


Figure 3: Relation entre la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes (Gravel *et al.*, 2009).

a) nous montre que la productivité des écosystèmes croît en fonction de la diversité S : plus de ressources sont utilisées (complémentarité de niche) et on a plus de chance d'y trouver une espèce très productive (effet de sélection); **b)** nous montre que la relation entre la diversité spécifique S et la fertilité F prend la forme d'une cloche, avec une diversité maximale à une fertilité intermédiaire; **c)** c'est une combinaison entre **a)** et **b)** qui explique la relation entre productivité et diversité S ; **d)** résultats empiriques démontrant une relation positive entre la diversité et la stabilité de la

production de biomasse après une perturbation. Ces résultats proviennent d'une expérience où l'on compare la résistance à une perturbation (sécheresse) de parcelles présentant différents niveaux de diversité; e) résultats empiriques démontrant une relation positive entre la diversité et la productivité. Les résultats proviennent de l'expérience Biodepth (pour le site du Portugal) qui a manipulé expérimentalement la diversité des plantes dans des prairies situées sur plusieurs sites dans toute l'Europe. Ces résultats vérifient la relation croissante diversité-fonctionnement prédite en a) à partir de modèles théoriques.

I.3.2. Les services écosystémiques de la biodiversité :

Les services écosystémiques de la biodiversité sont les bénéfices que les hommes tirent des écosystèmes. Ils sont résumés en quatre catégories :

✓ **Les services support** : sont ceux qui sont essentielles pour la production de tous les autres services de l'écosystème. Ils sont différents par rapport aux autres catégories de services, ils influencent sur l'humanité d'une façon indirecte ou apparaissent sur des longues périodes de temps. En conséquence, certains services, comme le contrôle de l'érosion, peuvent être caractérisés aussi bien comme « support » ou « de régulation » en fonction de l'échelle de temps des effets de ses changements sur les êtres humains. Par exemple, les services de formation de sol de l'écosystème c'est un service du support n'est pas utilisé directement par les êtres humains, même si des changements dans ce service affecteraient indirectement sur leurs ressources alimentaires.

Des exemples de services support sont la production primaire, la production d'oxygène atmosphérique, la formation et la rétention du sol, les cycles bio-géochimiques, le circuit de l'eau, et l'offre de habitat.

✓ **Les services d'approvisionnement** : Ils permettent aux êtres humains d'obtenir des biens commercialisables, par l'exploitation des écosystèmes tels que :

la nourriture, les fibres : Cette catégorie inclut une large catégorie de produits alimentaires fournis par les plantes, animaux, bactéries, ainsi que des matériaux tels que le bois, le chanvre, la soie...etc

- *le combustible* : Inclut les matériaux qui servent de sources d'énergie tel que : Bois énergie, tourbe, le fumieretc

- *les ressources génétiques* : incluent les gènes et l'information génétique utilisée pour l'élevage des animaux, la culture des plantes et la biotechnologie.

- *les substances chimiques* : comme les médicaments, les biocides, les additifs alimentaires tels que les alginates, et matériaux biologiques sont dérivés des écosystèmes.

- *les plantes médicinales* : tels que Thapsia (*Thapsia garganica L.*), Harmel (*Peganum harmala L.*), Armoise blanche (*Artemisia herba alba L.*) et Genévrier (*Juniperus phoenicea L.*)

- *les ressources ornementales* : tels que les peaux et les coquillages, les fleurs sont utilisées comme ornements,

✓ **Les services de régulation** : sont des bénéfices obtenus de la régulation des processus des écosystèmes, tels que :

- *le maintien de la qualité de l'air* : ils apportent et extraient des produits chimiques de l'atmosphère qui influencent ainsi la qualité de l'air.

- *la régulation du climat* : les écosystèmes capables influencent sur le climat à échelle locale qu'à échelle globale. Par exemple, à échelle locale, des changements dans l'occupation du sol peuvent influencer aussi bien les températures et le régime des précipitations. A échelle globale, les écosystèmes peuvent jouer un rôle important dans le climat, par la réduction d'émission des gaz à effet de serre.

- *la régulation des maladies et d'animaux nuisibles*: la diversité en espèces d'un milieu permet une bonne résistance et une capacité d'adaptation aux perturbations de l'environnement, ainsi qu'un contrôle de certaines espèces (puçerons, mouches, chenilles...) par leurs prédateurs naturels (coccinelles, araignées...) dans les écosystèmes agricoles. Par exemple, dans le cas du complexe plante cultivée -insectes herbivores (ennemis des cultures) –insectes auxiliaires (prédateurs, parasitoïdes,...), il a été montré que le pourcentage de terre non cultivée dans les paysages est corrélé négativement aux dégâts dus à l'herbivorie et positivement à la mortalité des larves d'herbivores par parasitisme (Fig.4).

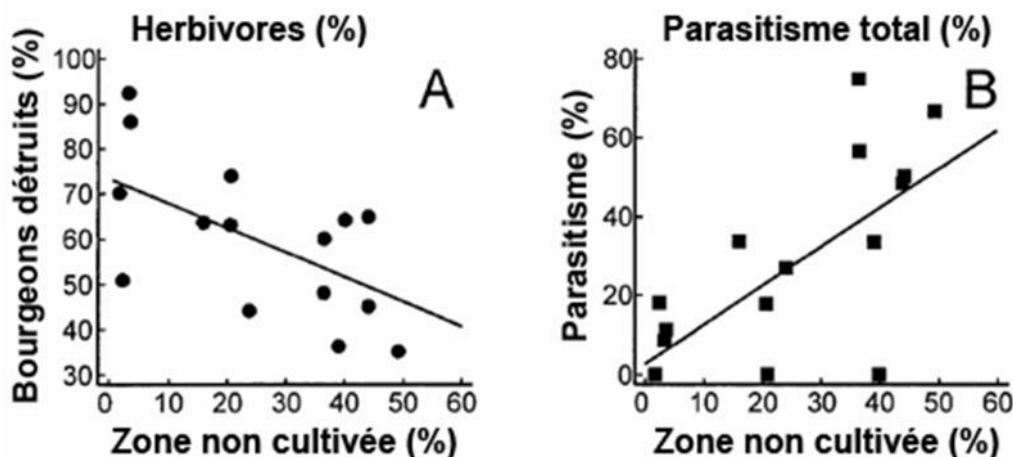


Figure 4 : corrélation du pourcentage de terre cultivée avec herbivore et parasitisme (Thies *et al.*, Oikos, 2003).

- la protection contre les tempêtes et contre les inondations – par exemple, la présence des écosystèmes forestiers peut diminuer l'intensité des vents et/ou des eaux

✓ **Les services culturels et sociaux** – ils incluent toutes les bénéfices non-matériels obtenus par les hommes à partir des écosystèmes à travers l'enrichissement spirituel, le développement cognitif, la réflexion, la création, les expériences esthétiques tels que:

- l'offre d'emploi : qui résulte généralement de la gestion, la restauration et la protection des écosystèmes

- les valeurs éducatives : la diversité des écosystèmes et leurs composantes fournissent une base pour l'éducation dans beaucoup de sociétés.

- les valeurs « patrimoniales » : beaucoup de sociétés apprécient le maintien de paysages historiquement importants (« paysages culturels ») ou d'espèces ayant une signification culturelle.

I.3.3. La valeur économique de la biodiversité

Des chercheurs ont récemment tenté de quantifier, en monnaie, la valeur économique de la biodiversité et des services écologiques rendus à l'humanité. Le montant varie de 203 milliards de dollars/an pour son rôle de refuge et de ressources génétiques à 19000 milliards de dollars/an pour son rôle dans les cycles des nutriments, l'épuration et la dépollution naturelle. Selon eux, ce sont 33 266 milliards de dollars par an qui nous sont gracieusement fournis par la biodiversité. Ainsi, ce que nous apportent les écosystèmes pour faire fonctionner l'environnement dont nous

dépendons, est, en terme monétaire, quasi deux fois plus important que le Produit national brut (PNB) mondial, de 18 000 milliards de dollars/an.

Cas de la pollinisation : Les insectes pollinisateurs rendent aux humains d'immenses services vitaux et économiques. La production de 84% des espèces végétales cultivées en Europe dépend directement de la pollinisation par les insectes. à l'échelle du globe, des études estiment que le service « pollinisation » offert par le monde animal à l'agriculture vaudrait environ 153 milliards d'euros par an.

Par exemple Dans l'Hindu Kush (Himalaya), des abeilles avaient été acclimatées aux hautes altitudes. Or, une trop forte utilisation des pesticides les a fait disparaître. Les habitants doivent désormais polliniser les arbres des vergers à la main pour assurer une production de fruits (Il faut une vingtaine de personnes pour polliniser fleur après fleur une centaine de pommiers).

I.4. Evaluation de la biodiversité (évaluation quantitative et qualitative)

I.4.1. Evaluation de la biodiversité globale

Actuellement nous n'avons qu'une idée extrêmement approximative au plan quantitatif de la biodiversité à l'échelle globale, c'est-à-dire du nombre total d'espèces qui peuplent la biosphère. Ceci est dû au plusieurs causes expliquent les difficultés à estimer avec précision ce nombre.

- Les biologistes qui évaluent la biodiversité ont donc dû adopter une position pragmatique qui peut présenter une certaine dose d'arbitraire par exemple : chez les oiseaux à l'échelle mondiale, on pourrait dénombrer de 8500 jusqu'à 30 000 unités systématiques, mais actuellement selon les critères adoptés pour faire la coupure (espèce/sous-espèces, le nombre d'espèces) les ornithologues étant estime 9 600 espèces. La même chose pour les plantes : ainsi chez les *Asteracees* du genre *Taraxacum* (les « pissenlits »), on peut dénombrer par exemple en Grande- Bretagne de 4 à 132 espèces selon les principes des coupures taxonomiques adoptes.
- une autre difficulté, celle des synonymies, un même taxon ayant parfois été décrit sous plusieurs noms différents par des systématiciens qui l'avaient découvert indépendamment !
- Enfin, jusqu'à aujourd'hui il existe un nombre considérable d'espèces inconnues de la science. Cela est valable pour la biodiversité de certains écosystèmes terrestres et océaniques

En raison de ces diverses causes d'incertitude, le nombre d'espèces vivantes connues est actuellement estimé supérieur à 2 millions. Sur ce total, les règnes les plus primitifs représentent de l'ordre de 79 000 espèces : 9 000 Procaryotes (virus et bactéries classés dans le règne des *Monera*), 70 000 champignons (règne des *Fungi*) et 40 000 Protistes (règne des *Protoctista*), les algues et les autres végétaux inférieurs comptent 40 000 espèces connues. Les plantes supérieures (Cryptogames vasculaires et Phanérogames) qui représentent avec les précédents le règne des *Plantae*, malgré leur rôle écologique majeur dans la biosphère, ne comptent que 270 000 espèces ! Tout le reste, soit au moins environ 1,25 million d'espèces, appartient au règne des animaux (*Animalia*) (Fig.5).

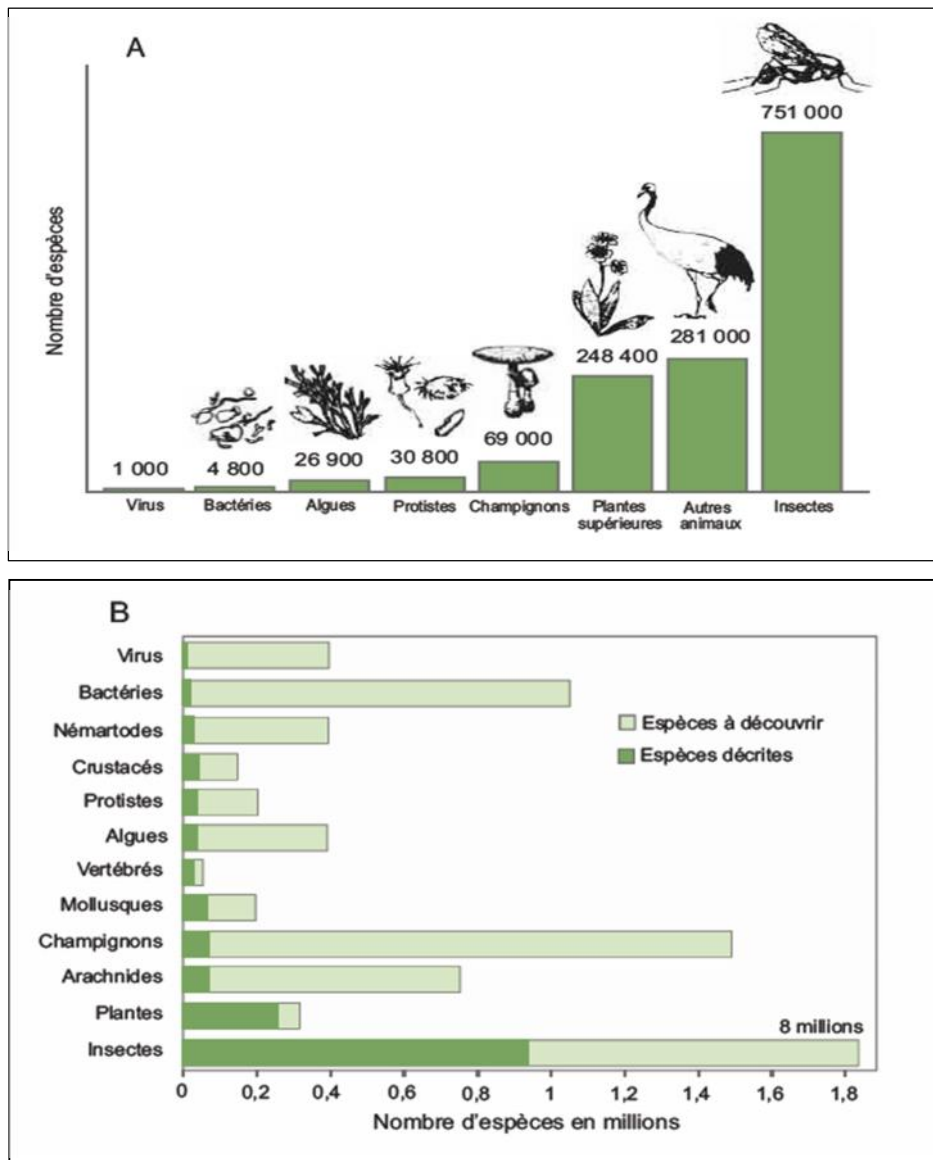


Figure 5: Répartition de la biodiversité connue de la science à l'heure actuelle (A) et Présomptive (B) en fonction des grands phyla (Ramade, 2002).

Parmi les méthodes utilisées pour l'évaluation de la biodiversité globale nous citons :

- *L'estimation faite par Raven* il est basée sur l'existence une excellente corrélation entre la diversité spécifique des plantes et celle des animaux ou le nombre moyen de 10 à 20 espèces d'insectes inféodées à chaque espèce de plante supérieure, on arriverait à une valeur comprise entre 2,7 et 5,4 millions pour le nombre total d'espèces vivantes peuplant les écosystèmes continentaux.
- *La méthode Erwin* réalisée dans les forêts pluvieuses, elle consiste à estimer le nombre d'espèces réellement existantes dans ces forêts par traitement d'un arbre à l'aide d'un insecticide foudroyant puis en récoltant les individus tombés au sol sur des bâches et en établissant la relation entre le nombre d'espèces nouvelles découvertes et le nombre d'échantillons collectés. Erwin avait ainsi estimé, en prenant en considération le fait qu'il existe 50 000 espèces d'arbres connues dans les forêts tropicales, à 8 150 000 espèces de coléoptères dont l'habitat est la frondaison de ces écosystèmes. Par cette méthode Erwin était arrivé à 30 millions d'espèces propres aux forêts tropicales.

I.4.2. Evaluation de la diversité génique : il y a plusieurs approches utilisées pour évaluer la diversité génique. En fait la moyenne d'hétérozygotie et la probabilité de deux allèles prélevés au hasard sont génétiquement différentes.

cette méthode est utilisée comme mesure globale. Un certain nombre de différents indices peuvent être appliqués à la mesure de la distance de la fréquence allélique.

✓ **Les traits phénotypiques :** c'est une autre méthode de mesure de la diversité génétique. Elle permet de vérifier si les individus partagent les mêmes traits de phénotype. Cette méthode se concentre sur la mesure de variance de certains traits et évite l'examen de la structure allélique fondamentale. En général, elle implique les caractères mesurables morphologiques et physiologiques d'un individu.

✓ **L'ordonnance d'ADN ou bien l'information d'ordre d'ADN :** elle résulte par l'utilisation d'une réaction en chaîne de polymérisations. Une cellule est exigée pour obtenir les données ordonnées d'ordre d'ADN. On remarque que les espèces étroitement liées partagent jusqu'à 95% de leurs ordres d'ADN, c'est-à-dire ils représentent une faible diversité dans leur information génétique globale.

I.4.3. Evaluation la diversité spécifique

Elle représente la méthode de mesure la plus utilisée par les biologistes et les gestionnaires des milieux naturels. La mesure de la diversité spécifique consiste à

déterminé la *richesse spécifique*, l'*abondance*, la *densité relative* de chaque espèce (la régularité ou l'*evenness*), leur degré de rareté, la superficie de l'habitat, le degré de naturalitéetc.

✓ **L'abondance** ou le nombre d'individus d'une population est un paramètre essentiel qui conditionne très largement la reproduction de l'espèce et sa capacité de dissémination vers l'extérieur. Il mérite donc d'être pris en compte dans l'évaluation de la biodiversité des sites, ceux qui hébergent des populations assez importantes pour rester viables à long terme ayant une grande valeur pour la conservation des espèces

✓ **La richesse et la diversité spécifique**

Par définition ; la richesse (**S**) est le nombre d'espèces contractées au moins une seule fois au terme de N relevés effectués. L'adéquation de ce paramètre à la richesse réelle est bien entendu d'autant meilleure que le nombre de relevés est plus grand.

✓ **La densité relative de chaque espèce ou la régularité (Evenness)** : elle est utilisée pour comparer différentes communautés ou écosystèmes.

Selon Van Kooten (1998), trois aspects interviennent dans la mesure de la biodiversité spécifique : l'échelle, la composition et le point de vue.

A. L'échelle

Elle est souvent basée sur des échantillons. Elle est utile, mais elle est sujette facilement à la polarisation c'est-à-dire l'attribution du qualificatif ancestral ou du qualificatif dérivé à un caractère du taxon. Généralement, il y a beaucoup d'incertitude concernant le nombre d'espèces. Whittaker (1960 et 1972), considère que la mesure de cette diversité est divisée en 3 échelles principales :

❖ **Diversité** : C'est le nombre d'espèces en employant seulement leur présence (et pas leur abondance) dans une aire donnée. Ou bien c'est la richesse en espèces au sein d'un écosystème local. Une forte diversité-a résulte d'une accumulation d'espèces par habitat et d'une grande spécialisation des espèces (chaque espèce utilise peu d'habitat). "packing" (Fig.6).

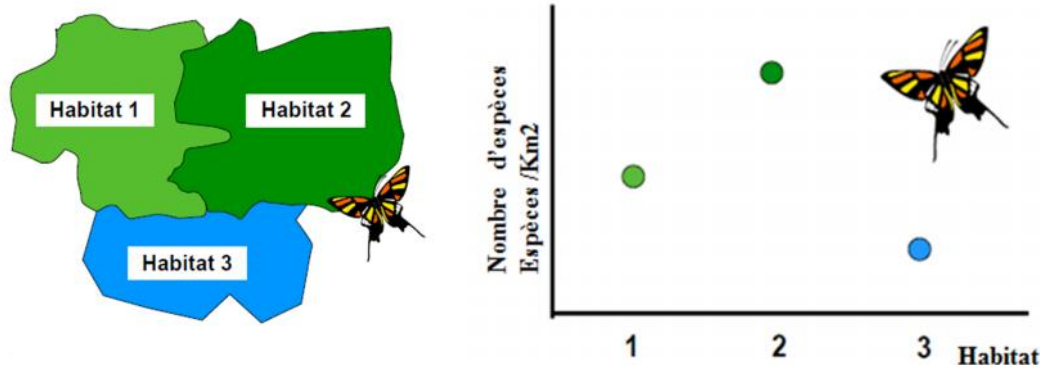


Figure 6 : la diversité pour les papillons dans différents habitats

Les indices de mesure les plus utilisés pour quantifier la diversité sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Les indices de la diversité spécifique les plus utilisés

Indice	Formule
Indice de diversité de Shannon- Weaver (1948) (Evenness) selon Ricklefs et Miller (2005) et Bornard <i>et al.</i> (2006).	$H' = - \sum (N_i / N) \log_2 (N_i / N)$ $H' = - \sum p_i (\log_2 p_i)$ $H' = - \sum p_i \ln p_i$ Pi : abondance proportionnelle ou % d'importance de l'espèce Ni : nombre d'individus de l'espèce donnée N : nombre total d'individus H' : varie entre 0 bits et 5 bits/individus
Indice d'équitabilité de Shannon (1948) selon Bornard <i>et al.</i> (2006)	$E = H' / H' \text{ max}$ H' : indice de diversité spécifique H' max : logarithme du nombre total d'espèces dans l'échantillon E : varie entre 0 à 1
Indice de diversité de Simpson (1949) selon Ricklefs et Miller (2005)	$D = 1 - (\sum p_i^2)$ $D = \sum N_i (N_i - 1) / N (N - 1)$ D : varie de 0 à 1-1/S S : nombre d'espèces
Indice d'équitabilité de Simpson (1949) selon Ricklefs et Miller (2005)	$E = (\sum p_i^2)$
Indice de diversité de Margalef (1958) selon Ricklefs et Miller (2005)	$D = (S - 1) / \ln (N)$

Exemple : dans cette exemple on a un habitat A composé de 11 espèces et chaque espèce présente une abondance bien déterminé, comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Exemple de calcul de la diversité spécifique alfa

Espèce	Abondance	Abondance pi	Log (pi)	Pi* log (pi)	Pi ²
1	521	0,521	-0,65	-0,33	0,27
2	324	0,324	-1,12	-0,36	0,10
3	46	0,046	-3,07	-0,14	0,00
4	36	0,036	-3,32	-0,11	0,00
5	26	0,026	-3,64	-0,09	0,00
6	25	0,025	-3,68	-0,09	0,00
7	9	0,009	-4,74	-0,04	0,00
8	6	0,006	-5,11	-0,03	0,00
9	4	0,004	-5,52	-0,02	0,00
10	2	0,002	-6,21	-0,01	0,00
11	1	0,001	-6,90	0,00	0,00

S = 11

N = 1000

H' = 1,22

-Indice d'équitabilité de Shannon : $E = H' / H'_{\max} = H' / \log_2 S = 1,22 / 2,39 = 0,51$

-Indice de diversité de simpson : $D = 1 - (\sum pi^2) = 0,62$

Diversité Max = $1 - 1/S = 0,91$

-Indice de diversité de Marglef : $D = (S - 1) / \ln(N) = 1,44$

❖ **Diversité** : Elle reflète les modifications de la diversité lorsque l'on passe d'un écosystème à un autre dans un site. C'est le taux de remplacement des espèces dans un gradient topographique, climatique, ou d'habitat dans une zone géographique donnée. Ou bien c'est l'hétérogénéité au sein d'un écosystème.

Il existe deux coefficients de mesure de similarité comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Les coefficients de mesure de similarité

Coefficient	Formule	Mesure
Jaccard	$CJ = j / (a+b-j)$ a: richesse en premier site b: richesse en deuxième site j : espèces communes aux deux	Le changement entre 2 sites le long d'un gradient dans la même région géographique. Un indice plus grand indique moins de similarité dans la composition des espèces entre les différents habitats
Sorensen	$CS = 2j / (a + b)$	

Exemple: dans cet exemple on a deux zones et chaque zone formé par trois habitats, comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Distribution des espèces dans 2 sites et chaque site comprenant 3 habitats

Zone	1				2			
Habitat	A	B	C	D	A	B	C	D
A	100	50	10	5	120	48	19	37
B	50	160	25	15	48	90	32	22
C	10	25	80	29	19	32	65	17
D	5	15	29	65	37	22	17	45

- Coefficient de Jaccard

Habitat	AB	AC	AD	BC	BD	CD
Zone 1	0.24	0.06	0.03	0.12	0.07	0.25
Zone 2	0.30	0.11	0.29	0.49	0.19	0.18

Plus de similarité dans la zone 2 alors plus de diversité dans la zone 1.

- Coefficient de Sorensen

Habitat	AB	AC	AD	BC	BD	CD
Zone 1	0.38	0.11	0.06	0.21	0.13	0.4
Zone 2	0.46	0.21	0.45	0.41	0.32	0.31

Plus de similarité dans la zone 2 alors plus de diversité dans la zone 1.

❖ **Diversité** : Elle est souvent employée pour évaluer la présence et l'abondance globale d'espèces dans une grande région ou au niveau d'un paysage. Elle correspond

à la richesse en espèces au niveau régional ou encore c'est l'hétérogénéité au plan géographique.

Exemple : Une biologiste de la conservation est chargée de quantifier la biodiversité des amphibiens et des reptiles dans deux zones contiguës (A et B). Elle échantillonne le long d'un transect qui parcourt les deux zones en entier. Le long de ce transect, à tous les 500 m, elle note le type d'habitat et identifie les espèces présentes dans une zone de 100 m². Elle obtient les résultats qui sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Distribution des espèces dans 2 zones

Zone	Position (km)	Habitat	Espèces présentes
A	0	Marais	1, 2, 3, 4, 5
A	0.5	Forêt	6, 7
A	1	Forêt	4, 6, 7, 8
A	1.5	Forêt	6, 7, 8
A	2	Marais	1, 2, 8, 9, 10
A	2.5	Marais	1, 2, 8, 9, 10, 11
A	3	Forêt	6, 7, 8, 9
A	3.5	Marais	8, 9
A	4	Forêt	4, 5, 6, 7
A	4.5	Forêt	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
B	5	Marais	3, 4, 5
B	5.5	Forêt	6, 7, 8, 9
B	6	Forêt	6, 7, 8, 9
B	6.5	Marais	1, 4, 5, 6
B	7	Marais	10, 11, 12
B	7.5	Marais	10, 11, 12, 13
B	8	Forêt	6, 7, 8, 9
B	8.5	Forêt	6, 7, 8, 9
B	9	Forêt	6, 7, 8
B	9.5	Marais	1, 2, 4, 6, 8, 11, 12, 13