

Chapitre I – Historique et niveaux de la biodiversité

1. Historique

- Thomas Lovejoy en 1980: *biological diversity*
- Walter G. Rosen en 1985: *biodiversity*
- Depuis 1986, le terme et le concept sont très utilisés parmi les biologistes, les écologues, les écologistes, les dirigeants et les citoyens. Prise de conscience de l'extinction d'espèces au cours des dernières décennies du XX^e siècle.
- Le 5 juin 1992, le sommet planétaire de Rio de Janeiro a marqué l'entrée en force sur la scène internationale de préoccupations et de convoitises vis-à-vis de la diversité du monde vivant. La diversité biologique a été définie comme :
« la 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 sur la diversité biologique*, 1992.

2. Définitions

- Biodiversité, contraction de « *diversité biologique* », expression désignant la variété et la diversité du monde vivant. Dans son sens le plus large, ce mot est quasi synonyme de « vie sur terre ».
- ‘‘L’ensemble de toutes les espèces vivantes d’un territoire donné : animaux, plantes et microorganismes prenant en considération leur variabilité génétique et la multiplicité des communautés et des écosystèmes dans lesquelles elles cohabitent’’.
- La biodiversité reflète le nombre, la variété et la diversité des organismes vivants aussi bien sur terre, dans le sol que dans l'eau. Elle comprend tous les organismes, depuis les bactéries microscopiques jusqu'aux animaux et aux plantes plus complexes.

Le terme désigne à la fois la diversité au sein des espèces [diversité génétique], entre les espèces [diversité d'espèces] et entre les écosystèmes [diversité d'écosystèmes].

3. Niveaux et types de la biodiversité

- La biodiversité est habituellement subdivisée en trois niveaux :
 - La diversité génétique (diversité α): Elle 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).

- La diversité spécifique (diversité β) : la variabilité entre les espèces [diversité d'espèces] ou d'une communauté.
- La diversité écosystémique (diversité γ) : qui correspond à la diversité des écosystèmes présents sur Terre, des interactions des populations naturelles (biocénoses) et de leurs environnements physiques (biotopes).

- Le gène est l'unité fondamentale de la sélection naturelle, donc de l'évolution. On estime que la seule biodiversité « *utile* » est la diversité génétique. Cependant, en pratique, quand on étudie la biodiversité sur le terrain, l'espèce est l'unité la plus accessible.

- On subdivise aussi la biodiversité selon sa nature :

- La biodiversité sauvage : biodiversité naturelle
- La biodiversité domestique : biodiversité gérée par l'homme

A ces deux catégories s'ajoute la biodiversité commensale de l'homme, c'est à dire les espèces qui s'adaptent aux milieux créés par l'homme (le rat et le cafard en ville par exemple).

- On subdivise également la biodiversité selon sa répartition géographique :

- La diversité biogéographique : rend compte des variations géographiques des flores et des faunes sous les effets du fonctionnement des écosystèmes et ceux de l'histoire géologique et biologique de la planète (régions biogéographiques, écozones).

(Ecozones, Empires, régions biogéographiques, district, écocomplexes = écosystèmes).

- La diversité écologique qui désigne la variété des structures écologiques qui composent les différents écosystèmes (terrestres, aquatiques, forestière,...).

4. Facteurs favorisant ou diminuant la biodiversité

- Facteurs favorisant :

1. les phénomènes de recombinaison génétique, les mutations génétiques
2. les sélections naturelles diversifiantes
3. L'évolution des espèces

- Facteurs diminuant :

1. La dérive génique (extinction d'espèces)
2. L'endogamie
3. Les améliorations génétiques, les clonages et les monocultures (Goulots d'étranglement des populations)
4. L'introduction de nouvelles espèces

(1970, 85 % maïs États-Unis helminthosporiose, 1980, 90 % tabac Cuba mildiou)
(batardisation de la nature)

Chapitre II – Fonctions, valeurs et méthodes d'évaluation de la biodiversité

1. Services fournis par la biodiversité

- Rôles socio-économiques (usages directs)

La biodiversité fournit plusieurs matières premières : eau, sol, fibres pour habillement, bois (énergie pour le chauffage), matériaux de construction, papeterie et tous les types d'aliments (cultures vivrières, bétail, poissons...).

L'industrie pharmaceutique et cosmétique est l'une des premières bénéficiaires de la biodiversité (principes actifs des médicaments mis au point à partir de molécules naturelles, Bioprospection)

C'est également un moyen de récréation et d'écotourisme (thérapie écologique).

- Rôles scientifiques

La biodiversité renferme des indices permettant de comprendre le développement de la vie, le fonctionnement et le rôle de chaque espèce dans le maintien des écosystèmes.

La disponibilité de matériel génétique unique pour chaque espèce vivante peut avoir des valeurs inestimables dans la recherche médicale et génétique.

C'est également un moyen d'éducation et de sensibilisation (laboratoire à ciel ouvert).

(extinction du Holocène)

- Rôles écologiques

La biodiversité est le moteur de la résilience écologique car c'est une ressource naturelle auto-entretenu. Elle fournit tout l'oxygène respiré, contribue à l'épuration de l'eau et de l'air, participe dans le cycle de l'eau et des grands cycles biogéochimiques et à la régulation climatique (stabilisation et modération, diminutions des crues, sécheresses).

Les écosystèmes fournissent également des supports de production dans les agroécosystèmes (fertilité du sol, des sédiments, fonctions des prédateurs, décomposition et recyclage des déchets organiques et de la nécromasse, pollinisation, cultures mixtes, agrosylvopastorales, intercalaires,...).

Comme une espèce avec une grande diversité génétique, un écosystème avec une grande biodiversité a de plus fortes chances d'adaptation dans le cas de changement environnemental.

- Rôles culturels et religieux

La biodiversité, patrimoine naturel vital pour chaque peuple et pays, est fortement liée aux besoins culturels et religieux (Identité et patrimoine culturels, création artistique, croyances, coutumes,...).

(sites, paysages)

La biodiversité est aussi devenue un miroir de nos relations avec les autres espèces vivantes, une vue éthique avec des droits, des devoirs, et une nécessité éducative.

(Biocentrée deep ecology morale kantienne doués de raison, Ecocentrée holiste, Anthropocentrée maître protecteur)

2. Méthodes d'évaluation de la biodiversité :

a. Pourquoi évaluer la biodiversité ?

- Comprendre la structure, le fonctionnement et l'évolution des écosystèmes (capacité biologique et productivité)
- Suivre l'impact des changements naturels et anthropiques sur la diversité biologique
- Développer le matériel génétique pour la conservation, la reproduction et l'amélioration génétique des espèces
- Pour éclairer le choix des critères et indicateurs pour la recherche et pour la conservation
- Estimer les valeurs d'usages directs et indirects (valeurs pour les non-usages ou valeur d'existence) : **Valeur pour quand ?** Pour aujourd'hui ? Pour demain ? --> Valeurs d'option et de quasioption (IUCN, 1980) = Durabilité
- Fixer des secteurs prioritaires (politiques publiques) pour la conservation de la diversité biologique, sur des bases socio-économiques, éthiques, religieuses, culturelles, esthétiques, de recherche scientifique,... (gestion intégrée) : **Valeur pour qui ?** Pour un individu ou un groupe d'individus ? Lesquels ? - Pour les générations futures ? Valeur de legs - Pour l'ensemble des êtres vivants ? Valeur d'existence

b. Comment évaluer la biodiversité ?

(i) **Evaluation écologique (scientifique)** : Consiste à connaître la valeur d'existence (intrinsèque, usage indirect, non usage, non utilitaire, écologique) ; valeur de la biodiversité en elle-même et pour elle-même. Elle porte sur :

- L'évaluation de la variation de l'abondance et de la rareté des espèces au cours des différents stades de leur vie (indices de diversité) et de définir leur statut bio-écologique dans les biocénoses (Biologie, Physiologie, Ecophysiologie, Biochimie, Ethologie,...) (bioindicateurs).

Indices de diversité

- ✓ Richesse spécifique : Richesse total S, Richesse moyenne S_m
- ✓ Indices de diversité : Indice de Fisher (α): $S = \alpha \log(1 + N/\alpha)$, Indice de Shannon : $H = - \sum P_i \log_2 P_i$ où : $P_i = n_i / N$ (n_i = abondance de l'espèce i, N = Effectif total du peuplement)
- ✓ Evaluation (groupe fonctionnel et groupe d'espèces) : On appelle "groupe fonctionnel" un ensemble de populations d'espèces différentes, phylogénétiquement apparentées ou non,

qui, dans un écosystème, accomplissent une même fonction. Le nombre efficace d'espèces tient compte du rôle fonctionnel d'une espèce dans la biodiversité : de l'abondance relative d'une espèce et de son rôle dans l'écosystème. Selon sa place fonctionnelle dans l'ensemble, on peut envisager, pour chaque espèce, un niveau seuil en deçà duquel la santé de l'écosystème peut être perturbée.

- Evaluation de la variation dans le temps : changements saisonniers (court terme) et changements pluriannuels (long terme) et dans l'espace : Echelles géographiques différentes (habitat ou parcelle, écosystème, régionale, nationale, mondiale)
- Elaboration de bases de données et de modèles biologiques prévisionnels.

(ii) Evaluation économique (monétaire) : consiste à donner des estimations budgétaires pour la valeur instrumentale (utilitaire ou d'usage) : perçue comme un moyen pour arriver à une fin.

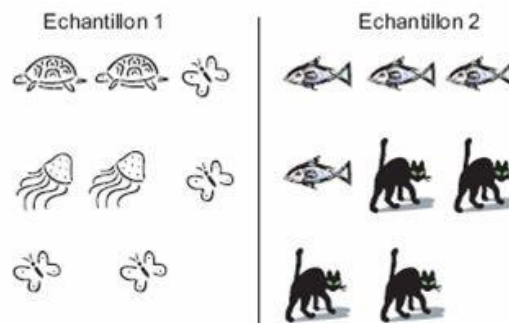
Valeurs directes de la biodiversité:

- Eau et alimentation
- Fabrications de produits alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques (Agro-alimentaire, industrie et médecine)
- Nouveaux produits des biotechnologies et de nouveaux marchés créés
- Récréation et écotourisme
- Outils de recherche scientifiques

Comment donner un prix aux valeurs indirectes de la biodiversité ?

Qu'est ce que cela nous apprend ?

Problème : (Exemple d'ensembles d'espèces à usage et d'espèces naturelles : socio-économie et écologie)



- Les économistes cherchent à mettre au point des règles de décision, incluant des critères biologiques, écologiques, économiques, ..., pour guider les choix des décideurs dans un contexte de ressources budgétaires limitées.

- Il s'agit de cerner les différents types de valeur que peut revêtir la biodiversité, puis de définir des méthodes susceptibles de mesurer cette biodiversité (démarche pas toujours suivie puisque l'évaluation est faite par des naturalistes et non des économistes). D'une façon générale, ce qui est évalué dans ces études sont les ressources et non la fonction écologique que la biodiversité assure.

Actuellement, les études sectorielles menées concernent principalement:

- les produits de l'extractivisme
 - les plantes pharmaceutiques
 - l'écotourisme
 - le prix à payer pour les services rendus à l'humanité par les écosystèmes de la planète
- Le concept de services des écosystèmes essaye d'évaluer quantitativement la valeur économique à l'échelle de l'humanité pour toutes les fonctions que l'environnement naturel accomplit.

Estimation économique des services rendus par les écosystèmes

	<u>Valeur</u> (10 ⁹ \$/an)
Composition atmosphère	1341
Régulation du climat	684
Régulation des perturbations	1779
Fourniture et régulation de l'eau	2807
Formation des sols et contrôle de l'érosion	629
Cycle des nutriments et épuration	19352
Pollinisation et contrôle biologique	534
Rôle refuge et ressources génétiques	203
Valeur récréative et culturelle	3830
Production d'aliments et de matériaux	2107
TOTAL	33266
(Fourchette entre 16000 et 54000)	
Soit 2 X le PNB Mondial (18000)	

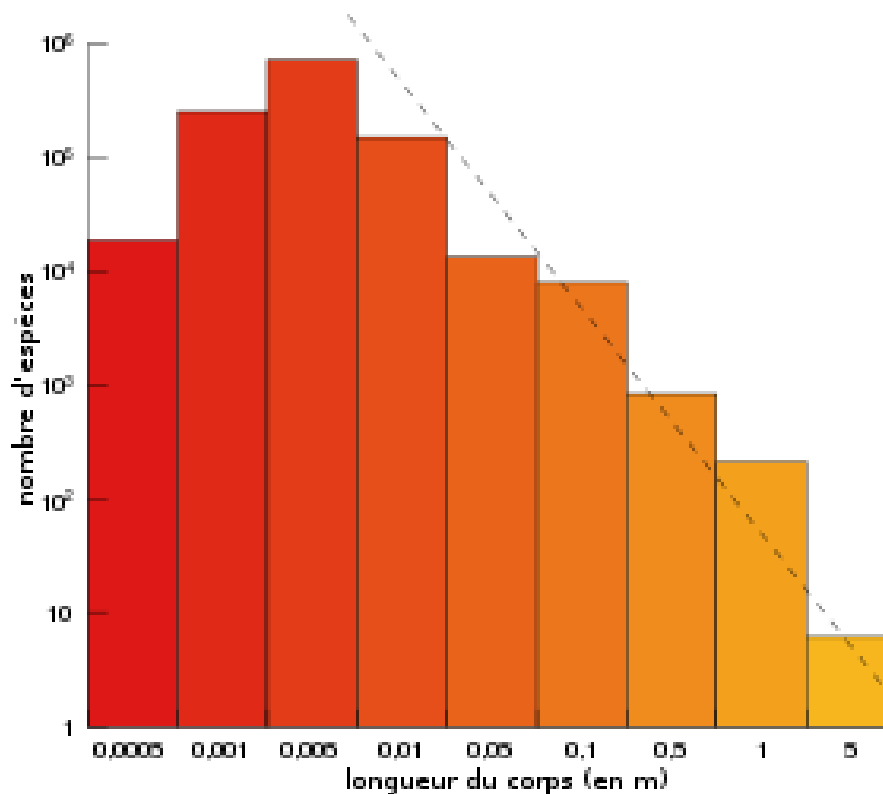
Costanza & al., 1997, *Nature* 387

Chapitre III – Erosion de la biodiversité: Causes de dégradation et de perte, mesures de conservation et de protection.

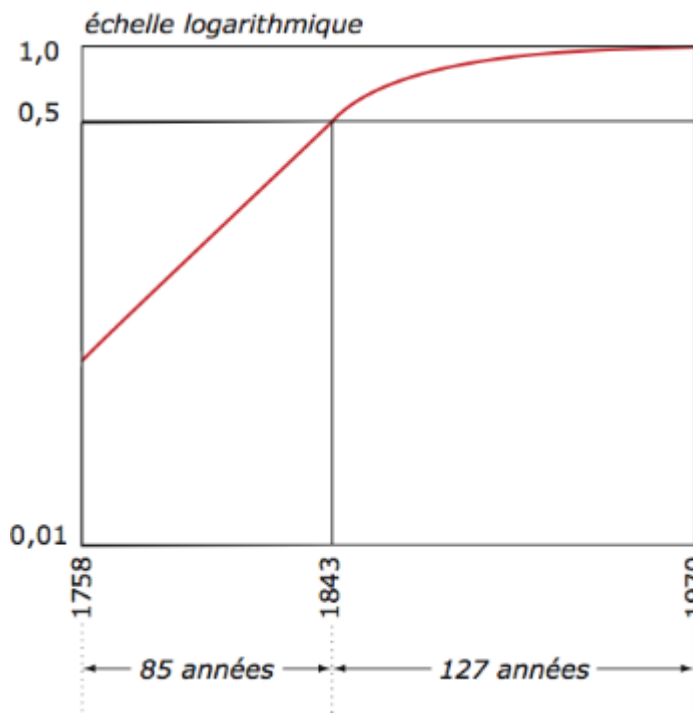
1. État de la biodiversité dans le monde

a. Connaissances actuelles des organismes vivants

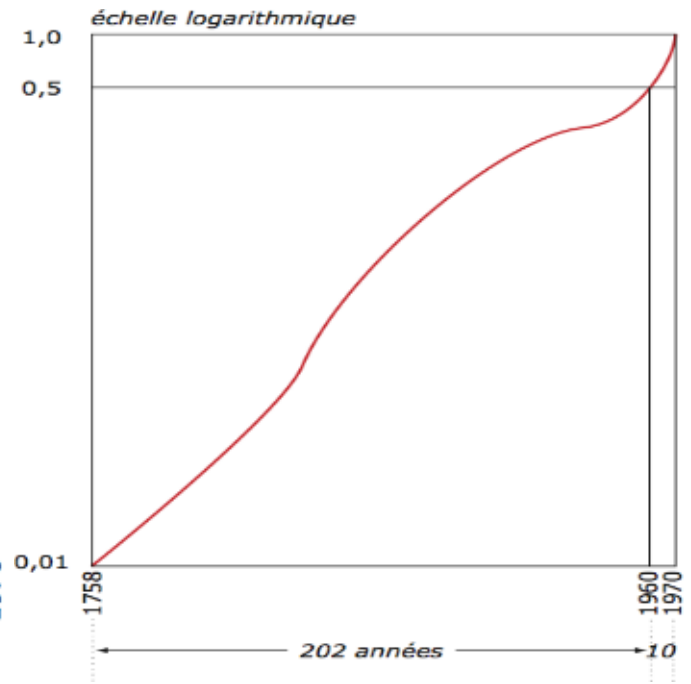
Estimation du nombre d'espèces des principaux groupes taxinomiques (d'après World Conservation Monitoring Centre WCMC, 1992).			
Groupe	Espèces déjà décrites	Espèces à décrire	
		estimation la plus haute	estimation probable
<u>Virus</u>	5 000	500 000	500 000
<u>Bactéries</u>	4 000	3 000 000	400 000
<u>Champignons</u>	70 000	1 500 000	1 000 000
<u>Protozoaires</u>	40 000	100 000	200 000
<u>Végétaux</u>	250 000	500 000	300 000
<u>Vertébrés</u>	45 000	50 000	50 000
<u>Nématodes</u>	15 000	1 000 000	500 000
<u>Mollusques</u>	70 000	180 000	200 000
<u>Crustacés</u>	40 000	150 000	150 000
<u>Arachnides</u>	75 000	1 000 000	750 000
<u>Insectes</u>	950 000	100 000 000	8 000 000



Relation entre le nombre d'espèces et la taille des organismes



Rythme des découvertes d'espèces d'oiseaux



Rythme des découvertes d'espèces d'arachnides et de mollusques

L'évaluation des écosystèmes pour le millénaire, après la conférence de Rio:

- Déclin encore accru de 2005 à 2008 selon le rapport de mi-étape d'une étude consacrée à l'économie des écosystèmes et de la biodiversité
- Au rythme du début des années 2000, 11 % seulement des espaces naturels existant en 2000 auront disparu avant 2.050 et près de 40 % des sols actuellement exploités extensivement converties à l'agriculture intensive.
- La surpêche, la pollution, les maladies, les espèces invasives et le blanchissement des coraux pourraient causer la disparition de 60 % des récifs coralliens d'ici 2030.
- Une perte annuelle de bien-être due à la disparition de services écosystémiques pouvant atteindre 6 % du PIB mondial d'ici 2050.

b. Exemples de pays ou hot-spots riches en biodiversité

- Le Brésil (représentant d'un cinquième de la biodiversité mondiale, avec 50 000 espèces de plantes, 5 000 vertébrés, 10 à 15 millions d'insectes et des millions de micro-organismes).
- L'Inde représenterait 8% des espèces connues, avec 47 000 espèces de plantes et 81 000 d'espèces animales.
- Java, Bornéo et Sumatra abritent aussi une très grande biodiversité, mais la déforestation s'y poursuit.

2. Erosion de la biodiversité

- La majorité des écologistes et biologistes estiment qu'une extinction massive est en cours.
- Chaque année, entre 17.000 et 100.000 espèces disparaissent de notre planète
- Un cinquième de toutes les espèces vivantes pourrait disparaître en 2030
- Les espèces actuellement pêchées (poissons et crustacés) pourraient quasiment toutes disparaître en 2048 (29% des espèces pêchées sont déjà sur le point de disparaître)
- La fragmentation écologique de l'Environnement nocturne est en progression constante et rapide depuis les années 1950. La disparition des espèces nocturnes est encore peu explorée.

3. L'enjeu

Faire en sorte que la biodiversité continue de fournir les biens et services nécessaires au développement humain. Une gestion améliorée des éléments constitutifs de la diversité biologique dépend de l'adoption de méthodes de développement durable qui tiennent compte des questions de gouvernance, de pauvreté et d'égalité.

4. Causes dégradation

- Phénomènes et cycles naturels (oscillation El Niño et autres bouleversements climatiques, dioxyde de carbone, réchauffement de la planète, appauvrissement de la couche d'ozone, effet de serre, perturbation des écosystèmes, sécheresse,...) Changements globaux
- Exploitation intensive (chasse, braconnage et cueillette, industrialisation, engrais, désherbants et pesticides, uniformisation des cultures, périmètres irrigués,...) *1 à 3 espèces / heure*) Pauvreté et inégalité , Utilisation et gestion non durables
- Transformation et destruction des habitats (Morcellement du paysage et fragmentation des écosystèmes, déforestations massives, constructions diverses, Pollutions,...) *1 mètre carré / seconde*, Changement démographique Modes de consommation
- Refoulement par des espèces envahissantes (espèces introduites, domestication et commerce des espèces) Gouvernement inefficace ou société non solidaire, Politiques publiques et marchés

4. Mesures de protection

- Inventaires et ordonnances de protection (réserves naturelles, parcs,...): Connaissance, valorisation et conservation (principe de précaution: conservation in situ et ex situ; observatoires de la biodiversité)
- Études d'impact et plans de gestion (gestion intégrée)

- Aménagement du territoire et plans d'actions
- Durabilité (exploitation mesurée et durable des ressources naturelles)
- Associations et organisations (gouvernementales et non gouvernementales)
- Education à l'environnement
- Contexte institutionnel et instruments politiques et de marché
- Lois internationales de protection (Listes rouges), lois sur la protection de la biodiversité, de la nature et du paysage (Convention de Berne, Convention de Rio de Janeiro, Convention de Washington, Convention de Barcelone, CITES, UICN, ...)