

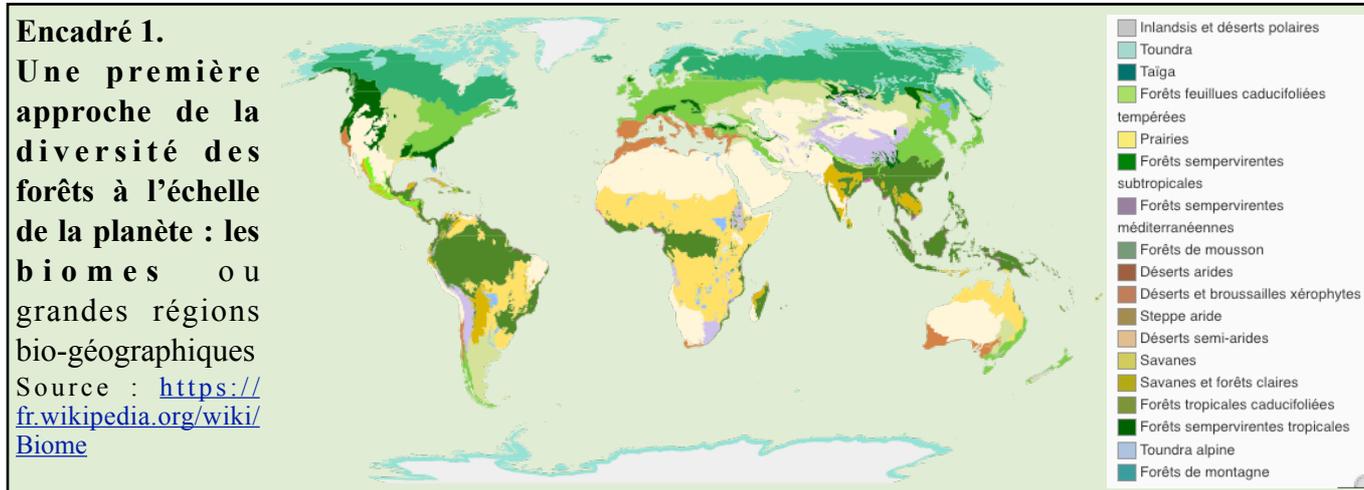
La biodiversité en forêt : quelles définitions et quels enjeux ?

Déjà, à l'époque d'Aristote, les hommes tentaient de répertorier les plantes et les animaux. Aujourd'hui, malgré les efforts consentis, ce travail de titan est loin d'être achevé. Mais la biodiversité ne se limite pas au catalogue des seules espèces : elle englobe la variété de la vie à toutes les échelles (du local au global, du court au long terme) à tous les niveaux (génétique, spécifique, écosystémique), sous tous les angles (du structurel au fonctionnel, de l'artificiel au naturel) ; elle se trouve ainsi à la base d'enjeux essentiels, non seulement pour les espèces végétales, animales, et fongiques, mais surtout pour les sociétés humaines à travers les services écosystémiques qu'elle procure. Quelles sont les définitions et les caractéristiques particulières de la biodiversité en forêt ? Pourquoi la biodiversité est-elle importante, et pour qui ?

Qu'est-ce que la biodiversité ?

Le terme 'biodiversité', apparu sous la plume de quelques chercheurs à la fin des années 1980, a connu depuis lors une brillante carrière médiatique et politique. Le concept paraît simple mais n'en demeure pas moins mal compris du grand public. Il est vrai que le domaine de recherche qu'il recouvre est encore, pour les scientifiques, une fabuleuse *terra incognita*. Selon la Convention sur la diversité biologique adoptée à Rio en 1992, la biodiversité désigne 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 des espèces et entre les espèces ainsi que celle des écosystèmes. Elle a une dimension temporelle (évolution) et spatiale (distribution géographique). La diversité biologique forestière s'étend du gène aux communautés (fig 1).

- la diversité écosystémique : nombre et abondance des habitats, et des communautés (fig.1).
- la diversité interspécifique : diversité des espèces rencontrées dans une zone déterminée d'une région, (où une espèce est un groupe d'organismes qui peuvent se croiser ou dont les membres partagent les mêmes traits) (fig.1 et 2).
- la diversité génétique au sein de l'espèce se décompose entre une diversité inter-populations et une diversité intra-population (fig.3). C'est cette diversité qui permet aux espèces d'évoluer progressivement et de survivre en s'adaptant à des environnements changeants.



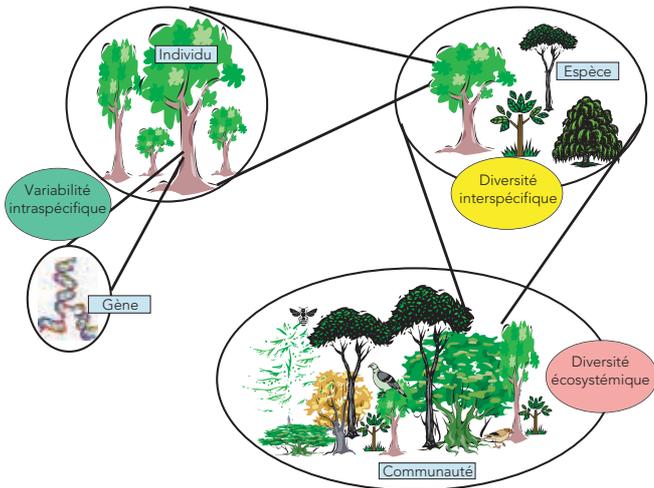


Figure 1 (ci-dessus) *Les différents niveaux de la diversité biologique : des gènes aux communautés* - Source : Musch et Valadon, 2005

Figure 2. (ci-dessus) *Forêt dense amazonienne au Pérou : noter la grande diversité des espèces arborées* - Source : Mongabay.com

On s'est dans un premier temps intéressé à une biodiversité dite « **remarquable** » par la rareté ou la typicité de ses éléments, au niveau des populations, espèces, communautés et des écosystèmes. C'est celle que scientifiques et gestionnaires se sont efforcés de préserver grâce à des instruments appropriés (aires, espèces ou populations protégées, textes internationaux, nationaux ou régionaux, voir fiche 5.09). À cette biodiversité remarquable, on ajoute aujourd'hui une biodiversité dite **ordinaire** qui retient de plus en plus l'attention. Cette distinction est apparue du fait de la prise de conscience de l'enjeu crucial de la sauvegarde de «toute» la biodiversité. La biodiversité ordinaire, c'est «celle de tous les jours, celle qui n'est pas nécessairement protégée» (Grenelle de l'environnement, 2007) ; c'est la biodiversité «banale», celle des agrosystèmes, des forêts et des zones urbanisées. Ainsi, les aires protégées sont comme des îlots de biodiversité remarquable entourés de biodiversité ordinaire.

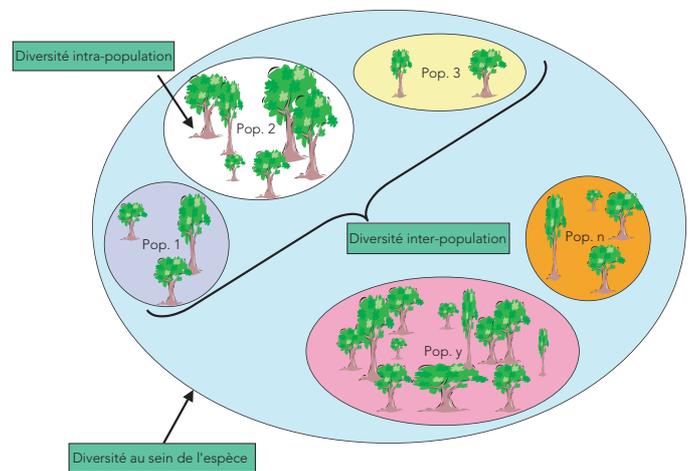


Figure 3. (ci-dessus) *Les différents niveaux de diversité observables pour une même espèce* - Source : Musch et Valadon, 2005

Au niveau de l'écosystème, on peut décrire la biodiversité en termes de **composition** (nombre et identité des espèces), **structure** (relative abondance et organisation spatiale) et **fonctionnement** (relations entre espèces) ; ces trois composantes déterminent la dynamique et le rôle de la biodiversité (fig. 4).

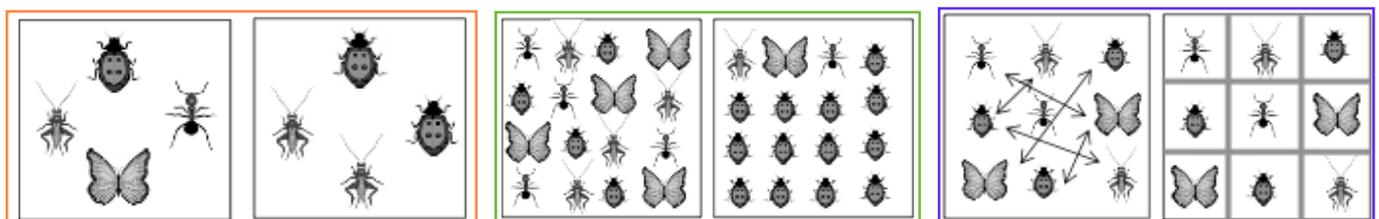


Figure 4. *Illustrations des différentes composantes de la biodiversité ; à gauche composition, au centre : structure, et à droite fonctionnement ; dans chaque cas, le carré de gauche présente une biodiversité plus importante que celui de droite* - Source : H. Daniel, 2008

Quelles sont les caractéristiques de la biodiversité forestière ?

Les forêts présentent quelques **particularités** en matière de diversité biologique. À l'échelle du globe, ce sont les **écosystèmes qui accueillent la plus grande proportion de la biodiversité terrestre** (entre 50% et 75%). Cela est dû à trois caractéristiques majeures: 1) l'étendue spatiale des forêts (peu fragmentées) qui offrent des ressources importantes aux espèces et leur permettent de se disperser à moindre risque d'un habitat à l'autre, 2) la longévité des forêts à la fois en termes d'ancienneté (grande stabilité temporelle) et de maturité (les arbres sont des espèces longévives) permettant donc

France métropolitaine	Nombre d'espèces connues	Nombre d'espèces strictement forestières	Nombre d'espèces présentes en forêt occasionnellement ou en saison	Total : nombre d'espèces fréquentes en forêt
Mammifères	121	38 (31%)	35 (29%)	73 (60%)
Oiseaux nicheurs - autres	375 285 90	?	65 (23%)	120 (42%)
Reptiles	40	0	11 (27%)	11 (27%)
Amphibiens	40	3 (7%)	10 (25%)	13 (32%)
Plantes vasculaires	6067	estimé 485 (8%)		estimé 3880 (64%)

l'étendue spatiale des forêts (peu fragmentées) qui offrent des ressources importantes aux espèces et leur permettent de se disperser à moindre risque d'un habitat à l'autre, 2) la longévité des forêts à la fois en termes d'ancienneté (grande stabilité temporelle) et de maturité (les arbres sont des espèces longévives) permettant donc

Tableau 1. La forêt française, réservoir de biodiversité. C'est le cas pour les mammifères et les oiseaux nicheurs. Une forte proportion de bryophytes, champignons et lichens sont strictement forestiers, mais les chiffres précis manquent pour ces groupes - Source : Gosselin M. et F. 2008)

aux espèces de s'installer durablement et 3) la stratification verticale des forêts (avec des strates herbacées, arbustives, arborées) offrant une plus grande diversité de niches écologiques. Le tableau 1 en donne un exemple pour la France métropolitaine. La diversité spécifique des écosystèmes forestiers est très contrastée selon les éco-régions. Pour les **espèces arborées**, on peut trouver jusqu'à 300 espèces d'arbres/ha en forêt tropicale humide, alors qu'en forêt boréale, le climat sévère a limité drastiquement ce nombre. En zone tempérée, le nombre d'essences en Europe est nettement plus faible qu'en Amérique du Nord. Sur ce continent, les espèces ont pu migrer vers le sud avant de reprendre leur conquête vers le Nord (les massifs montagneux étant grossièrement disposés nord-sud), alors qu'en Europe, des barrières naturelles (Pyrénées, Alpes, Méditerranée) peu franchissables ont contribué à l'extinction de nombre d'entre elles.



Figure 5. (ci-contre) Exemple de variabilité génétique entre individus (clones) : sensibilité à la maladie foliaire de la rouille du peuplier - Source : J. Pinon

Par rapport à d'autres organismes vivants, les arbres présentent une forte **variabilité génétique naturelle entre populations** (provenances) ; les espèces forestières peuvent couvrir en effet des aires naturelles très vastes aux conditions écologiques différentes. Cette variabilité génétique est encore plus importante **au sein des populations**. On peut l'appréhender à travers le **phénotype** qui s'observe et se mesure. Des exemples de variabilité de deux caractères, la sensibilité à une maladie et la croissance en hauteur, révélée dans des tests comparatifs, respectivement de clones de peuplier et de provenances d'épicéa de Sitka sont donnés en fig. 5 et 6.

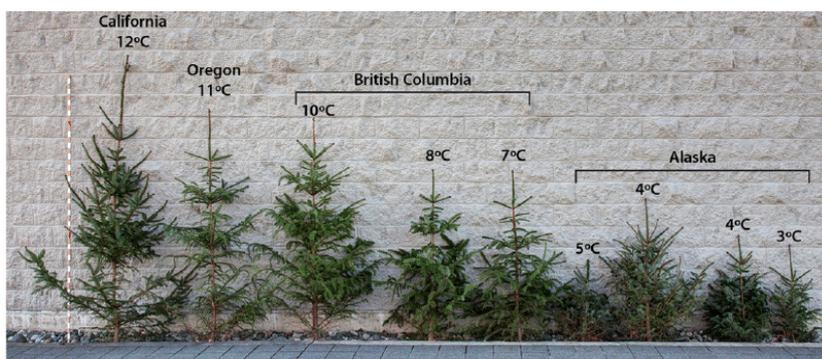


Figure 6. Exemple de variabilité génétique entre populations (provenances) d'épicéa de Sitka échantillonnées du Sud au Nord de l'aire naturelle pour la hauteur à 8 ans. Ces arbres sont issus d'un test comparatif de provenances réalisé à Vancouver (Canada). Chaque arbre a été sélectionné au voisinage de la moyenne de la population à laquelle il appartient. L'origine géographique des populations et la température moyenne qui y règne sont mentionnées. La croissance en hauteur montre un gradient quasi parfait du sud au nord selon la température moyenne et la latitude. La croissance de la population issue de l'île de Kodiak (4e à partir de la droite) est plus faible que prévu, du fait probable d'un niveau élevé de consanguinité. Source : Mimura et Aitken, 2007

On sait aussi aujourd'hui analyser très finement le **génome** des arbres avec les outils moléculaires et descendre **au niveau de l'information génétique élémentaire, celle du gène**. La **diversité génétique** est appréciée à l'aide de **marqueurs moléculaires** (fragments d'ADN), à différentes échelles : intra-individu, entre les individus, entre les populations et entre espèces. Les espèces forestières se caractérisent par une **forte diversité** entre les individus, à l'intérieur d'une population, et intra-individu. Ainsi, leur **taux d'hétérozygotie** est beaucoup plus élevé que chez les autres organismes vivants : il est de 0,265 pour le chêne sessile, mais seulement de 0,060 chez l'Homme. Ce niveau élevé de diversité est dû au fort brassage génétique au moment de la reproduction. *NB : Le taux d'hétérozygotie mesure la diversité des deux allèles d'un gène (les allèles sont différentes versions d'un même gène ; ils occupent le même emplacement sur le chromosome). Il est généralement admis qu'un niveau élevé de diversité génétique individuelle peut être lié à une meilleure adaptabilité à des milieux différents.*

La diversité biologique n'est pas qu'un assemblage d'éléments allant du gène aux écosystèmes. Elle soutient des processus et des interactions complexes au sein des écosystèmes, qui participent à leur fonctionnement : on parle ainsi du **rôle fonctionnel de la biodiversité**. C'est le «bon fonctionnement» des écosystèmes qui leur permet de fournir l'ensemble de biens et services à la nature comme à la société. On distingue ainsi les fonctions écologiques (processus biologiques de fonctionnement et de maintien des écosystèmes), et les services écosystémiques (bénéfices retirés par l'homme de ces processus biologiques). La fiche 2.07 décrit les aspects majeurs de cette **biodiversité fonctionnelle**.

La biodiversité forestière : quels enjeux ?

La biodiversité est donc un concept qui se situe **entre nature et société**. De son existence et de son fonctionnement dépendent à la fois la survie et le maintien des écosystèmes dans le temps et l'espace, et les biens et services procurés. Mais le terme «maintien» est trompeur. En effet la biodiversité n'est pas dans un état stable et en équilibre, plus ou moins idéal, qu'il faudrait «sanctuariser». Elle est par nature **évolutive**, en réponse aux influences externes et internes que les écosystèmes subissent : on sait aujourd'hui que l'invariance temporelle n'existe pas en écologie. Pour autant, ce n'est pas un argument pour ne rien faire ou laisser faire. *Il ne s'agit pas de vouloir maintenir « à tout prix » la biodiversité là où elle se trouve. Mais une certaine « assistance » à la biodiversité est non seulement possible en termes d'efficacité, mais nécessaire en termes éthiques. Car l'homme ne peut se dédouaner en permettant seulement à la biodiversité de pouvoir se déplacer « à ses risques et périls » sur la planète.* (Chevassus et Badré, 2015)

Il y a même urgence à déployer cette «assistance». En effet, même si la diversité de la vie en forêt est importante, son évolution n'en est pas moins aujourd'hui exposée à des risques et menaces. *«Les chiffres montrent que la forêt n'est pas épargnée par le déclin alarmant des espèces, notamment pour les oiseaux et les organismes qui dépendent du bois mort, en Europe. Nous connaissons aujourd'hui des changements rapides du climat, des pratiques sylvicoles ou encore des usages en forêt. Pour garantir les capacités d'adaptation de notre patrimoine forestier dans ce contexte nous avons tout intérêt à mieux comprendre le fonctionnement de la forêt. Considérer la forêt comme un peuplement d'arbres mais avant tout comme un écosystème, et chercher à en préserver toutes les composantes et les fonctions, c'est se donner les moyens d'une sylviculture durable, qui concilie production et protection.»* (M. Gosselin et Paillet, 2010) Au sein des écosystèmes forestiers, les interactions entre espèces sont nombreuses, et certaines sont importantes pour la gestion forestière : *«rôle des champignons mycorhiziens dans la nutrition et la croissance des arbres (fig.7), rôle des microorganismes du sol dans le recyclage de la matière organique, rôle des insectes pollinisateurs ou des animaux qui dispersent les graines pour la reproduction des essences forestières. La diversité biologique est un formidable potentiel d'adaptation aux*



Figure 7. *Laccaria laccata* : un champignon ectomycorhizien fréquent en forêt - Source WSL

changements : i) la diversité génétique permet l'adaptation des populations d'espèces forestières aux changements de leur environnement ; ii) plus la diversité d'espèces est grande, plus il y a de chances que quelques unes résistent aux perturbations et participent à la reconstitution de l'écosystème ; iii) la diversité de la banque de graines dans le sol est gage de résilience (capacité à revenir à un état de bon fonctionnement) en cas de dépérissement ou de perturbation». (M. Gosselin et Paillet, 2010)

La biodiversité forestière : comment l'évalue-t-on ?

Intégrer la biodiversité dans la gestion forestière implique que l'on puisse la caractériser, et quantifier ses évolutions, en réponse à des stratégies de gestion ou à des politiques publiques visant à limiter ses pertes, ou encore aux changements globaux, et ceci à différents niveaux d'échelle, du local (parcelle, paysage) au régional et national. En effet, pour gérer, il faut savoir mesurer. La complexité de la diversité biologique, dans ses aspects de composition, structure et fonctions permet difficilement une appréhension par des mesures simples de certains paramètres, comme par exemple la liste exhaustive de ses espèces. C'est pourquoi on utilise des **indicateurs de biodiversité**. Ce sont des outils d'évaluation indirecte de phénomènes trop difficiles ou trop coûteux à mesurer directement ou complètement. L'élaboration de ces indicateurs, leur mise en oeuvre et leur suivi, ont fait et font l'objet d'intenses débats et de propositions variées. Il s'agit au préalable d'identifier clairement les **besoins** des différents utilisateurs (gestionnaires, entreprises, naturalistes, scientifiques, citoyens) et des autres acteurs potentiels, puis de les confronter entre eux, pour ensuite préciser ces indicateurs, soit en les faisant converger, soit au contraire en les différenciant. Un petit nombre d'**indicateurs de biodiversité** sont aujourd'hui opérationnels : i) des **indicateurs structurels**, liés à des structures paysagères, biologiques, physiques et sociales ils permettent indirectement de renseigner sur l'état de la biodiversité ; ii) des **indicateurs taxonomiques**, relatifs au suivi de certains taxons plus faciles à identifier et quantifier (plantes, oiseaux, insectes, mammifères, etc.), sont utilisés en tant qu'indicateurs directs de l'état de leur propre diversité ou en tant qu'indicateurs indirects de l'état d'autres taxons.

Les indicateurs de biodiversité (critère 4) utilisés dans l'évaluation périodique nationale des indicateurs de gestion forestière durable (cf. Fiche 8.05) sont relatifs à : la diversité des essences, à la fragmentation du paysage, aux espèces forestières menacées, aux forêts protégées, à la naturalité, etc. Malgré leurs imperfections, *«les indicateurs de biodiversité offrent l'opportunité de créer des passerelles entre le monde des experts et celui des profanes, entre celui de la science et celui de la politique, en facilitant l'émergence d'un langage commun à propos de cet objet qu'est la biodiversité»* (Harold Levrel, 2007). Cela justifie la poursuite des efforts sur l'amélioration de ces indicateurs et la recherche d'une vision de plus en plus partagée des enjeux de la biodiversité.

Encadré 2. En guise de conclusion

La biodiversité, concept à bords flous, est à l'opposé du cartésianisme qui nous est plus familier. Elle est de ce fait difficile à mesurer, à modéliser, et à hiérarchiser, ce que le gestionnaire est pourtant enclin à privilégier. Mais elle permet, à l'inverse, d'engager largement nos réflexions et nos actions dans des voies nouvelles... La biodiversité, c'est un facteur de production, c'est le signe extérieur d'une bonne gestion, c'est une forme d'assurance pour l'avenir, c'est aussi la contribution à un bien public global... dont tout le monde bénéficie sans que personne puisse se l'approprier et en priver ainsi les autres. - Michel Badré, 2010

Recommandation : voir également les fiches : 2.07- 4.04 et 5.09

Ce qu'il faut retenir

- La biodiversité, c'est l'ensemble de toutes les formes de vie et des processus qui leur sont liés
- Les forêts et espaces associés sont ceux qui concentrent la diversité biologique la plus riche
- La biodiversité n'est pas un état stable idéal à préserver, mais plutôt un ensemble de processus et de fonctions dont le maintien est essentiel
- La conservation dynamique de la biodiversité est un enjeu majeur pour la gestion forestière courante comme pour les actions spécifiques en faveur des habitats et espèces à haute valeur patrimoniale
- Le suivi de la biodiversité en forêt demande une batterie d'indicateurs complexes, du fait des différences d'objectifs, d'échelle, et des besoins des acteurs