

Qu'entend-on par écosystème forestier ? Quel est son fonctionnement ?

Un écosystème forestier se caractérise par une extrême complexité liée à sa composition, à sa structure, et aux processus d'interactions qui s'y déroulent. Ces derniers sont marqués à la fois par une forte amplitude temporelle (de la seconde à plusieurs siècles, incluant également le cycle saisonnier), et spatiale (cellule, organe, arbre, peuplement, massif forestier, bassin versant, etc.). Comment définit-on un écosystème forestier ? Comment est-il organisé et structuré ? Quel est son fonctionnement et avec quels mécanismes ? Pourquoi le «bon» fonctionnement des écosystèmes forestiers est-il important pour la société ?

Qu'entend-on par écosystème forestier ?

Un écosystème est un système constitué d'un ensemble d'organismes vivants (végétaux, animaux, champignons, microorganismes) formant une *biocénose*, présents dans un même lieu et entretenant des relations entre eux et avec leur milieu physico-chimique (*biotope*) aérien et souterrain. L'apport d'énergie permettant le fonctionnement de l'écosystème provient essentiellement du soleil (énergies thermique et lumineuse). Il se produit au sein de l'écosystème des échanges et transformations sous forme de cycles de matière et d'énergie, résultant de cette énergie incidente (notamment la photosynthèse) et des interactions mentionnées ci-dessus. Dans un écosystème naturel, la matière constituant les êtres vivants est constamment recyclée par formation et décomposition. Aucun écosystème n'est totalement isolé des écosystèmes voisins : des échanges de matière, d'énergie, de populations se produisent à différents niveaux d'échelle. Dans un écosystème forestier, les arbres par leur taille et leur longévité constituent la «clé de voûte» et constituent le milieu qui va héberger tout le cortège des autres organismes vivants.

Comment les écosystèmes forestiers sont-ils organisés et structurés ?

a) une répartition géographique, reflet des facteurs du milieu

Les géographes et les forestiers ont depuis longtemps observé à différents niveaux d'échelle, une zonation des types de forêts sous l'influence des facteurs du climat, auxquels se superposent ceux du relief et de la géologie. La figure 1 présente la carte numérisée rassemblant les 64 cartes au 200 000 de la végétation réalisées depuis 1947. Les types de végétation y sont cartographiés selon les étages altitudinaux : planitiaire (de plaine), collinéen, montagnard, subalpin, et alpin.

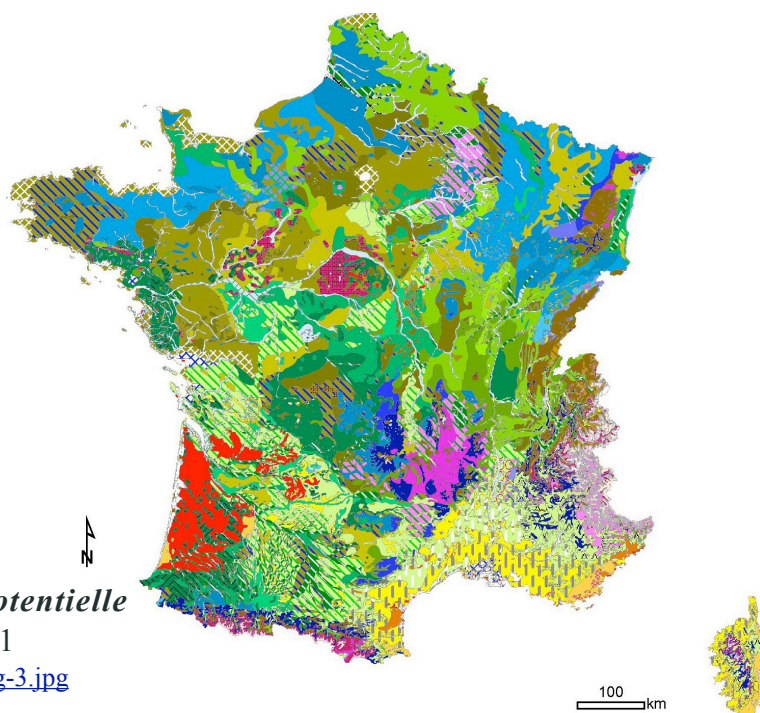


Figure 1. Carte de la végétation potentielle harmonisée de la France. Source CNRS 2011

<http://cybergeorge.revues.org/docannexe/image/24688/img-3.jpg>

b) une structuration verticale du peuplement

La simple observation d'une forêt montre clairement une stratification de bas en haut. Dans le sol et à sa surface, on peut voir les systèmes racinaires des végétaux, la litière (feuilles mortes et débris végétaux) ou encore les champignons et leur mycélium. Au-dessus du sol s'étagent : i) la strate des mousses et des champignons (quelques cm de haut) ; ii) la strate herbacée jusque vers 1 m (herbes, fougères, sous arbrisseaux et jeunes tiges) ; iii) la strate arbustive de 1 à 7 m ; iv) la strate arborée au-dessus de 7 m. Cette stratification participe au microclimat et à sa variabilité à l'intérieur du peuplement, en agissant sur la lumière, la température et l'humidité; ou encore la teneur en gaz carbonique. En forêt, on trouve aussi des conditions particulières : lisières, clairières, fourrés, feuillage dense, troncs creux, qui conviennent au développement de certaines espèces végétales et animales et favorisent la biodiversité.

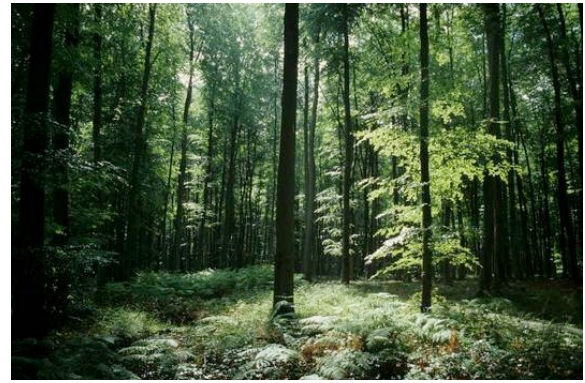
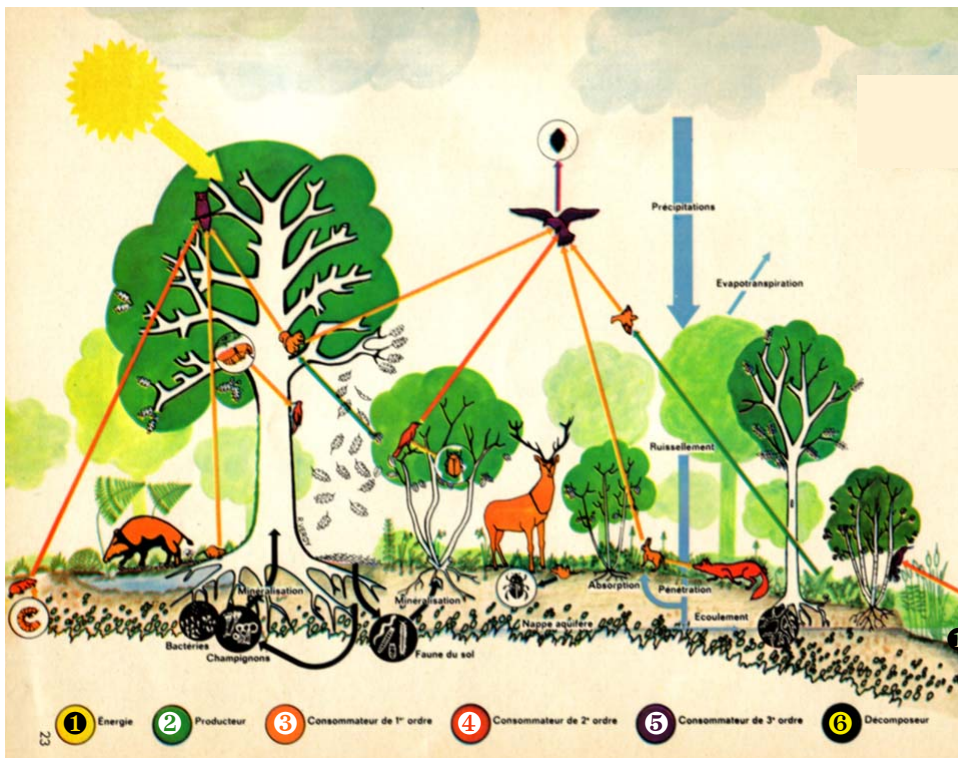


Figure 2. Sous-bois en forêt d'Eawy (Normandie) - Source : P. Lacroix/ONF

c) un ensemble de communautés végétales et animales interdépendantes organisées en réseau alimentaire

La forêt est habitée par de nombreuses communautés qui jouent un rôle indispensable dans le cycle de la vie : i) végétaux producteurs de matière, et source de nourriture, ii) animaux consommateurs de végétaux, prédateurs acteurs de l'équilibre de l'écosystème ; iii) décomposeurs qui transforment tout ce qui est mort (végétaux, animaux, champignons) en CO₂ et éléments minéraux simples assimilables par les plantes (cf fig.3). La forêt se nourrit des éléments minéraux du sol et lui restitue ainsi une partie de ses prélèvements. Les rythmes des saisons et de la journée déterminent également la vie de la faune et de la flore (chute des feuilles, diapause des insectes, hibernation, espèces diurnes ou nocturnes, etc.). L'équilibre de ce réseau alimentaire naturel peut être rompu sous l'effet de mauvaise gestion du milieu, du changement climatique, de l'apparition d'espèces invasives, etc.

Figure 3. Représentation simplifiée de l'écosystème forestier d'après P. Duvigneaud



L'énergie (1) lumineuse est le moteur de la photosynthèse des végétaux, producteurs (2) de matière. Ceux-ci sont consommés par les consommateurs de 1er ordre (3) (granivores, phytophages ou herbivores, exemple lapin), eux-mêmes consommés par les consommateurs de 2e ordre (4), les carnivores (exemple renard), à leur tour proies pour d'éventuels consommateurs de 3e ordre (5) ou super-prédateurs (ex. : le rapace consommateur d'un lézard insectivore). Enfin, on trouve les décomposeurs (6) (bactéries, champignons, faune du sol).

Comment les écosystèmes forestiers fonctionnent-ils ? Par quels processus ?

Les écosystèmes forestiers sont le théâtre d'échanges **biophysiques d'énergie** et de **matière**. Parmi les divers échanges d'énergie, on peut citer ceux qui sont le plus directement perceptibles. Ainsi, le couvert forestier absorbe le rayonnement solaire (plus que d'autres couverts végétaux, en raison du développement du feuillage) contribuant ainsi à une élévation de la température. Mais dans le même temps, l'intense évapotranspiration de l'eau puisée dans le sol absorbe de l'énergie et provoque un rafraîchissement du milieu forestier et même du climat alentour. Un autre exemple est relatif à la décomposition et à la minéralisation de la matière organique sous l'effet des microorganismes qui libère du gaz carbonique et des éléments minéraux nutritifs..

Les écosystèmes abritent des communautés d'espèces qui interagissent entre elles à travers des échanges de matière de différentes façons (fig. 4). Ces interactions peuvent être négatives comme : i) la **compétition**, par exemple concurrence pour l'eau entre les arbustes et les arbres ; ii) le **parasitisme**, par exemple développement du gui aux dépens d'un peuplier ; iii) l'**herbivorie**, par exemple consommation du feuillage par les insectes phytophages ; iv) la **prédation**, par exemple lombric avalé par une mésange. Elles peuvent être aussi positives comme : i) la **facilitation**, par exemple une plante d'une espèce va bénéficier d'une disponibilité accrue d'azote dans le sol du fait de son voisinage avec une plante d'une autre espèce fixatrice d'azote ; ii) la **symbiose**, par exemple l'association mycorhizienne champignon-arbre au bénéfice réciproque de nutrition. On peut regarder le fonctionnement de l'écosystème en s'intéressant **aux interactions entre organismes** («boîtes») : effets de la compétition/prédation, mécanismes de coexistence des espèces, etc.) et en supposant que les propriétés des écosystèmes découlent de ces interactions. Mais on doit aussi intégrer d'une façon plus globale les **flux de matière et d'énergie** dans les écosystèmes (flèches entre les «boîtes») : stockage du carbone dans les forêts, recyclage de l'azote, etc.) et considérer que ce sont aussi les caractéristiques physico-chimiques de l'environnement qui structurent les écosystèmes et régulent leur fonctionnement. Les communautés d'espèces constituent donc un «nœud de couplage» des différents cycles biogéochimiques (eau, carbone, azote, éléments minéraux ou nutriments).

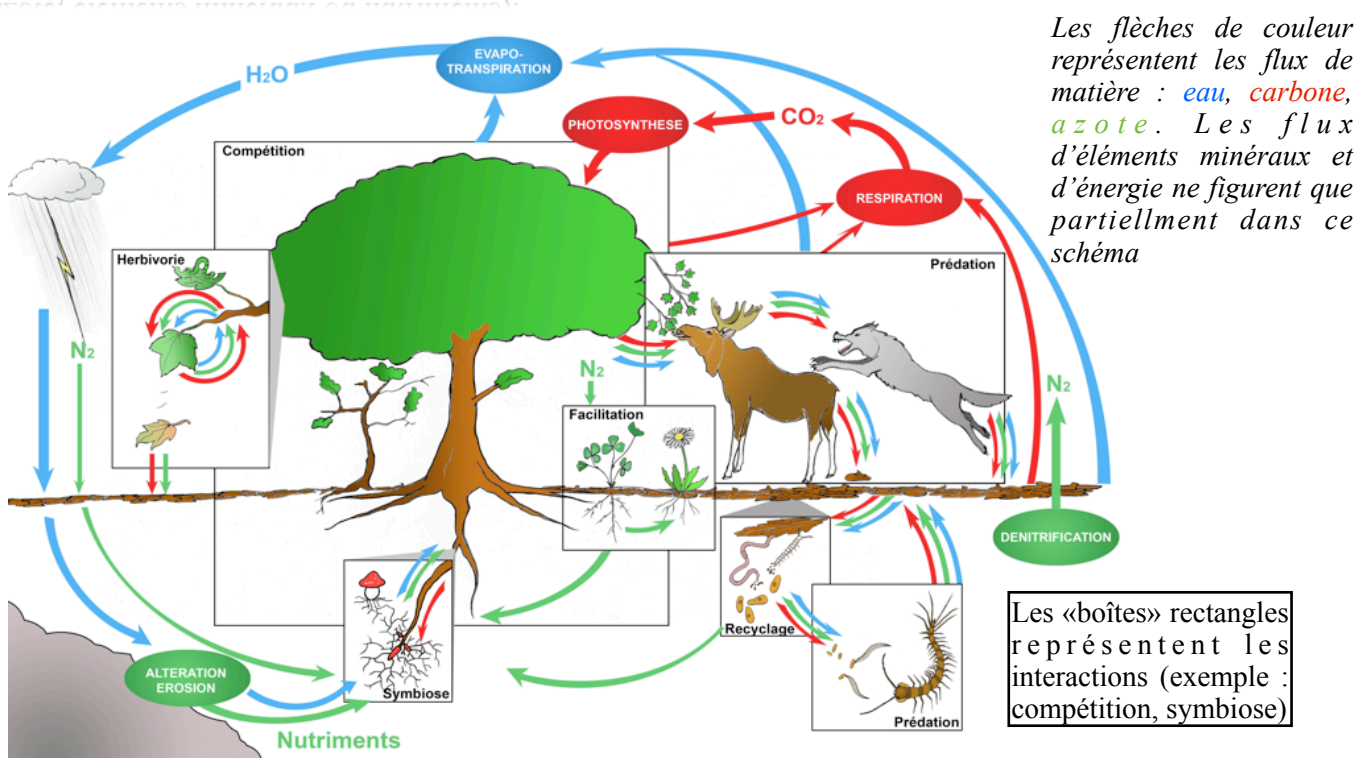


Figure 4. Représentation schématique des interactions et flux dans les écosystèmes.

Source : société française d'écologie - <https://www.sfecologie.org/regard/regards-3-mouquet/>

Certains échanges de matières suivent des cycles dont certaines parties se situent à l'échelle locale tandis que d'autres (azote, CO₂, eau) se déroulent dans un contexte géographique beaucoup plus large, voire planétaire.

L'écosystème forestier que nous appréhendons à un instant donné n'est pas figé dans sa structure. Il est l'objet au fil du temps, et souvent sur longs pas de temps, de changements importants liés à la croissance des arbres, à leur sénescence, à leur mortalité, et bien sûr, à leur renouvellement, condition d'une certaine stabilité de l'écosystème. Cet aspect dynamique des successions végétales, doit être pris en compte dans l'analyse du fonctionnement des écosystèmes forestiers. De manière connexe, un autre point important est de savoir comment la diversité biologique influence la stabilité des communautés écologiques.

Pourquoi le «bon» fonctionnement des écosystèmes forestiers est-il important pour la société ?

Le terme fonctionnement fait référence aux propriétés et/ou processus biologiques et physiques qui se déroulent au sein des écosystèmes. Ils concernent : le cycle de l'eau, la photosynthèse et la production de biomasse, le cycle du carbone et de l'azote, le cycle des éléments minéraux ou encore l'offre d'habitats et la biodiversité. C'est ce fonctionnement qu'il soit naturel ou «pilote» qui permet d'assurer à la société la fourniture des divers services liés aux écosystème (cf. fig. 5 et fiche 4.01), qu'ils soient matériels ou immatériels, marchands ou non marchands. Même donc si les écosystèmes forestiers connaîtront des évolutions structurelles, leur «bon» fonctionnement sur le long terme est capital pour les sociétés humaines.

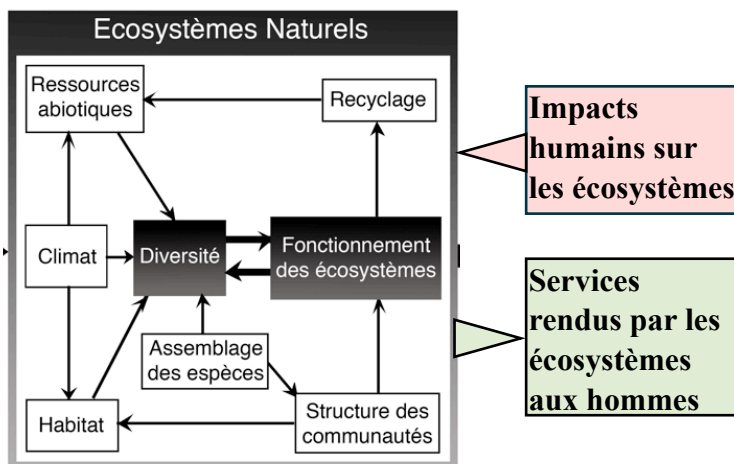


Figure 5. Fonctionnement des écosystèmes et interaction avec les sociétés humaines. Le fonctionnement des écosystèmes naturels (mais le schéma est applicable aussi à des écosystèmes pilotés) est affecté par l'action de l'homme, qui impacte notamment la diversité des communautés. Ceci de façon directe (extinctions par surexploitation ou perte d'habitat par exemple); mais aussi indirecte, en agissant sur les facteurs écologiques qui la détermine, aussi bien les facteurs physiques (climat, pollutions, etc.) que biologiques (introduction de nouvelles espèces, etc.). Le fonctionnement de l'écosystème affecte en retour toute une gamme de services dont l'Homme bénéficie. *Source : Société Française d'Écologie - <https://www.sfecologie.org/regard/regards-3-mouquet/>*

Ce qu'il faut retenir

- Les écosystèmes forestiers présentent une très grande complexité structurelle (composition) et fonctionnelle (processus internes).
- Ils se caractérisent par une zonation géographique reflétant les conditions climatiques et édaphiques, une stratification verticale, des relations trophiques complexes
- Leur fonctionnement est fondé sur des processus biophysiques de transfert de matière et d'énergie
- Leur «bon» fonctionnement est crucial à travers les services divers qu'il fournissent à la société

Recommandations : la lecture de cette fiche peut être utilement complétée par celle des fiches 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06, 2.07, 4.01