

ÉCOLOGIE FORESTIÈRE

Conférence de Jean Guittet,

Ancien Maître de Conférences d'écologie à la Faculté des sciences d'Orsay,
Président du Comité Scientifique des Réserves Biologiques de Rambouillet.

Cette conférence fait suite à la conférence sur l'écologie générale.

Elle comprend 3 parties :

Particularités des écosystèmes forestiers, ce qui les distingue des autres systèmes écologiques.

Typologie des écosystèmes forestiers, ce qui a une incidence assez forte sur la gestion (Cf conférence de J.L. Témoin). Il s'agit ici de déterminer ce qui permet de distinguer les différents systèmes forestiers entre eux.

Quelques caractéristiques de la biodiversité forestière, dont les organismes gestionnaires de la forêt (Ministères de tutelle : Agriculture et Environnement) demandent qu'on s'occupe.

PARTICULARITÉS DES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS.

1.1. Microclimats.

Les systèmes écologiques forestiers ont une forte influence sur les microclimats, du fait de leur caractéristiques.

A- Épaisseur.

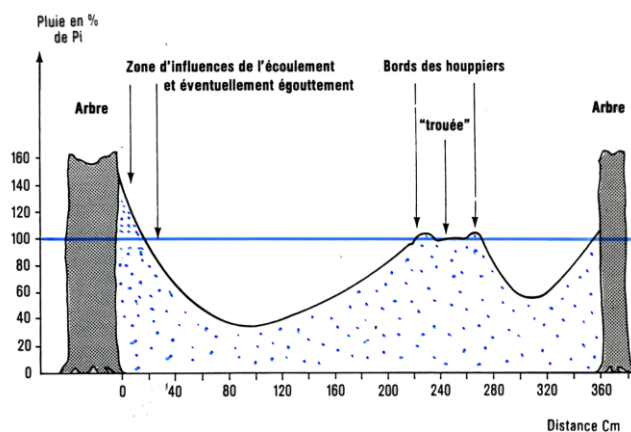
Les écosystèmes forestiers intéressent une grande épaisseur. Il s'y développe une stratification avec des étages bien marqués et bien individualisés. Les processus qui s'y déroulent sont généralement plus complexes que dans les systèmes écologiques plus simples et moins stratifiés.

B- Circuit de l'eau en forêt et l'alimentation en eau du sol.

Lors de leur traversée de la canopée et avant d'atteindre le sol, les eaux de pluie suivent des trajectoires diverses et complexes (Figure 1).

On distingue :

- égouttement : masse d'eau qui arrive au sol sous forme de gouttes, directement ou après avoir mouillé feuilles et rameaux.



- Schéma de la distribution des précipitations sous le couvert (P_s et P_t) entre deux arbres (Aussenac, 1968).

Figure 1

- écoulement : masse d'eau qui arrive au sol en suivant les branches et le tronc. Cet écoulement a tendance à privilégier les racines situées à la base du tronc. Celles-ci bénéficient d'un excédent qui leur profite directement alors qu'il y a un déficit à l'aplomb du feuillage.

Les pertes d'eau sont essentiellement dues à :

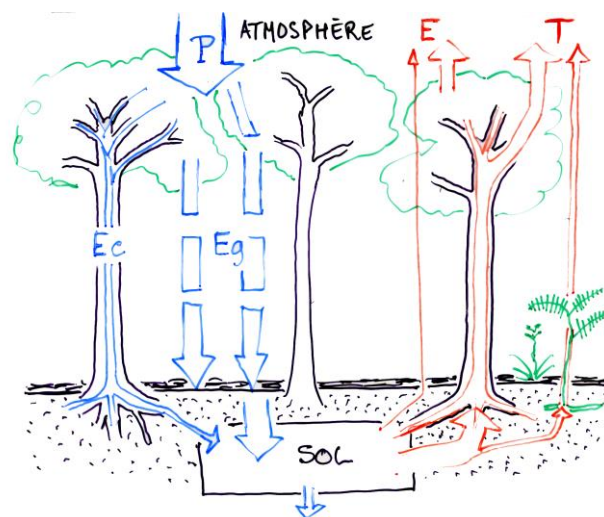


Figure 2 : perte d'eau en forêt.

- l'évaporation directe à partir du feuillage mouillé, et

- l'évapotranspiration de l'eau absorbée par les racines, qui a transité par le tronc et les rameaux.

Ces deux phénomènes sont cause de pertes importantes, surtout pour les strates inférieures de la forêt. D'autres pertes sont dues au drainage qui ne concerne normalement que les eaux en excès.

Ainsi le bilan de l'eau de pluie qui arrive au niveau du sol se caractérise par une grande hétérogénéité de la répartition spatiale :

- excédent au niveau du tronc
- en dehors des trouées, déficit à l'aplomb du feuillage.

D'une manière générale, la forêt consomme un peu plus d'eau que les formations herbacées, mais la différence n'est pas aussi considérable qu'on pourrait le croire.

Dans l'évaluation des divers éléments du bilan, le plus difficile est la mesure de la transpiration qui se pratique à partir de la vitesse de circulation de la sève. On utilise pour ce faire un couple d'aiguilles plantées dans l'arbre à environ 15 cm l'une de l'autre, dont l'une comporte une résistance qui permet de chauffer la sève. Les deux aiguilles sont reliées par un thermocouple. Ce système permet de déterminer ainsi la différence de température entre les deux aiguilles, donc celle de la sève en deux endroits de son parcours. Cette différence est directement proportionnelle à sa vitesse de circulation.

C- Rayonnement lumineux.

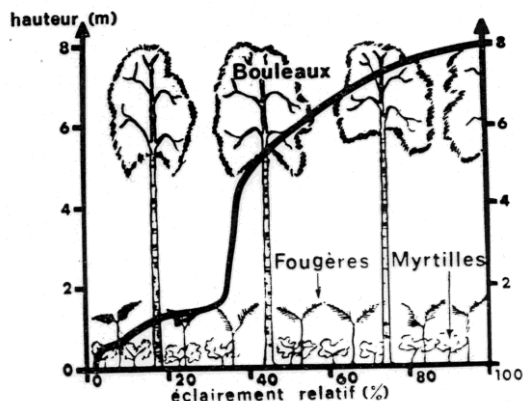


Figure 3 - Eclairages relatifs en forêt

On constate une réduction importante du rayonnement lumineux entre les différents étages de végétation lorsqu'on se rapproche du sol : 1 à 2 % seulement du rayonnement initial lorsqu'on est près du sol.

Cela entraîne une adaptation particulière des feuilles selon leur situation verticale. Certaines

espèces sont adaptées à un rayonnement très faible grâce à un « point de compensation² » très faible (hêtre, charme). Chez les graminées, ce problème n'existe pas car les premières feuilles disparaissent et sont remplacées par des nouvelles.

L'intensité de l'éclairage au sol varie selon les saisons (été/hiver) et en fonction des espèces d'arbres (Figure 4).

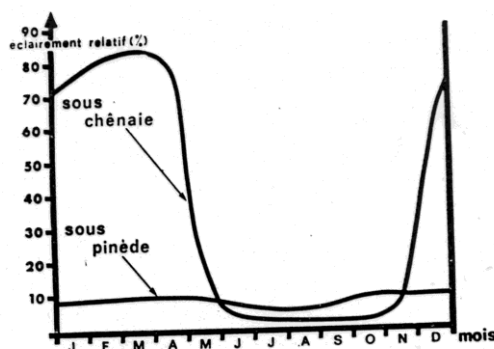


Figure 4 - Eclairages relatifs au cours des saisons

On détermine la capacité d'assimilation photosynthétique des feuilles en mesurant les différences de concentration en CO₂ avant et après le passage d'un courant d'air sur elles.

D- Tamponnement de certains paramètres.

La température relevée à 5 cm au-dessus du niveau du sol, par exemple, varie moins sous forêt qu'en terrain découvert (Figure 5).

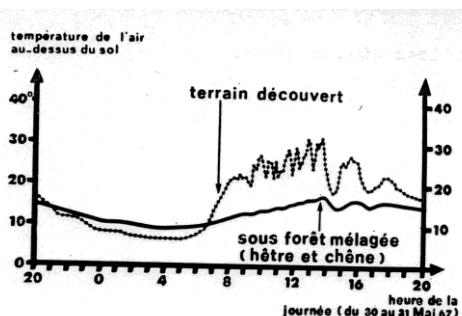


Figure 5 - Variation de la température au-dessus du sol suivant le couvert végétal

De jour, elle est plus faible et ne subit pas les variations brusques dues au passage des nuages. De nuit, elle baisse moins sous forêt car le houppier des arbres intercepte et renvoie le rayonnement du sol.

² Point de compensation : Niveau de luminosité au-dessous duquel la photosynthèse devient négative.

1.2. Diversification des substrats, des sources d'alimentation et des supports.

Schématiquement, les producteurs primaires que sont les végétaux chlorophylliens (bois, rameaux, feuilles, fruits, sève, herbes) sont consommés par

les consommateurs primaires (les herbivores), eux-mêmes consommés par les consommateurs secondaires (les carnivores). En pratique, ce schéma se complique avec l'existence de réseaux, plus que de chaînes simples (Figure 6).

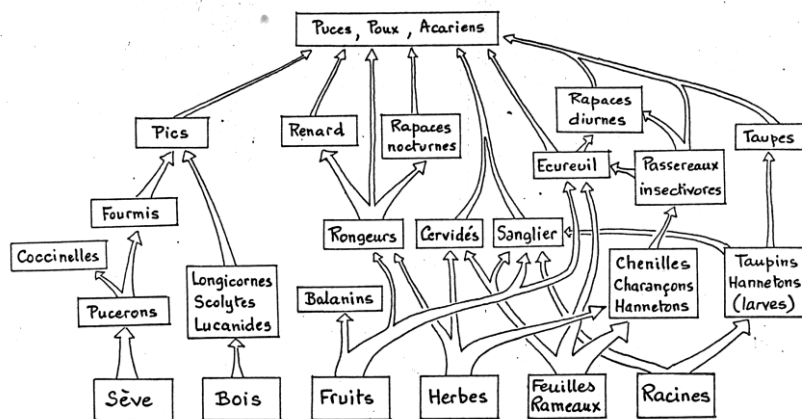


Fig 40 : Chaînes et réseaux trophiques dans une forêt de chênes
(très incomplet et schématique)

Figure 6

Les producteurs, les déjections des consommateurs, leurs cadavres, les résidus de la consommation, les litières qui constituent la matière organique brute, sont, à leur tour, décomposés et attaqués par toutes sortes d'organismes, végétaux, animaux et fongiques :

bactéries, surtout dans les sols non acides, fongiques, surtout dans les sols acides, arthropodes brouteurs (myriapodes, acariens, collembolés, etc....),

vers de terre qui se multiplient surtout dans les sols riches, non acides et suffisamment riches en calcium, introduisant les feuilles dans leurs galeries où elles se décomposent pour être ingérées et ramenées au niveau du sol sous forme de déjections. Les vers de terre contribuent largement à l'intégration de la matière organique au sol.

Tous ces organismes finissent sous forme de cadavres qui sont dévorés à leur tour par d'autres organismes, très nombreux, souvent très petits et peu visibles.

En respirant, plantes et animaux renvoient du CO₂ dans l'atmosphère et libèrent dans le sol des éléments simples et solubles : nitrates, ammonium, phosphates etc.... qui prennent la forme d'ions plus ou moins directement assimilables par les racines des plantes, dont celles des arbres.

Il existe une très grande diversification de la faune et de la flore forestière selon les strates. Parmi les oiseaux, on distingue par exemple les insectivores de la frondaison, ceux des strates inférieures et les oiseaux polyphages qui trouvent l'essentiel de leur nourriture dans le sol (Tableau 1).

Arbre dominant	Chêne pédunculé	Hêtre	Cèdre	Chêne vert	Chêne vert
Guildes					
Insectivores de la frondaison (pouillots)	3	3	2	1	0
Insectivores de l'espace aérien (gobemouches, rougequeue, pipit)	2	2	2	0	1
Insectivores des buissons (troglodyte, accenteur, fauvette, etc.)	3	4	4	2	3
Insectivores des rameaux et branches (mésanges, roitelets)	4	5	7	5	4
Insectivores des troncs et des écorces (pics, sittelle, grimpeurs)	7	9	4	5	2
Polyphages du sol (rougegorge, merle, grives, rossignol)	4	3	4	4	2
Frugivores (pigeons, geai)	3	3	2	3	2
Granivores (fringilles, beccroisé, etc.)	2	3	7	1	2
Divers (coucou, étourneaux)	1	1	1	1	1

Tableau 1 : Répartition des oiseaux forestiers en guildes qui réunissent les espèces se partageant le même type de ressource.

1.3. Importance écologique de la biomasse³.

La biomasse est généralement exprimée en tonne de matière sèche par unité de surface.

Les systèmes forestiers se distinguent par le fait que leur biomasse est de beaucoup supérieure à leur productivité (c'est à dire à la quantité de matière produite par unité de surface et par an). Ceci est dû au fait que dans les systèmes forestiers, la croissance est cumulative.

Au contraire, certains systèmes écologiques, le système maritime par exemple, se caractérisent par une productivité supérieure à la biomasse instantanée, grâce à des organismes dont la durée de vie est très courte. Dans ce cas, la biomasse est inférieure à la productivité annuelle.

Dans un champ de blé, au moment de la récolte, la productivité annuelle est plus ou moins égale à la biomasse.

La productivité d'une forêt est surtout constituée par le bois, elle est faible par rapport à la biomasse. Ce qui intéresse le forestier, c'est l'accroissement annuel de cette biomasse. Les mesures des différentes composantes de la biomasse forestière

ne sont pas très nombreuses, car elles sont longues et compliquées. M. Duvigneaud, chercheur belge, en a donné un exemple pour un taillis-sous-futaie ardennais : 316 tonnes pour un hectare, se répartissant de la manière suivante entre ses différents composants :

tronc : 180 t/ha

branche : 67 t/ha

feuille : 3 t/ha (en période de végétation)

souche et racine,

strate herbacée,

cervidés : quelques kilogrammes par hectare,

oiseaux : 1, 3 kilogrammes par hectare

batraciens : insignifiant

ver de terre (jusqu'à 1 tonne/ha dans les meilleurs cas).

1.4. Bilan de la photosynthèse.

La biomasse résulte de la photosynthèse. Le système forestier libère de l'oxygène et fixe le CO₂ atmosphérique, contribuant ainsi à la lutte contre l'effet de serre. À l'échelle mondiale, c'est la forêt qui assure le maximum de stockage du carbone. Ainsi, pour ce qui est des terres émergées, on estime la quantité de carbone ainsi stockée à 1837

³ Biomasse : Masse de matière vivante.

milliards de tonnes, dont la plus grande partie l'est par les forêts tropicales qui n'occupent pourtant que le sixième des surfaces (Tableau 2). Malheureusement, ces forêts tropicales sont actuellement détruites au rythme de 1% par an. La surface des forêts tempérées, quant à elle, augmente, mais elle reste peu importante par rapport aux forêts tropicales.

Dans une forêt âgée, le rythme de production de la biomasse diminue. Par ailleurs, les bois morts qui se décomposent restituent à l'atmosphère d'importantes quantités de CO₂. Le bilan alors tend à devenir nul. Mais si le bois est exploité et

conservé sous forme de charpente ou de mobiliers domestiques et si la vieille forêt est régénérée, le bénéfice pour lutter contre l'effet de serre est double. Par contre, chaque fois qu'une forêt est défrichée et son bois brûlé, ce sont d'importantes quantités de CO₂ qui ne seront plus fixées et repartent dans l'atmosphère. Ce qui importe donc c'est qu'un maximum de carbone reste stocké d'où l'intérêt des maisons et des meubles en bois par rapport aux maisons construites avec d'autres matériaux.

Part des Forêts dans le monde.

	Superficie (millions de km ₂)	Biomasse (millions de tonnes)
Forêts tropicales	24,5	1025
Forêts tempérées	12	385
Forêts boréales	12	240
Reste	100,5	187
(dont cultures)	(14)	(14)
Total (terres émergées)	149	1837

Bilan

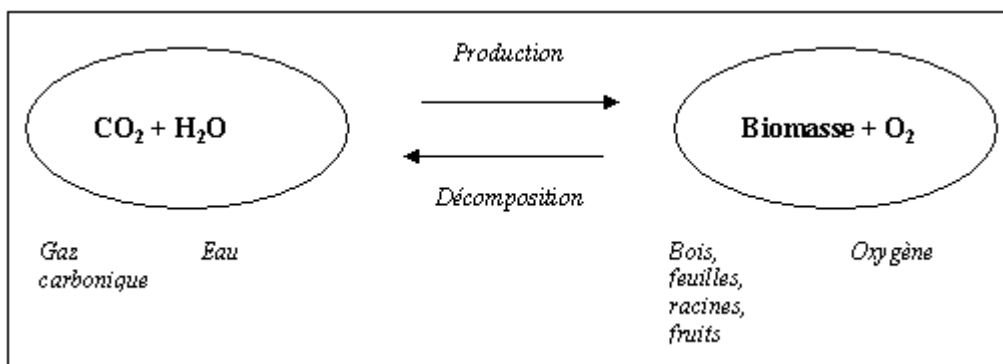


Tableau 2 : Bilan de la photosynthèse.

II. TYPOLOGIE DES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS.

Qu'est-ce qui différencie un écosystème forestier d'un autre système forestier ?

On se bornera ici aux seules forêts de l'Île-de-France. Pour faire une typologie des systèmes forestiers, on dispose de plusieurs moyens.

2.1. Prise en considération des essences dominantes (chênaie, hêtraie, pinède, etc.).

Mais ce système n'est pas très bien corrélé avec les conditions générales de l'environnement, en particulier les caractéristiques du sol. On peut trouver par exemple des hêtraies dans des conditions très différentes. Par ailleurs, les forestiers ont introduit un peu partout les espèces les plus commerciales.

2.2. Prise en considération de l'ensemble des végétaux existants : la phytosociologie

Ce système est plus pertinent, plus précis et mieux corrélé avec l'environnement, mais il est plus difficile du fait qu'il y a de moins en moins de naturalistes, connaisseurs des plantes et des animaux. C'est la phytosociologie qui s'occupe de déterminer et de décrire les groupements végétaux caractéristiques d'un milieu donné. Elle a 87 ans (1915). Malheureusement, elle n'a pas réussi à fournir tous les résultats attendus du fait de la complexité liée à la matière elle-même, des difficultés de communication qui résultent d'un manque de simplicité dans la terminologie (langage trop ésotérique) par les phytosociologues et enfin d'une certaine mésentente entre les différentes écoles de phytosociologues.

Illustrations :

On peut facilement illustrer le fait qu'il existe des groupements végétaux caractéristiques d'un type de milieu, par exemple :

- chênaie à Fougère aigle, reconnaissable, outre cette fougère, à la présence de la Canche flexueuse, du Carex à pilules, de la germandrée. Elle est toujours associée aux sols acides, lessivés voire podzolisés.

- chênaie-charmaie dominée par une floraison printanière abondante de la ficairie, de la Jacinthe des bois et, un peu plus tardivement, par la présence du Sceau de Salomon, du Carex des bois, etc. Ce groupement végétal croît sur les sols bruns ou bruns lessivés assez riches en éléments nutritifs.

- chênaie pubescente avec Garance voyageuse, Brachypode penné, *Carex humilis*. Ce groupement,

non présent à Rambouillet, se développe sur les rendzines ou les sols bruns calcaires des versants bien exposés du plateau de Beauce. Il y a donc une bonne liaison entre les peuplements floristiques et la nature du sol.

Il y a des difficultés à se servir de la phytosociologie lorsqu'on a affaire à des peuplements artificiels qui ont provoqué, sauf dans quelques trouées, la disparition de toute la végétation d'origine. Dans ces cas, le recours à la tarière pour l'examen des sols, permet cependant de déterminer la végétation originelle caractéristique du milieu.

Le but de ces études est d'établir une typologie précise des différents types de "stations forestières" afin de pouvoir implanter ou favoriser la bonne espèce au bon endroit, par exemple, connaissant les exigences de chaque essence, on évitera :

- le frêne sur les stations de chênaie à Fougère aigle
- le châtaignier sur les stations de chênaie pubescente ou dans les aulnaies-frênaies à grands carex.

Cela permet de valoriser au mieux les plantations envisagées. Il faut remarquer que ces précautions sont surtout nécessaires dans le cas des sols pauvres (absence de limons, hyperacidité, pente raide, excès de calcaire, etc...). En sols riches (malheureusement peu fréquents sous forêt), un grand nombre d'essences peut facilement s'adapter.

En France, les forestiers phytosociologues et pédologues ont ainsi pu établir des « Catalogues de stations forestières » pour les différentes régions. Pour ce faire, on visite toutes les forêts d'un territoire donné, on établit un échantillonnage à partir duquel on analyse les données (nature de la végétation, nature du sol). On compare les relevés ainsi obtenus en cherchant à rapprocher ceux qui se ressemblent ou qui ont des caractéristiques proches. Cela permet de définir des groupes de relevés caractérisés par l'existence d'une même composition végétale sur un même type de sol, chacun de ces groupes définissant un type de station forestière. Ainsi, pour le Pays d'Yveline et d'Essonne, on a pu obtenir une quarantaine d'unités de végétation, chaque groupe correspondant à « une station forestière » dans laquelle une composition floristique correspond à un type de sol.

Par exemple : « chênaie-charmaie à ronces et Jacinthe des bois ».

Ce travail a permis de faire « un guide simplifié pour le choix des essences forestières », avec une clé de détermination relativement facile à utiliser par un non-spécialiste. Le but, pour le forestier, est de n'investir que là où cela vaut le coup au niveau économique.

Il faut remarquer que c'est souvent la forêt privée qui a pris le plus d'initiative pour mieux ajuster les essences. La région d'Île-de-France a maintenant rattrapé le retard qu'elle avait pris dans ce domaine. Ce n'est pas encore le cas partout, en particulier pour la Brie.

Dans le domaine de la phytosociologie, il existe différentes écoles, par exemple l'école des vulgarisateurs avec Messieurs Bournerias, Arnal et Bock qui ont publié un ouvrage sur les groupements végétaux de la région parisienne qui ne concerne d'ailleurs pas que les systèmes forestiers.

III. LA BIODIVERSITÉ

La qualité de la biodiversité d'un système se manifeste par la richesse de la flore et de la faune (=le nombre d'espèces rencontrées) et la rareté de ces espèces. Il y a eu à ce propos une évolution importante des mentalités.

On peut remarquer que la biodiversité forestière a la plus grande valeur dans les milieux annexes de la forêt. Là où elle est généralement la plus pauvre, c'est dans les peuplements de conifères.

Les lisières constituent un lieu privilégié de la biodiversité car elles abritent une foule d'insectes et d'oiseaux, cela même si le milieu forestier attenant est pauvre. On peut y distinguer :

le manteau, constitué d'arbustes, qui fournit des fleurs et des fruits aux insectes et aux oiseaux, ainsi que des sites de nidification, l'ourlet, bande herbeuse qui peut être fauchée, et qui contient des espèces tolérantes au semi-ombrage.

Les chemins et les fossés sont comme des lisières intraforestières et peuvent être des sites du plus haut intérêt pour abriter quelques espèces rares ou protégées. Exemple : les fossés suintant abritent des *Drosera*.

Les landes sont aussi des lieux de biodiversité, mais nécessitent différents types de traitement (broyage etc.) pour éviter l'envahissement naturel progressif par le bouleau.

Les clairières et les trouées forestières permettent l'apparition d'espèces propres à ce milieu caractérisé par la lumière dans un environnement forestier. Par exemple, l'Épilobe en épis.

Les ruisseaux intraforestiers favorisent l'apparition d'une faune et d'une flore particulière et constituent donc un plus pour la flore et la faune sylvatiques.

Les mares abritent des batraciens, des insectes et des plantes spécifiques. A Dourdan une mare d'un grand intérêt batrachologique a pu être déplacée avec succès pour éviter sa disparition lors d'un chantier du TGV Atlantique.

Les tas de bois constituent des abris pour les batraciens et beaucoup d'autres organismes, en particulier les décomposeurs. A noter que la décomposition du bois commence toujours par l'aubier qui comprend les vaisseaux fonctionnels du bois et qui constitue la partie la plus intéressante de l'arbre. Ces décomposeurs (organismes saproxyliques) sont généralement exportés avec le bois. On en laisse de plus en plus souvent sur place sous forme de chandelles ou de troncs couchés dans lesquels prolifèrent les insectes. Certains oiseaux (les pics) s'y nourrissent et y nichent. Ces bois en décomposition étaient inexistantes dans les forêts très « bien gérées ».

La tempête a été un évènement bénéfique pour la biodiversité. Dans les trous laissés par les galettes des souches arrachées, se forment de petits points d'eau, plus ou moins permanents, qui peuvent servir de sites à de nombreuses espèces.

Cette préoccupation en faveur de la biodiversité qui retient l'attention du forestier sur certains éléments marginaux de la forêt, est récente. Il existe maintenant des directives et des instructions, émanant tant du Ministère de l'Environnement que de l'ONF, destinées aux gestionnaires de la forêt. La forêt privée n'a pas toujours évolué dans ce même sens, bien que la grande variété de ses modes de gestion puisse constituer un facteur de biodiversité et que le CRPF (Centre Régional de la Propriété Forestière) ait lui aussi donné des conseils pour mieux gérer la biodiversité.

La préoccupation concernant la biodiversité commence à se faire mieux sentir. Il existe aussi un document officiel, approuvé par le Préfet de Région et le Conseil régional, les Orientations Régionales Forestières, destiné tant aux forestiers publics que privés, qui consacre un chapitre entier à la biodiversité.

Un guide de reconstitution de la forêt après la tempête a aussi été élaboré par la Direction technique de l'ONF. Il prend aussi en compte la biodiversité comme un paramètre de la gestion forestière.

On peut dire que du point de vue de la biodiversité, la tempête a été un élément plutôt favorable pour les raisons suivantes :

Elle a créé des milieux ouverts avec des plantes héliophiles, favorables à certains insectes et à certains oiseaux.

Elle a apporté au sol une grande quantité de matières ligneuses au profit des décomposeurs.

Elle a permis l'apparition de milieux nouveaux, souvent plus complexes, permettant aux animaux de trouver un abri (exemple des sangliers).

Les galettes forment des parois verticales sans litière qui ont favorisé l'apparition de mousses pionnières.

En guise de conclusion, **voici « Les dix commandements de la biodiversité » que j'ai conçus et déclamés lors d'une réunion de tous les forestiers de la Région, après la tempête de 1999.**

Les savants tu consulteras et, si possible, leur avis tu suivras.

Les mares tu garderas et certaines tu dégageras.

Les landes tu parcourras et leur périmètre agrandiras.

Les régés, tu dégageras, mais plusieurs essences tu conserveras,

Tous les trous de chablis, ne reboucheras, mais les plus beaux tu garderas.

Les bois gisants, tu repèreras et des tas de rondins feras.

Tous les houppiers, ne démembreras, mais quelques-uns tu maintiendras.

Aux animaux cavernicoles, tu songeras et les chandelles, leur laisseras.

L'évolution des choses, tu suivras, des notes et des photos tu prendras.

Au public tu expliqueras que c'est ainsi que la biodiversité vivra.



*Tous les houppiers, ne démembreras, mais quelques-uns tu maintiendras.
(forêt de Rambouillet)*