



État des lieux de la prise en compte de la biodiversité dans la gestion forestière française

Projet LIFE BTP « Biodiversité intégrée dans les territoires et les politiques »

Action A5 « Intégrer la prise en compte de la Biodiversité dans la gestion forestière »

Mathieu JEGU, 23 janvier 2023



Table des matières

I. La forêt française et ses enjeux	5
II. L'état de conservation de la forêt, de quoi parle-t-on ?	9
II.1 Parlons plutôt d'écosystèmes forestiers	9
II.2 Etat de conservation, que savons-nous ?	9
II.2.1 Le fonctionnement	9
II.2.2 La structure.....	10
II.2.3 Les perspectives futures.....	12
II.2.4 Quels enjeux de biodiversité forestière ?.....	14
II.3 Les grandes fonctions écologiques des écosystèmes forestiers	14
II.3.1 La formation et composition des sols	14
II.3.2 La décomposition	15
II.3.3 La productivité primaire.....	15
II.3.4 Le recyclage de l'eau et des éléments nutritifs.....	15
II.3.5 Les émissions de composés organiques volatiles (COV)	15
II.3.6 Les interactions biophysiques avec l'atmosphère.....	15
II.4 La tendance pour l'avenir.....	16
II.5 Un concept clé pour la biodiversité et sa conservation : la naturalité	18
II.6 Le concept Etat/Transition, un exemple d'intégration de l'approche écosystémique	21
III. Prendre en compte la biodiversité en utilisant les processus de dynamiques naturelles	23
III.1 Permettre le vieillissement et la présence de nécromasse (QE.4, 5 et 6).....	23
III.2 Favoriser des peuplements mélangés (QE.1)	24
III.3 Utiliser des essences indigènes adaptées à leur station (QE.2).....	25
III.4 Favoriser la régénération naturelle (QE.6)	26
III.5 Maintenir un équilibre forêt-ongulés.....	27
III.6 Maintenir les milieux intra-forestiers et forêts anciennes (QE.4 et 8)	28
III.7 Préserver l'intégrité des sols	30
III.8 Maintenir un couvert continu et si possible pluristratifié (QE.3 et 7).....	31
IV. Les freins à la prise en compte de la biodiversité	32
IV.1 La difficulté de respecter le principe de multifonctionnalité	32
IV.1.1 Une cohabitation parfois difficile entre biodiversité et sylviculture	33
IV.1.2 Vers une approche commune de la multifonctionnalité	35
IV.2 Le contexte historique, politique et économique de la sylviculture française.....	36
IV.2.1 Un paradoxe sylvicole.....	37
IV.2.2 L'influence des orientations nationales.....	39
IV.3 La gestion complexe en forêts privées	43
IV.4 Des incertitudes pour le gestionnaire et le propriétaire.....	45
IV.5 Un manque de financements malgré la prise de conscience.....	47
IV.6 Une difficulté pour le consommateur d'infléchir sur les pratiques.....	47
V. Des solutions à accompagner et à faire émerger.....	49
V.1 Orienter les financements.....	49
V.1.1 Les PSE comme levier majeur.....	49
V.1.2 Améliorer les outils économiques existants.....	53
V.2 Diagnostiquer l'état de la biodiversité	54
V.2.1 L'Indice de Biodiversité Potentielle.....	54
V.2.2 Guide Biodiversité dans la gestion forestière.....	54
V.2.3 La boîte à outils FSC.....	55
V.2.4 Le Manuel paysager et environnemental de la gestion forestière	55
V.2.5 Bilan des outils.....	56
V.3 Rechercher et investir face aux menaces et incertitudes.....	56

V.3.1 La cartographie de la vulnérabilité des peuplements forestiers.....	57
V.3.2 Mieux comprendre les dynamiques naturelles pour mieux les utiliser	57
V.3.3 Maintenir, structurer et créer des dispositifs de suivi forestier	58
V.3.4 Développer des outils d'aides à la décision	59
V.3.5 Développer la connaissance sur les écosystèmes forestiers matures	59
V.4 Mobiliser l'ensemble des usagers de la forêt.....	61
V.4.1 Partager la connaissance sur les enjeux forestiers	61
V.4.2 Permettre la mobilisation des citoyens et de forestiers	62
VI. Conclusions	65
VII. Références	66
VIII. Mentions et responsabilités.....	71

I. La forêt française et ses enjeux

Notre forêt est diversifiée et en expansion...

La forêt¹ française avec ses 17 millions d'hectares [1], 4^e surface forestière de l'Europe, 1^{er} en feuillue [2] et 17^e pour son ratio en surface [3], est probablement l'une des plus complexes à appréhender au sein des états membres de l'Union Européenne (UE). En effet, les régions biogéographiques du territoire français sont d'une très grande diversité (atlantique, alpine, méditerranéenne, continentale, boréale, sans compter les régions subtropicale et tropicale, non prises en compte dans les régions biogéographiques de l'UE). D'ailleurs, on parle souvent de forêts au sein des forêts [4]. Cette diversité de régions et donc d'habitats forestiers associés est une des plus forte d'Europe [5]. Il s'agit d'une chance pour notre territoire, et d'un enjeu fort de conservation puisque cette diversité s'exprime à tous les niveaux (spécifique², fonctionnel³ et génétique [7]), dans toutes les composantes (faune, flore...) et dans tous les compartiments (sol, sous-bois, canopée...). Cette biodiversité constitue et constituera un puissant facteur de dilution du risque de non-adaptation au changement climatique [8]. En effet, ce dernier a, et aura des conséquences majeures sur les forêts, notamment tempérées, qui dépendent d'un rythme saisonnier acquis au cours de l'évolution pendant des millions d'années. Ce rythme devient de plus en plus fluctuant et les changements de plus en plus rapides (vagues de chaleur, sécheresses, incendies, amplitude thermique saisonnière...), ce qui dépasse la capacité naturelle des essences forestières à s'adapter, notamment par les mécanismes de la sélection naturelle et de la migration [9].

Pour illustrer la forêt française, on peut présenter quelques chiffres. La forêt de l'hexagone représente 31 % du territoire métropolitain et abrite 190 espèces d'arbres [1] (regroupées en 70 essences), soit $\frac{3}{4}$ des espèces de l'Europe. La Guyane en compte à elle seule plus de 1500 [10], la Guadeloupe plus de 300 [11] soit plus que l'Europe entière pour un territoire grand comme le département de l'Essonne. D'ailleurs, la surface forestière française se situe pour un tiers dans nos Outre-mer [12]. Contrairement à la majorité des surfaces forestières de ces territoires ultra-marins, la diversité spécifique relativement élevée au premier abord de la forêt métropolitaine cache une pauvreté locale, puisque 49 % des peuplements sont

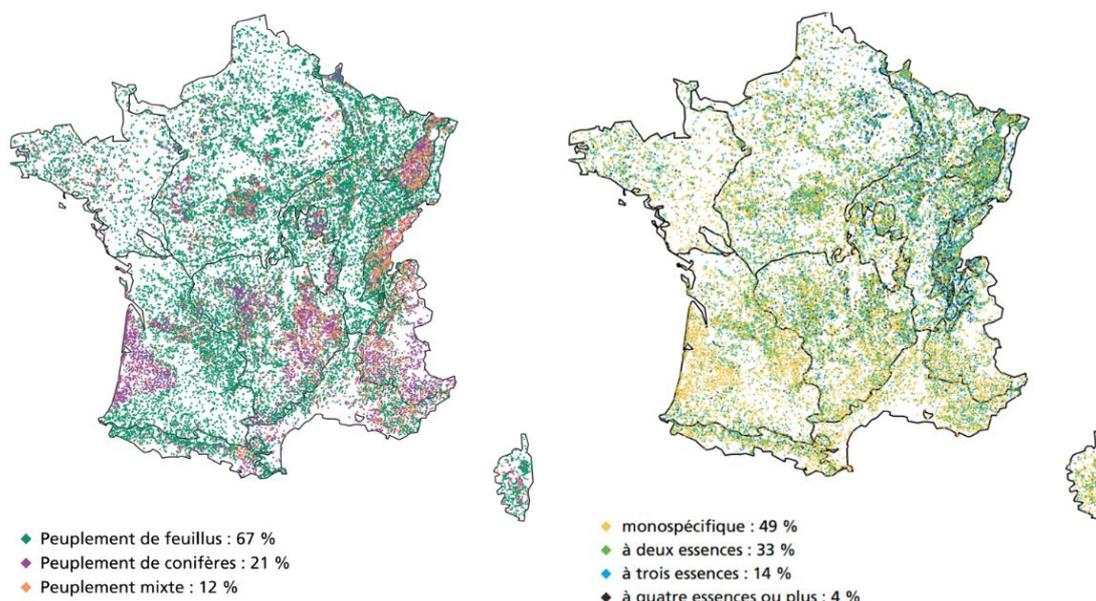


Figure 1: Description des peuplements de France (Source: IGN, 2021)

¹ Selon la définition adoptée au niveau international (FAO) et utilisée par l'IGN, la forêt est un territoire occupant une superficie d'au moins 50 ares (5000m²) avec des arbres pouvant atteindre une hauteur supérieure à 5 mètres à maturité in situ, un couvert boisé de plus de 10 % et une largeur moyenne d'au moins 20 mètres. Elle n'inclut pas les terrains boisés dont l'utilisation prédominante du sol est agricole ou urbaine.

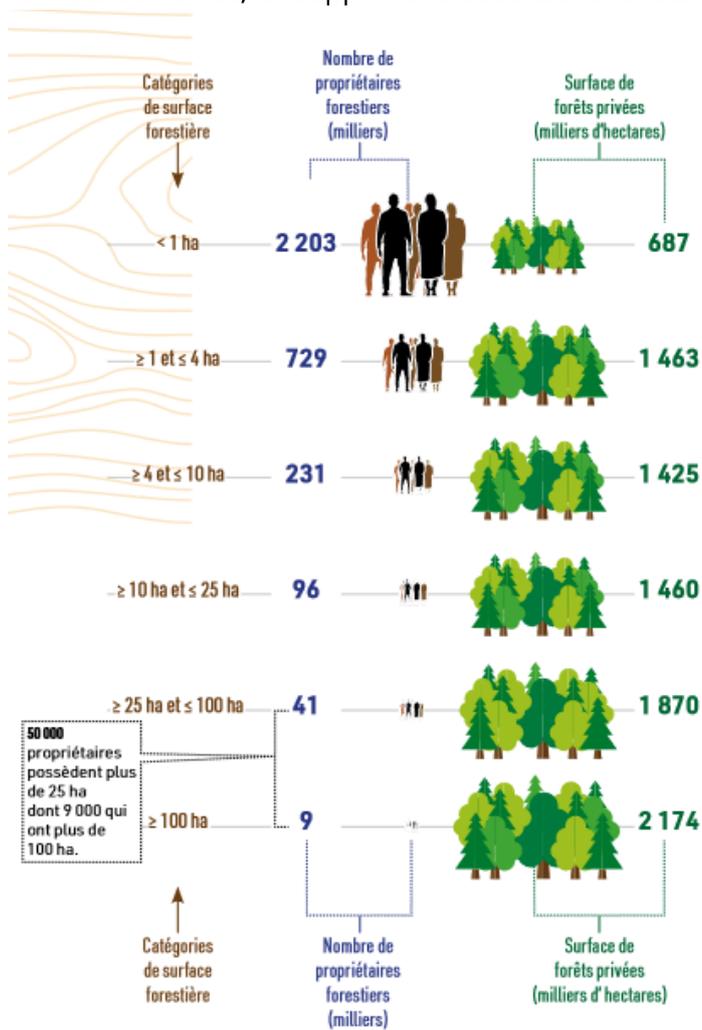
² Nombre absolu d'espèces (animales, végétales, etc.) au sein d'une communauté [6]

³ Fonctions écologiques assurées et partagées par un groupe d'espèces possédant généralement des particularités physiologiques similaires (traits fonctionnels)

monospécifiques [1], témoignant d'une faible équitabilité sur ce groupe de 190 espèces, 17 essences se répartissant 85 % du territoire. Autre précision, ce territoire est représenté par 67 % de peuplements feuillus, 21 % de peuplements de conifères et 12 % de peuplements mixtes⁴ [1]. Enfin la forêt métropolitaine est à 90 % fermée (couvert supérieur à 40%) [3].

Plus généralement, au niveau mondial, la FAO estime que près de 80 % de la biodiversité terrestre est abritée par les forêts. Il en va de même pour la France métropolitaine, dont une part importante de la biodiversité est inféodée aux milieux forestiers, et en particulier au bois mort qui en représente à lui seul 25 % [13], [14]. Sur pied comme au sol, c'est un attribut de la maturité forestière ; en cela, l'exploitation forestière a donc d'importantes conséquences sur la biodiversité, en supprimant les stades avancés de maturité, et donc une part de naturalité. Des études ont d'ailleurs montré que l'effort de conservation doit se concentrer sur des groupes taxonomiques spécifique tels que les coléoptères saproxyliques, les bryophytes, les lichens et les champignons qui sont les taxons les plus sensibles à l'exploitation forestière, et exigeants puisque leurs capacités de dispersion sont limitées et nécessitent une continuité de l'ambiance forestière [15].

En plus de ces caractéristiques biologiques, le statut juridique des espaces forestiers, qui a de fortes implications pour la gestion nous le verrons, est caractérisé en France métropolitaine par 75 % de forêts privées (12,7 M d'ha), et 25 % de forêts publiques⁵ (domaniales avec 1,5 M d'ha et communales avec 2,8 M d'ha). Concernant la forêt privée, elle est partagée par 3,3 M de propriétaires [2] et fortement morcelée puisque 89 % des propriétaires ne concentrent que 24 % de la surface [2]. Le corolaire est que la majorité de la surface forestière privée est détenue par un faible nombre de propriétaires : seuls 50 000 propriétaires sur les 3,3 M détiennent plus de 25 ha, 9 000 d'entre eux possèdent plus de 100 ha [2]. Enfin, 25 % de la forêt privée est détenue par des personnes morales et 75 % par des particuliers [2].



Mais son état de santé inquiète...

Figure 2: Répartition de la forêt privée en surface et en nombre de propriétaires (Source: CNPF, 2021)

Par conséquent, cette forte hétérogénéité forestière impose une importante réflexion sur les politiques forestières nationales à mener, et plus particulièrement dans le contexte actuel de crise de la biodiversité [16] et de crise climatique, sans oublier le rapport à notre santé dans ces crises [17]. Avec la demande de plus en plus forte de matériaux plus durables tels que le bois (+40 % de consommation attendus d'ici 2030)⁶, la France doit d'autant plus adapter sa stratégie sylvicole pour appréhender le mieux possible son stock de bois et sa production biologique disponible, afin d'éviter tout affaiblissement de ses écosystèmes, déjà fortement touchés, ce dont attestent les vagues de dépérissements et baisse de productivité (voir figure ci-dessous) depuis les années 2000 [18].

⁴ Mélange de feuillus et de conifères, dans lequel aucun des deux n'atteint 75 %

⁵ Relevant du Régime Forestier, les différenciant donc des forêts privées

⁶ <https://www.onf.fr/onf/+13bb::automne-2021-des-ventes-de-bois-sur-pied-exceptionnelles-dans-un-marche-en-tension.html>

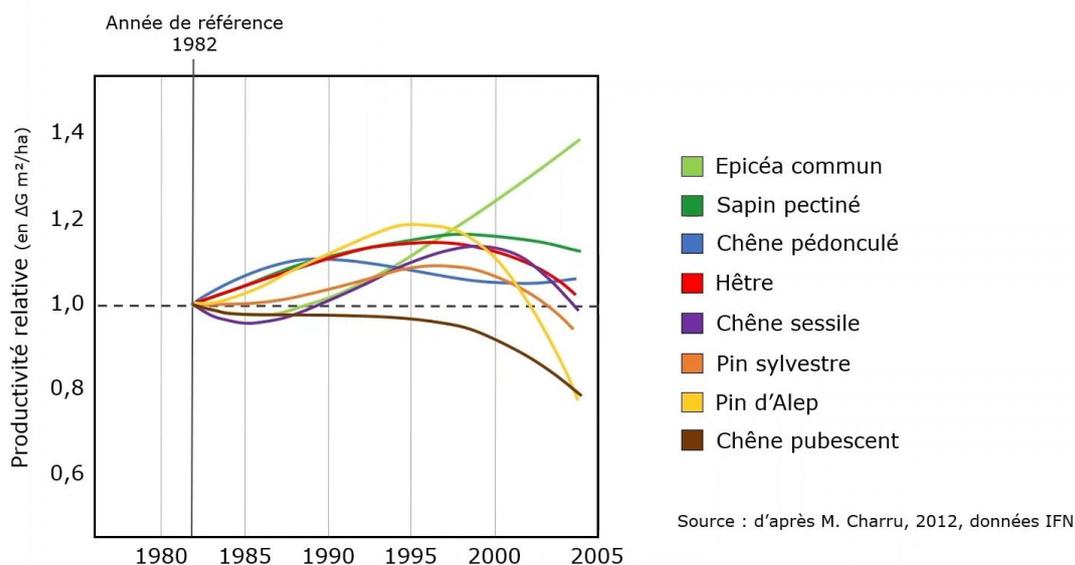


Figure 3: Evolution de la productivité forestière (Source : RMT AFORCE)

En effet, bien que la forêt ait doublé sa superficie entre 1850 (minimum forestier) et aujourd'hui [19], les professionnels de la forêt voient se profiler un affaiblissement biologique du nombre d'espèces et d'habitats forestiers, à l'image de la forêt domaniale de l'Etat gérée par l'Office National des Forêts (ONF), dont plus de 300 000 ha sont touchés par des dépérissements depuis 2018⁷. La tendance à la baisse de vitalité des écosystèmes forestiers risque de se poursuivre dans les années à venir, notamment en raison de ce qui va devenir le facteur limitant principal, **le manque d'eau** (ex : les dégâts de la sécheresse de 1976 [20]). Cette « tempête silencieuse⁸ » qui frappe les forêts françaises inquiète et alerte sur leur futur, et oblige à réfléchir sur la ou les directions à prendre par les politiques forestières pour accomplir cinq grandes missions :

- **Préserver la ressource bois** pour l'avenir des besoins de la société (transition des matériaux)
- **Restaurer ou maintenir la biodiversité actuelle** pour perpétuer le fonctionnement biologique des forêts et les services écosystémiques⁹ dont nous profitons chaque jour.
- **Faire vivre la filière** par la mobilisation du bois et des industries locales.
- **Faire face et anticiper les effets de la crise climatique**, notamment le déficit hydrique pour les écosystèmes forestiers.
- **Prendre en compte les attentes sociétales** et la notion de patrimoine naturel public.

Sur ce dernier point, un pan de plus en plus large de la société revendique une approche plus écologique de la sylviculture pour prendre en compte non seulement la superficie mais aussi la structure (stratification verticale et classes d'âges), le fonctionnement et la biodiversité forestière, autrement dit une prise en compte écosystémique¹⁰ [21]–[25].

Contrairement à l'agriculture où la conscience collective distingue désormais les bonnes des mauvaises pratiques, la forêt est encore considérée par un autre pan de la société comme l'archétype d'une nature en bonne santé. Or, une parcelle forestière, comme une parcelle agricole peut être gérée de manière intensive, non respectueuse de l'écosystème, présenter un état de santé médiocre et par conséquent non pérenne pour permettre une utilisation durable de la ressource et des autres services écosystémiques. Beaucoup de professionnels, élus, associations et citoyens militent et alertent aujourd'hui [26] sur les effets combinés d'une « malforestation » en hausse, d'une privatisation et

⁷ https://www.liberation.fr/environnement/climat/climat-la-foret-francaise-deperit-il-faut-laider-a-sadapter-20220130_XVK7K4K5MBGI7OE7HXSO4OITKU/?redirected=1

⁸ <https://www.onf.fr/+62e::tempete-de-1999-20-ans-apres-les-forets-debout-et-de-nouveaux-defis.html>

⁹ Bénéfices fournis aux sociétés humaines par les écosystèmes naturels (Daily, 1997)

¹⁰ <https://www.lejdd-fr.cdn.ampproject.org/c/s/www.lejdd.fr/Societe/assises-nationales-de-la-foret-et-du-bois-lalerte-de-600-scientifiques-associatifs-et-acteurs-du-secteur-4087893.amp>

affaiblissement de la forêt publique (baisse de la moitié des effectifs de l'ONF en 30 ans) et des effets de la crise climatique et de la biodiversité, sur le futur de nos forêts. Forêts qui sont pourtant le principal levier d'atténuation de nos émissions de gaz à effets de serre avec près de 20 % de captation de nos émissions [27]. Un véritable engagement de la force publique, adossé à une politique de sobriété des émissions et de reconquête de la biodiversité, s'avèrent indispensables, les forêts ne pouvant en aucun cas relever seules l'immense défi d'atténuation de la crise de la biodiversité et de la crise climatique [9].

Ainsi, les demandes de la société envers les forêts sont-elles de plus en plus nombreuses, pressantes, mais aussi parfois contradictoires (moins couper de bois mais demande en matériaux et énergie bois, ne pas planter de résineux mais achats massifs de résineux par les consommateurs...) [28]. Il semble donc que la politique de la forêt arrive à un tournant, et qu'il faudra désormais compter sur une implication d'acteurs au-delà du monde des professionnels de la forêt [21].

Sa politique et sa gestion doivent être redessinées...

Pour revenir sur les cinq grandes missions, elles impliquent toutes des sous-sujets d'une grande importance et d'une grande complexité. Malgré tout, l'avenir de la filière forêt-bois doit suivre un fil conducteur majeur dans sa filière amont, celui de maintenir :

- Un **couvert forestier permanent** pour garder les bénéfices de l'ambiance forestière pour la qualité des sols et les caractéristiques du microclimat forestier.
- Un **couvert pluristratifié** intégrant dans la gestion la **logique de vieillissement** des espaces forestiers (acquérir de la maturité pour apporter de la naturalité).
- Un couvert forestier **connecté localement** à d'autres espaces forestiers grâce aux rôles des habitats associés (clairières, prairies, mares, haies bocagères...)
- Un couvert forestier **composé d'espèces indigènes** (ou naturalisées), **mélangées et adaptées** à leur station forestière, pour maximiser la résilience de l'écosystème.
- Une **qualité de travail pour les gestionnaires et exploitants** en assurant une visibilité et une transparence dans les perspectives d'avenir, ainsi qu'une viabilité économique dans les débouchés sur le territoire français.

Ce fil rouge est une synthèse qui résume les avancées scientifiques sur la thématique forestière en contexte de crises. Ces préconisations, de type restauration passive, mettront du temps à engendrer des effets sur la biodiversité. On estime que plus de 60 ans peuvent être nécessaires à la restauration de la biodiversité dans une forêt laissée à l'abandon [15].

Cependant, le dernier point, qui sous-entend la diversité des usages de la forêt, notamment celui de la production, est peu étudié puisqu'il s'agit d'un sujet à l'interface des sciences économiques, sociales et de gestion, et des sciences forestières [8]. Bien que le mélange apparaisse comme l'une des réponses pour l'adaptation des forêts, il ne faut toutefois pas éluder la question de l'économie, de la gestion et de l'exploitation de ces forêts mélangées (faisabilité et coût d'une exploitation sélective) [8]. La répartition des différents usages de la forêt, parfois incompatibles, suscite des débats tendus entre une vision de partage des terres, de multi-usage (*land sharing*) et une vision d'économie de terres (*land sparing*) avec un espace spécifique par usage. A l'image de nombreux sujets aux visions extrêmes, la réponse peut parfois se trouver entre les deux, sous forme de compromis. Sans oublier l'usage plus général des terres pour lesquels il va falloir trouver une stratégie « gagnant-gagnant » entre la sylviculture, l'agriculture et la conservation de la nature [29].

Ceci étant dit, il importe de comprendre le pourquoi de ce fil rouge et pour cela il nous faudra regarder en premier lieu l'état de conservation de la forêt et la notion d'écosystème forestier puis d'identifier les pressions actuelles et futures. La dernière partie se concentrera sur les initiatives et outils à conserver et à faire émerger.

II. L'état de conservation de la forêt, de quoi parle-t-on ?

II.1 Parlons plutôt d'écosystèmes forestiers

On le sait de manière empirique, les arbres et donc les forêts, évoluent lentement en comparaison aux autres organismes sur Terre. Du fait de leur taille, de leur sédentarité et de leur cycle sylvigénétique¹¹ de plusieurs siècles, ils sont le support d'une biodiversité qui a su trouver le temps et les conditions microclimatiques¹² pour co-évoluer et même parfois devenir indispensable pour leur propre survie (la relation symbiotique par les mycorhizes et les racines en est le parfait exemple). Les arbres ne sont donc pas les uniques acteurs de la forêt. L'évolution a su sélectionner une myriade d'organismes, de formes et tailles diverses, en passant des myxomycètes aux oiseaux forestiers, dont chacun utilise une niche écologique¹³ disponible et dont l'ensemble constitue avec les arbres, un écosystème forestier.

Si l'approche écosystémique ne date pas d'hier, elle doit être généralisée. Le Département de Santé des Forêt (DSF) avait d'ailleurs exprimé l'intérêt de cette approche pour identifier les causes des événements sanitaires des années 80 : « Une approche écosystémique est toujours privilégiée [en contexte sanitaire]. Elle permet de replacer l'arbre et le peuplement forestier dans son contexte stationnel et sylvicole et d'évaluer l'ensemble des facteurs en cause en les hiérarchisant dans le triptyque : facteurs prédisposants, déclenchants et aggravants. » [20].

II.2 Etat de conservation, que savons-nous ?

Grâce aux travaux de PatriNat, la France dispose désormais d'un rapportage régulier (tous les 6 ans) de l'état de conservation de ses habitats d'intérêt communautaire. En effet, le réseau Natura 2000 se compose en France de 1 755 sites, couvrant 12,9 % du territoire métropolitain terrestre dont la finalité est de maintenir ou restaurer le bon état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire [31]. Ils sont issus des directives « Oiseaux » et « Habitats, Faune, Flore ». L'effet escompté de ces sites est évalué sur l'ensemble du territoire aux échelles biogéographiques¹⁴, car c'est le niveau d'engagement des états membres de l'UE.

En 2019, seulement **18 % des habitats forestiers et 35 % des espèces forestières étaient dans un état favorable de conservation** [32]. Les paramètres mesurés contribuant le plus aux niveaux défavorables furent les fonctions, la structure¹⁵ et les perspectives futures.

II.2.1 Le fonctionnement

La notion de « fonctionnalité » est essentielle dans l'approche écosystémique. Le fonctionnement d'un écosystème, ici la forêt, repose sur un triptyque clair, une forêt fonctionnelle est « **productive, résistante et résiliente** » [33].

- **La productivité** forestière mesure l'efficacité de l'écosystème à transformer l'eau, les nutriments, la lumière en biomasse et en énergie, par unité de surface et de temps.
- **La résistance** est la capacité de la forêt à s'écarter le moins possible de son état initial lorsqu'une perturbation intervient.
- **La résilience** est la rapidité avec laquelle la forêt recouvre son état initial après avoir subi une perturbation

¹¹ Cycle de vie d'un arbre comprenant 5 phases : la Régénération (<10%), la Croissance (~10%), la Maturation (~33%), le Vieillessement (~33%), l'Effondrement (<20%) [30]

¹² Climat particulier à une station de petites dimensions et tributaire de la végétation, du microrelief, etc. [6]

¹³ Place occupée par un espèce au sein d'un écosystème, définie par son mode de nutrition et ses relations avec d'autres espèces [6]

¹⁴ Vaste zone qui présente des conditions écologiques relativement homogènes (climat notamment) avec des caractéristiques communes en termes de cortège d'espèces. Dans le cadre de la directive Habitats, l'Union Européenne compte sept régions biogéographiques : Alpine ; Atlantique ; Boréale ; Continentale ; Macaronésienne ; Méditerranéenne ; Pannonique ; Littorales de la Mer noire ; Steppe. La France est concernée par quatre de ces régions terrestres : - Alpine – Atlantique – Continentale - Méditerranéenne et deux marines (Source : Site MNHN).

¹⁵ Distribution et proportion relative des classes d'arbres qui composent un peuplement forestier [6]. La structure se décrit aussi par la physiologie des peuplements forestiers en se basant sur l'origine des tiges, c'est-à-dire si elles sont issues de semis ou de rejets, et sur la distribution des arbres

Une forêt fonctionnelle engendre des services dits, écosystémiques (SE), généralement divisés en quatre catégories [33], [34]:

- Les **services d’approvisionnement** ou de fournitures et de biens (matériaux et aliments)
- Les **services de régulation** (climat, crues, qualité de l’air et des eaux, maladies...)
- Les **services culturels** (récréatifs, esthétiques ou spirituels)
- Les **services support** (pollinisation, photosynthèse ...)

Etant donné leur nature, ces services sont essentiels pour la pérennité des espèces et donc des sociétés humaines.

La fonctionnalité des forêts est directement reliée à la notion de biodiversité. Ainsi, la crise majeure de biodiversité se répercute dans les forêts par une baisse des fonctions telles que la productivité (vu précédemment), une baisse de la régénération en sous-bois, d’un affaiblissement¹⁶ des groupes fonctionnels (saproxylique, pollinisateur, etc.), le développement d’espèces exotiques envahissantes, etc. Ce qui amène fatalement à une diminution des autres fonctions de résistance et de résilience.

II.2.2 La structure

Pour la structure, 82 % du volume de bois sur pied se situe dans des peuplements de type « futaie¹⁷ », mais seulement 4 % sont de type futaie irrégulière¹⁸ [35] ce qui témoigne d’une prédominance de la futaie régulière¹⁹, technique ancienne la plus utilisée qui permet d’optimiser la production d’un bois de qualité et adapté pour l’industrie. Les peuplements à mélange d’arbres issus de taillis sous futaie viennent ensuite : ils représentent 21 % des volumes de bois sur pied et ne voient diminuer leur part dans le total métropolitain que très progressivement [35].

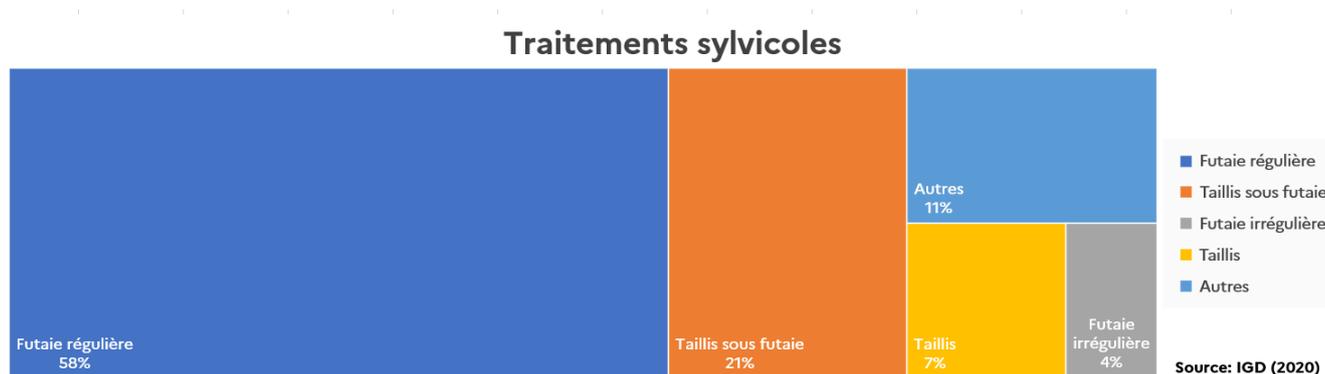


Figure 4 : Tableau de la répartition des traitements sylvicoles en France (Source : IGD, 2020)

On le voit donc, la structure irrégulière (traitement le plus proche de la structure forestière en condition naturelle) est très faiblement représentée sur le territoire métropolitain.

La diversité des traitements est une bonne chose car une biodiversité spécifique peut s’établir dans chacune de ces structures forestières, et peut ne pas être représentée dans les autres traitements [36]. Par conséquent, l’augmentation de la part des futaies irrégulières au sein des différents traitements à l’échelle de l’hexagone doit être réfléchi dans l’optique d’une reconquête de biodiversité forestière, et plus particulièrement dans le maintien des populations d’espèces spécifiquement forestières. A cela s’ajoute que ce traitement joue un rôle important en permettant la continuité du couvert forestier à un stade suffisamment avancé (présence d’arbres adultes), permettant ainsi d’augmenter le rôle de protection des forêts (avalanche, chute de bloc, glissement de terrain, protection des sols forestiers, etc.) [33].

¹⁶ L’affaiblissement ici exprimé peut concerner la baisse des effectifs d’une population ou la baisse de la diversité spécifique, qui peuvent avoir un impact sur la performance de ces groupes fonctionnels.

¹⁷ Peuplement forestier évolué provenant de semis naturels ou de plants [6]. On parle d’arbre de franc pied.

¹⁸ Type de futaie constituée d’arbres de tous âges et de toutes tailles [6].

¹⁹ Futaie constituée d’arbres de même âges et donc de tailles voisines [6].

Actuellement des recherches sont effectuées pour comparer ces traitements en termes de biodiversité. En effet, on observe une cristallisation des débats, avec un intérêt fort pour la sylviculture irrégulière pour les acteurs avec une sensibilité environnementale. Nous le verrons plus loin, le contexte forestier montre qu'il est difficile d'appliquer le principe de multifonctionnalité. On observe d'ailleurs sur le territoire beaucoup d'espaces forestiers à objectif unilatéral de production (ex : forêt des Landes), ou de préservation (parcelles en libre évolution, certaines aires protégées). En outre, les propriétaires forestiers tiennent à leur souveraineté dans leur choix de sylviculture. La forêt publique est plus multifonctionnelle, notamment du fait du rôle de l'ONF et de ses missions d'intérêt général. A titre d'exemple, la forêt francilienne de l'ONF est gérée par traitement irrégulier depuis 2017, suite à une demande sociétale forte

20

La recherche a donc un rôle à jouer pour aider à l'arbitrage des pratiques pour éviter toute position dogmatique et rendre encore plus difficile la concertation autour de la gestion forestière. Mais comme toute recherche, en particulier pour la forêt, il s'agit d'un travail sur le temps long pour être consensuel et partagé de tous, sans oublier qu'il n'existe rarement une réponse par « oui » ou « non », en particulier avec la réponse des écosystèmes qui sont des systèmes très chaotiques.

A titre d'exemple, une méta-analyse de 2016 tend à montrer que traitement régulier et irrégulier se valent du point de vue de la biodiversité [37]. L'article exprime cependant que la futaie régulière offre des niveaux de richesse équivalents avec la futaie irrégulière dans le cas où l'itinéraire technique laisse des arbres en « rétention » dont les modalités peuvent être de deux types :

- Rétention dispersée (des individus isolés)
- Rétention agrégée (des groupes d'arbres)

Ces arbres ou groupes d'arbres sont laissés sur place dans le but de :

- Maintenir la diversité structurale
- Fournir des graines pour la prochaine récolte (rétention de semenciers)
- Protéger le sous-bois en régénération (systèmes de coupes progressives)

Dans le cas de la méta-analyse, il est précisé qu'il faudra à l'avenir catégoriser la futaie régulière avec rétention pour déterminer un gradient de pratiques (quantité et configuration des arbres conservés), afin d'évaluer l'impact réel de ces pratiques de rétention sur la biodiversité.



Figure 5 : Différents niveaux de rétention ou réserve (agrégation ou dispersion)

Enfin, les résultats présentés reflètent la richesse spécifique (ici par groupe fonctionnel) mais ne décrivent pas les populations au sein de ces espèces [38]. Or leur état importe tout autant que le nombre d'espèces dans le fonctionnement d'un écosystème. C'est d'ailleurs l'angle assez réducteur de la dénomination « 6^e extinction massive d'espèces » qui n'interpelle pas la société sur les mesures alarmantes de l'état des populations (75 % de la biomasse d'insectes à disparue en moins de 30 ans [39]). Dans son livre « *Cette Planète n'est pas très sûre, Histoire des six grandes extinctions* » paru en 2022, Alexis Jenni, prix Goncourt de 2011 et agrégé de Biologie, témoigne de l'importance de cette prise en compte de l'état des populations qui est davantage le symptôme de l'extinction ou « annihilation » [40]

²⁰ <https://www.onf.fr/onf/+87d:la-sylviculture-appliquee-dans-les-forets-publiques-dile-de-france.html>

des espèces que la perte d'espèces ²¹.

D'ailleurs, les images de la Figure 5 ci-dessus peuvent illustrer l'impact potentiel sur les populations en faisant varier les modalités de rétention (la densité et la taille). On peut supposer qu'à la différence de la futaie irrégulière, ce type de pratiques, peu importe le niveau de rétention, réduit davantage les niches écologiques forestières disponibles et les possibilités de déplacements des espèces peu mobiles. Ceci peut diminuer les populations d'espèces dépendantes de la forêt, sans pour autant diminuer le nombre d'espèces mesurées. De plus, une baisse des populations est généralement synonyme d'une baisse de la diversité génétique puisque les flux sont davantage contraints, diminuant le brassage, la variabilité au sein des sous-populations et donc leurs résiliences.

Dans un entretien réalisé en mars 2022, à la question des différences des niveaux de biodiversité entre les deux traitements, Xavier Morin, Directeur de recherche au CNRS-CEFE de Montpellier, préfère tempérer les résultats qui suggèrent une équivalence entre les deux traitements. Selon lui, « on oublie trop souvent les différences en surface impliquant ces deux traitements. Il y a beaucoup plus de surface en futaie régulière qu'irrégulière. On peut évidemment trouver une biodiversité différente, notamment en ce qui concerne la flore en sous-bois, mais la différence de luminosité arrivant au sol est drastiquement différente. Il s'agit de comparaisons numériques, mais si l'on regarde la biodiversité plus spécifique des milieux forestiers, on trouvera davantage d'espèces et de groupes fonctionnels clés dans les forêts en futaies irrégulières. On compare simplement deux forêts très différentes. ». Le sujet n'est donc pas tranché, mais un rééquilibrage des traitements est gage du respect du principe de précaution ou de l'adage « ne pas mettre tous ces œufs dans le même panier ».

Enfin, dernier point sur la structure, dans leur guide, Marion Gosselin et Yoan Paillet soulignent l'intérêt des peuplements pluristratifiés quel que soit le type de traitement. En effet, un sous-étage bien développé permet l'expression d'une grande diversité d'arbustes, qui contribuent gratuitement à l'élagage naturel des arbres objectifs et constituent une ressource alimentaire pour la faune [33].

Pour résumer cette partie structurelle, essentielle à la gestion, un rééquilibrage en surface forestière sous traitement régulier et irrégulier peut être envisagé pour diversifier les traitements à l'échelle paysagère (à l'image de la mosaïque forestière²² prônée par l'ONF bien qu'elle ne fasse pas l'unanimité notamment concernant les tests d'introduction d'espèces exotiques sur certaines de ces forêts mosaïques). De plus, au sein de la futaie régulière, on peut estimer qu'un équilibre dans les modalités de réserve peuvent être intéressant pour permettre une alternative aux coupes définitives (souvent assimilées aux coupes rases par le grand public). L'utilisation de la technique des micro-troués est un exemple d'initiatives allant dans ce sens.

Ces recommandations sont cependant difficiles à mettre en place individuellement (ex: petites propriétés) et des orientations forestières collectives à l'échelle de grands massifs semblent être nécessaire, compatibles avec les impératifs de sécurité, d'opérabilité, et les facteurs stationnels [41]. Ce principe de diversification est donc général et doit s'effectuer sur des échelles régionales voir nationales [33]

II.2.3 Les perspectives futures

En ce qui concerne les perspectives futures, nous avons expliqué dans la partie précédente que l'effet majeur de la crise climatique sera le manque d'eau. Ce facteur limitant aura un impact déterminant sur l'avenir des compositions forestières actuelles. Dans un rapport de 2020, environ 3 % des forêts exploitées sont en impasse sanitaire²³ et des modélisations prévoient un taux de 7 % en 2050 [42]. Plus que jamais, la prise en compte de la biodiversité et celle du changement climatique dans la gestion forestière sont indissociables, mais ces questions ont grand besoin de recherche pour outiller les gestionnaires, dont la tâche est compliquée par la pression des ongulés sur la régénération.

²¹ <https://www.franceculture.fr/emissions/science-en-questions/les-dinosaures-se-sont-ils-eteints-d-un-seul-coup>

²² <https://www.onf.fr/onf/+/8e4:infographie-la-foret-mosaique-une-nouvelle-sylviculture-face-au-changement-climatique.html>

²³ Parcelles en état de santé critique et sur lesquelles une régénération naturelle est absente ou ne peut garantir le retour d'un peuplement durable au vu du sol et du climat [42].

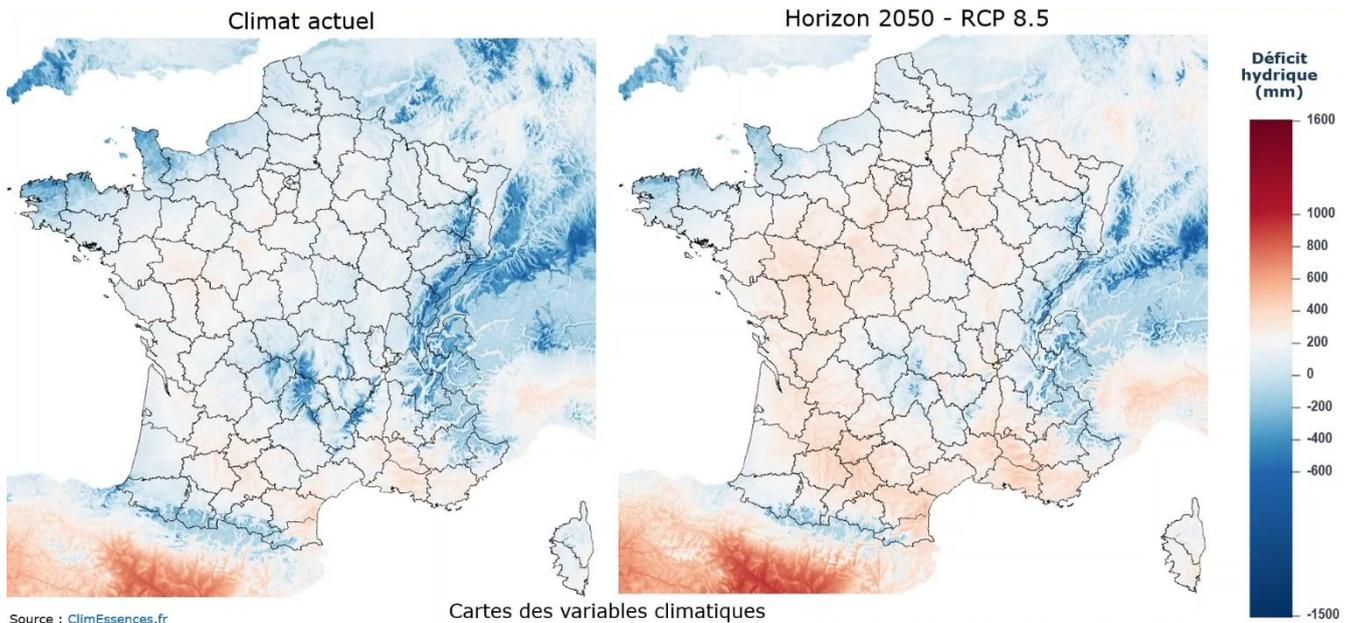


Figure 6: Variation du déficit hydrique à horizon 2050 (Source: ClimEssences)

Les catastrophes naturelles vont également s'intensifier dans leur ampleur et dans leur régularité [43] et des risques accrus aux incendies et tempêtes pourraient rendre encore plus vulnérables les espaces forestiers, à l'image ci-dessous des prédictions modélisées déjà en 2010 par l'IFN, l'ONF et Météo-France au sujet des zones potentiellement sensibles aux incendies à l'horizon 2040.

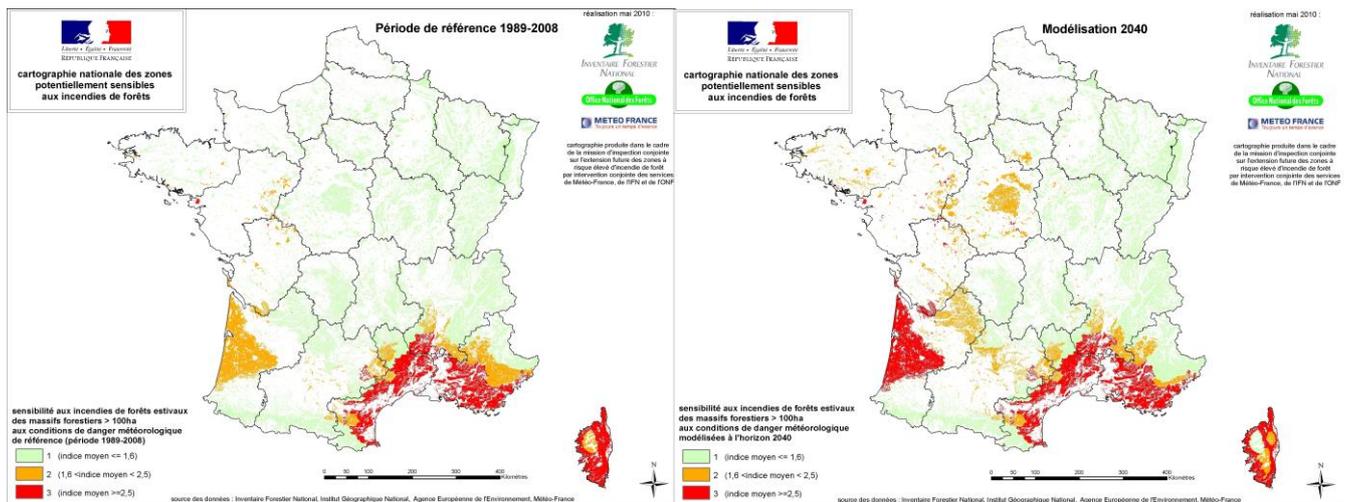


Figure 7: Variation du niveau de risque incendie en France à horizon 2040

Les tempêtes « Lothar » et « Martin » de 1999 ont été déterminantes dans cette prise de conscience de la vulnérabilité des forêts tempérées aux événements extrêmes. Contrairement aux forêts tropicales adaptées aux phénomènes cycloniques, la rapidité des changements actuels et la vulnérabilité de ces forêts laissent à penser que la mise en place d'une stratégie de gestion des crises sera nécessaire à l'avenir en particulier pour les incendies, les tempêtes et les épidémies [44]. La vulnérabilité des forêts face aux épidémies est illustrée ci-dessous avec le cas du scolyte, où les hausses des températures engendrent une augmentation des cycles de reproduction annuels de ces insectes xylophages laissant présager l'augmentation de pullulations potentielles dans les années à venir.

Nombre de générations potentielles de scolytes typographe au 1^{er} octobre et température moyenne annuelle pour la France

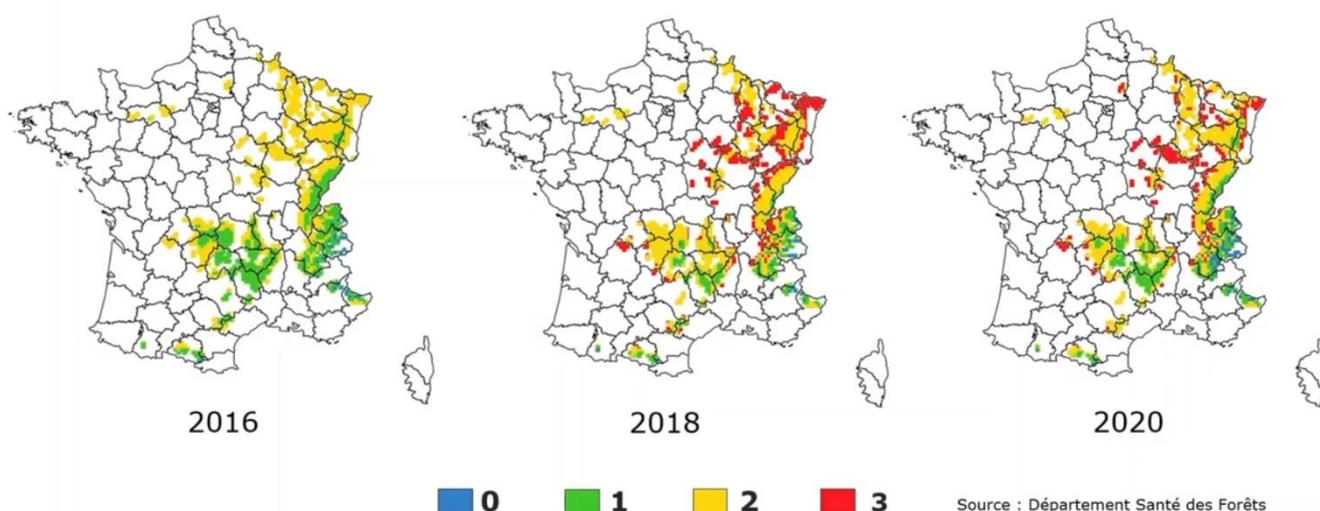


Figure 8: Evolution du nombre de générations annuelles chez le scolyte (Source: RMT AFORCE)

II.2.4 Quels enjeux de biodiversité forestière ?

Ceci amène donc tout un panel d'enjeu de biodiversité pour la forêt, issu du rapportage de Rouveyrol et al de 2021, qui seront déterminants pour ses perspectives d'avenir en tant qu'écosystème naturel mais aussi en tant que filière économique :

- La préservation de la naturalité forestière (forêts anciennes, forêts matures, bois mort, micro-habitats)
- Le maintien des milieux ouverts intra-forestiers
- L'adaptation aux changements climatiques
- La qualité et l'intégrité de sols forestiers
- L'atteinte d'un équilibre forêt-gibier compatible avec les objectifs de production.
- La préservation des espèces forestières à enjeux de conservation

II.3 Les grandes fonctions écologiques des écosystèmes forestiers

Pour rentrer plus en détails dans ce qui génère un fonctionnement optimal d'une forêt (production, résistance, résilience), il semble nécessaire de lister les fonctions écologiques cadres (voir Figure 9) qu'on peut considérer comme des services écosystémiques primaires.

II.3.1 La formation et composition des sols

Le sol se forme par le double processus d'altération de la roche-mère et d'apport de matière organique par les êtres vivants, notamment les arbres qui participent à l'apport de la matière première : la litière. La décomposition de cette dernière par les organismes décomposeurs va permettre l'accumulation d'une nouvelle matière, l'humus qui progressivement va se mélanger avec les éléments minéraux provenant de l'altération de la roche mère par les racines des arbres. Cet étagement entre horizons organiques et minéraux forme le substrat que nous appelons sol. Nos terres arables dont profitent notre agriculture et sylviculture sont l'héritage de ce processus naturel de constitution des sols par les écosystèmes naturels. Un sol n'est cependant pas homogène. Des caractéristiques fondamentales telles que la profondeur, la porosité, la teneur en éléments organiques et nutritifs, le type de roche-mère vont avoir une influence forte sur la composition de la végétation, d'où le choix des essences en sylviculture et du respect des conditions stationnelles.

II.3.2 La décomposition

Cette fonction se déroule dans les sols dont le résultat est que la matière organique morte est fragmentée et dégradée en éléments minéraux. Il s'agit donc d'une phase déterminante dans la fertilité des sols et donc dans la productivité de l'écosystème forestier. Bien que les études soient rares en forêt sur ce compartiment, quelques-unes suggèrent que le mélange d'espèces permettrait de stimuler l'activité des décomposeurs du fait de la diversité de la litière [45]. La diversité fonctionnelle aurait quant à elle un rôle prépondérant sur cette décomposition.

II.3.3 La productivité primaire

Il s'agit tout simplement de la production biologique nette, c'est à dire la différence entre la création de matière vivante et la perte de matière par mortalité. Cette productivité est dépendante du carbone atmosphérique, des conditions climatiques et de la disponibilité en nutriments dans les sols [46], d'où la relation étroite avec les fonctions précédentes. Cette productivité primaire est la fonction écologique première permettant l'atténuation de nos émissions de gaz à effet de serre, hors politique de sobriété. Cette productivité est difficile à quantifier mais dans le cas des forêts, le suivi sur le long terme de parcelles forestières exploitées permet d'en mesurer une approximation assez précise. En revanche, il ne faut pas oublier que la productivité primaire s'effectue à toutes les échelles biologiques et donc spatiales. En effet, bien que les plantations soient souvent considérées comme plus productive au regard de la ressource bois, il semble important de considérer la productivité des forêts sous l'angle écosystémique. Sous cet angle, les vieilles forêts peuvent être considérées comme productives, au sens où ces dernières peuvent proposer une optimisation de l'utilisation des niches écologiques disponibles.

II.3.4 Le recyclage de l'eau et des éléments nutritifs

Les forêts ont une forte capacité de rétention de l'eau. Elles régulent les crues du fait des obstacles multiples causés par les arbres, et sont par conséquent un outil puissant face à l'érosion. Cette captation des eaux superficielles permet une optimisation de l'infiltration de l'eau vers le sous-sol et permet la recharge en eau des nappes phréatiques. Les forêts interviennent également sur le cycle de l'eau au niveau atmosphérique du fait de la transpiration des arbres. Combiné à l'évaporation physique, cette évapotranspiration est un mécanisme majeur de régulation du climat local et donc du maintien des habitats associés à proximité.

Concernant le carbone, la photosynthèse est le mécanisme essentiel permettant l'utilisation du carbone atmosphérique. La respiration par les végétaux et la décomposition par les organismes du sol relarguent également du carbone, participant ainsi à un cycle.

En ce qui concerne l'azote et le phosphore, nutriments essentiels aux plantes, bien que les cycles soient complexes et qu'il ne soit pas question ici de les détailler, les forêts sont un écosystème avec une forte capacité de recyclage de ces deux éléments d'où la rare utilisation de fertilisant en sylviculture [3].

II.3.5 Les émissions de composés organiques volatiles (COV)

Les COV sont émis dans l'atmosphère par les plantes. Ces huiles essentielles et autres composés sont produits en quantité non négligeable par les forêts et interviennent au niveau du climat local. Ils favorisent la condensation et la formation de nuages à basse altitude par voie de conséquence, influençant ainsi l'albédo et les émissions de chaleur [3].

II.3.6 Les interactions biophysiques avec l'atmosphère

Comme nous venons de le voir, la forêt participe fortement à la régulation d'un climat local (évapotranspiration, albédo). Au-delà de ces fonctions biologiques influençant le climat, la caractéristique physique des forêts (hauteurs, densité, taille des forêts) joue également un rôle. Ainsi, la forêt est un obstacle physique aux flux d'air et permet de filtrer les particules fines en suspension et de les restituer au sol lors des précipitations.

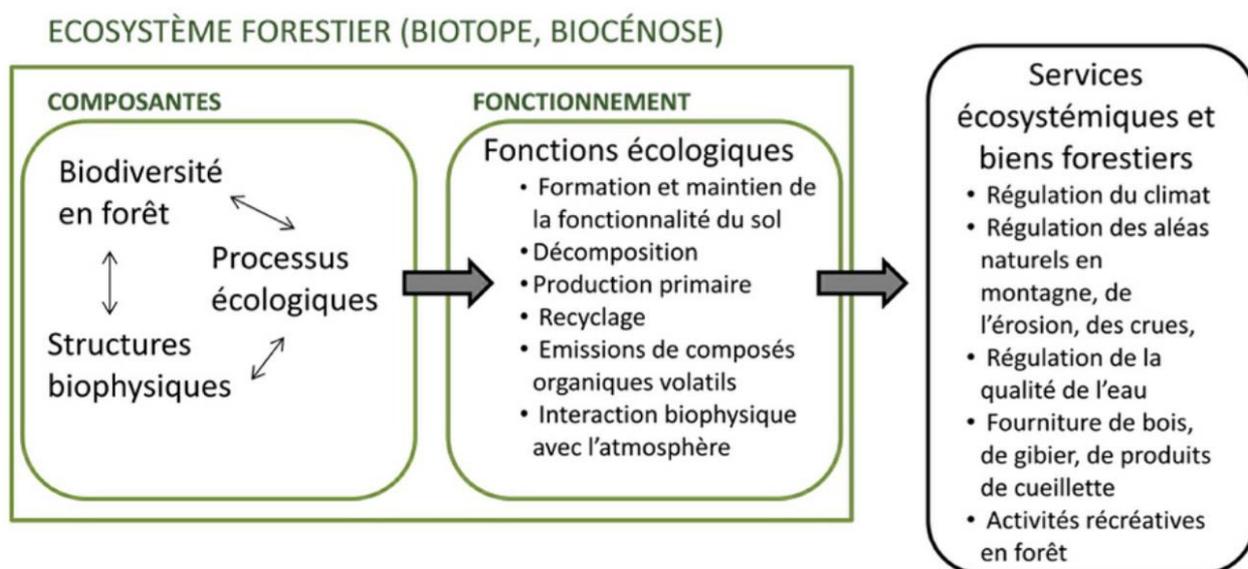


Figure 9 : La forêt support de biens et services (Source : EFESE 2018)

II.4 La tendance pour l'avenir

Etant donné l'enjeu de la ressource bois tant dans l'atténuation des effets du changement climatique que dans le secteur des matériaux, les chercheurs travaillent depuis longtemps à prédire l'avenir des forêts (volume, accroissement, mortalité, distribution), selon divers scénarios [42], [47], [48]. Dans son rapport de 2017, l'EFESE exprime qu'en 2050 la surface des forêts métropolitaines pourrait être comprise entre 18 et 21 millions d'ha [3], se référant notamment aux travaux de Bourgau (2008), selon lequel tous les scénarios partageront des paramètres lourds et déterminants sur les tendances à l'avenir : libéralisation des échanges, changement climatique, désengagement de la puissance publique, régression du secteur cynégétique. Concernant les paramètres divergents au sein des scénarios, le rapport fait état d'incertitudes critiques sur la gouvernance mondiale du carbone, le marché du bois, les choix sociétaux sur l'énergie, l'emploi et le développement local, l'équilibre agriculture-forêt et la spatialisation des différentes fonctions de la forêt. Il n'y a donc pas que des paramètres biotiques qui sont incertains, les paramètres socio-économiques et politiques le sont également.

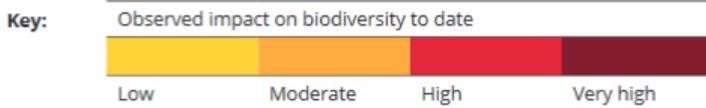
Malgré tout, ces tendances expriment que le volume de bois sur pied va augmenter dans les décennies à venir, ce pourquoi le Plan national de la forêt et du bois (PNFB) prévoit une augmentation dans les objectifs nationaux de prélèvement (voir partie IV.2.2.1). Comme le précise Dorioz (2017), les prélèvements sont aussi contraints par :

- Les contraintes physiques (fortes pentes, terrains humides, accès difficile) qui empêcheraient l'exploitation d'un tiers de la surface.
- La diversité des essences et types de forêts qui compliquent et renchérissent la gestion.
- La propriété privée morcelée et de petite taille (2/3 des propriétés ont moins de 1 ha).

A l'échelle de l'Europe, l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) liste 5 facteurs de changements (pressions) sur les écosystèmes forestiers et donc la biodiversité, dont les intensités d'impact vont évoluer avec le temps :

- La dégradation et/ou la perte d'habitats
- La surexploitation
- Les espèces exotiques envahissantes
- La pollution
- Le changement climatique

Habitat changes	Climate change	Overexploitation	Invasive alien species	Pollution and nutrient enrichment
Land use change: urbanisation, conversion to agriculture	Changes in temperature and precipitation	Unsustainable exploitation of timber and non-wood products	Fast-growing invasive alien species	Nitrogen enrichment
Changes in forest pattern	Fires	Recreation and tourism	Pests and disease agents, e.g. <i>Phytophthora</i>	Acidification
Fragmentation due to roads, forest isolation	Extreme events (droughts, frost, floods, storms)	Game hunting		Heavy metals
	Pests and diseases	Overgrazing		Air pollution
				Critical levels of ozone



Source: Adapted from EEA, 2015a, and ETC/SIA, 2014c.

Figure 10: Facteurs de changement (AEE, 2015)

Au-delà de l'aspect structurel (augmentation des volumes et surfaces) qui présage d'une dynamisation économique de la filière forêt-bois, l'état de santé des peuplements forestiers et donc leur biodiversité inquiète au vu de ces facteurs de changements. Il est cependant très difficile de mesurer l'état de la biodiversité [38]. Actuellement, seul un faible nombre d'espèces ou groupes espèces sont suivis. Des lacunes fortes subsistent pour certains groupes (champignons, mousses, lichens, coléoptères, etc.) dont l'importance est majeure pour les écosystèmes forestiers. L'état de la biodiversité est donc souvent approché indirectement. Nous l'avons vu précédemment, l'état de conservation des habitats en est un exemple concret.

Une illustration assez forte de cette tendance à la baisse de l'état de santé des forêts existe grâce au suivi des oiseaux communs (STOC EPS) depuis 1989. Après 30 ans de suivi, le STOC à mesurer une diminution de près de 10 % des populations d'oiseaux spécifiquement forestières [49], témoignant potentiellement d'une diminution de la biodiversité dans les échelles inférieures.

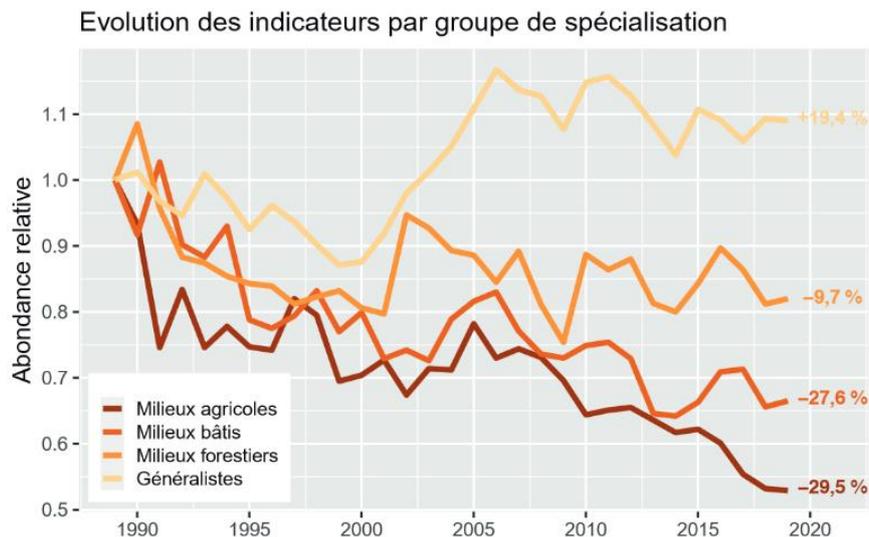


Figure 11: Evolution des populations d'oiseaux (Source : Fontaine et al. (2019))

Un autre suivi informatif existe pour décrire l'état des populations, il s'agit de la liste rouge de l'UICN. Le degré de menace identifiée par espèces est évalué sur différents critères : la taille de la population de l'espèce, son taux de déclin, la superficie de la répartition et son degré de fragmentation. En France métropolitaine, plus de la moitié des plantes forestières évaluées, 7 % des mammifères et amphibiens forestiers évalués et 17 % des oiseaux forestiers nicheurs évalués sont considérés comme menacés [50].

A l'échelle mondiale, la surexploitation (principalement déforestation) est un des facteurs de pressions les plus impactants pour l'avenir des écosystèmes forestiers. En France, ce n'est que très faiblement le cas (hors déforestation importée) avec un prélèvement actuel correspondant à 63 % de la production biologique nette [1]. La surexploitation identifiée concerne principalement l'influence de coupes rases à un niveau local et au retrait des arbres vieillissants ou morts au sein de l'écosystème [3]. Ces pratiques sont minoritaires mais sont particulièrement exposées médiatiquement, notamment pour leurs impacts sur les services écosystémiques. Plus généralement, c'est l'usage d'engins forestiers, caractéristique de la sylviculture moderne, qui a un impact avéré de l'exploitation sur la biodiversité et le fonctionnement des sols sensibles [3].

En résumé, il est à l'heure actuelle très difficile de prédire l'évolution des forêts de manière certaine. C'est un écosystème trop vaste et trop complexe pour espérer tout scénario déterministe. La forêt va continuer de s'étendre et d'augmenter son volume du fait de l'inertie mais les indications sur son état de santé inquiètent vivement sur ses perspectives d'avenir. Améliorer l'état de la biodiversité forestière va probablement devenir une mesure de précaution prégnante.

II.5 Un concept clé pour la biodiversité et sa conservation : la naturalité

Pour améliorer la prise en compte de la biodiversité dans un espace forestier géré, on sous-entend assez vite l'idée qu'il faille laisser davantage la nature se débrouiller, nuanciant ainsi l'adage forestier « imiter la nature, hâter son œuvre », et laissant émerger des éléments caractéristiques : les vieux bois, les gros bois, le bois mort ou encore les dendromicrohabitats. Au final, un concept clé devient le centre des réflexions, simple au premier abord mais beaucoup plus complexe dans sa définition, la naturalité.

Comme nous allons le voir, il existe un large gradient dans la naturalité des écosystèmes, ici écosystèmes forestiers. En effet, ce gradient de naturalité est dépendant de deux sous-catégories, la naturalité anthropique et la naturalité biologique, au sens des travaux de Gilg (2004), affinés depuis par plusieurs chercheurs.

Points de définition issus de l'article de Gosselin (2022) [51]

Naturalité Biologique : est définie par sa composition en espèces (flore, faune, fonge), sa structure et ses dynamiques de perturbations, ou ses processus écologiques (production primaire, herbivorie, prédation, nécrophagie, décomposition de la matière organique) ressemblant à ceux de forêts jamais exploitées ou non exploitées depuis longtemps se trouvant dans les mêmes conditions écologiques. Pour une forêt, qu'elle soit exploitée ou en libre évolution, la naturalité biologique peut être estimée à l'aide de métriques caractéristiques (bois mort, dendro-microhabitats, composition spécifique, structure, phase de la sylvigénèse), qui ont été calibrées à partir de comparaisons entre des forêts exploitées et des forêts à la fois anciennes et protégées en réserve intégrale depuis suffisamment longtemps.

Naturalité Anthropique : est définie par le caractère non entravé par l'influence humaine de la spontanéité des processus écologiques dynamiques actuels et éventuellement passés. La première composante de la naturalité anthropique a trait à la libre évolution et plus exactement à l'origine des perturbations : l'origine des perturbations y est naturelle depuis que l'écosystème est en libre évolution mais la naturalité biologique de cet écosystème peut très bien avoir été modifiée par les activités humaines dans un passé plus ou moins lointain. Pour une forêt, cette composante de la naturalité anthropique est la transcription scientifique de la libre évolution, comprise comme un phénomène pérenne durant un laps suffisamment long de fonctionnement autonome et sans activité extractive. Elle peut comprendre une composante végétale (pas de coupe de bois depuis un certain temps). Nous proposons aussi d'inclure dans la naturalité anthropique une composante « occupation du sol », simplement liée au fait que le caractère forestier de l'occupation du sol n'a pas été changé par l'homme depuis très longtemps. La naturalité anthropique comprend enfin une composante « changement globaux diffus » (pas ou peu d'influence du changement climatique, des pollutions, des invasions biologiques ou d'autres pressions anthropiques provenant de l'extérieur de l'écosystème sur la biodiversité). L'accent est souvent mis sur la composante « perturbation » de la naturalité anthropique,

celle liée à l'absence de gestion sylvicole et à la libre évolution et donc à la composante végétale, car la littérature forestière est centrée sur cette composante.

Selon Gosselin, cette distinction entre les deux types de naturalité clarifierait les termes des débats à ce sujet, plus précisément sur la libre évolution [51] ; elle est susceptible d'intéresser le propriétaire, en lui permettant de positionner la situation biologique de sa parcelle au sein de ce gradient.

S'il ne s'agit pas de placer un objectif de pleine naturalité (anthropique et biologique) qui stopperait de facto tout usage de la forêt autre qu'écologique (ex : libre évolution), il s'agit en revanche d'intégrer plus de processus de dynamiques naturelles au sein des forêts productives afin d'obtenir des itinéraires techniques plus sobres.

Pour comprendre plus précisément les déterminants biologiques de la naturalité, WWF a réalisé en 2013 un rapport définissant huit qualités écologiques (QE) élémentaires, clé de voute de la biodiversité et du fonctionnement des forêts naturelles [30] :

1. La diversité des espèces, des peuplements et des habitats associés
2. L'indigénat des arbres
3. La structure du peuplement
4. Les microhabitats et habitats d'espèces
5. La maturité du peuplement vivant et nécromasse
6. La dynamique
7. La continuité dans l'espace
8. L'ancienneté

Ce nombre important de paramètres écologiques engendre le gradient des deux figures ci-dessous, allant d'un extrême de forêts plantées exotiques à un autre extrême qui est celui des forêts primaires – quasi inexistantes en Europe.

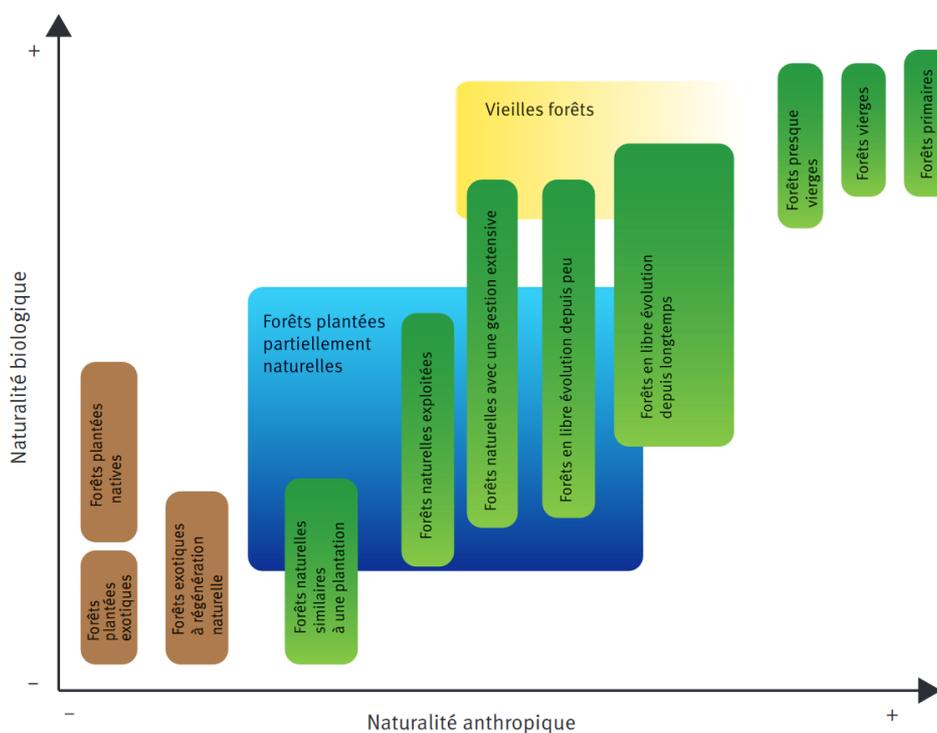


Figure 12 : Positionnement schématisique des types de forêts définis par Buchwald (2005) le long des 2 axes de naturalité (Source : Gosselin et al 2022)

On le remarque donc, naturalité rime avec maturité de l'état boisé. En effet, la sylviculture interrompt artificiellement le cycle naturel de la vie d'un arbre, appelé cycle sylvigénétique. La sylviculture interrompt ces cycles naturels en fixant pour chaque essence l'âge d'exploitabilité, la durée de révolution, selon l'optimum économique. Ceux-ci sont généralement plus importants pour les espèces feuillues que pour les résineuses, d'où l'intérêt porté à des essences comme le douglas dans les plantations, couplant croissance rapide et bois de qualité.

Actuellement, on estime que 79 % des arbres en France ont moins de 100 ans [52]. La corrélation entre la maturité et la biodiversité forestière permet d'affirmer que faire vieillir une surface substantielle de la forêt française pourrait être un objectif pour contribuer à une reconquête de la biodiversité tout en s'attaquant au défi de l'atténuation des effets du changement climatique. Cette stratégie « Biodiversité et Climat » dans les forêts gérées est particulièrement défendue dans le rapport « gestion forestière et changement climatique, une nouvelle approche de la stratégie nationale d'atténuation » [42].

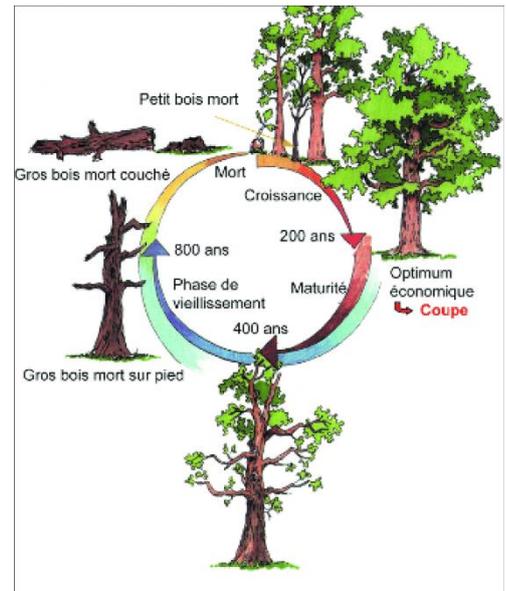


Figure 13: Schéma de la vie d'un arbre (Crédit: Rita Bütler)

Si l'exploitation forestière raréfie les stades âgés, la naturalité ne se résume toutefois pas au vieillissement mais s'établit tout au long du cycle sylvigénétique, soit dès la régénération, première phase de la sylvigénèse (voir les huit qualités écologiques élémentaires). Elle s'observe au-delà du monde végétal, concernant aussi la faune (carnivores, ongulés, microorganismes...) [51]. Certains groupes fonctionnels contribuent même grandement aux cycles sylvigénétique ou mécanismes essentiels tels que la dispersion ou la pollinisation.

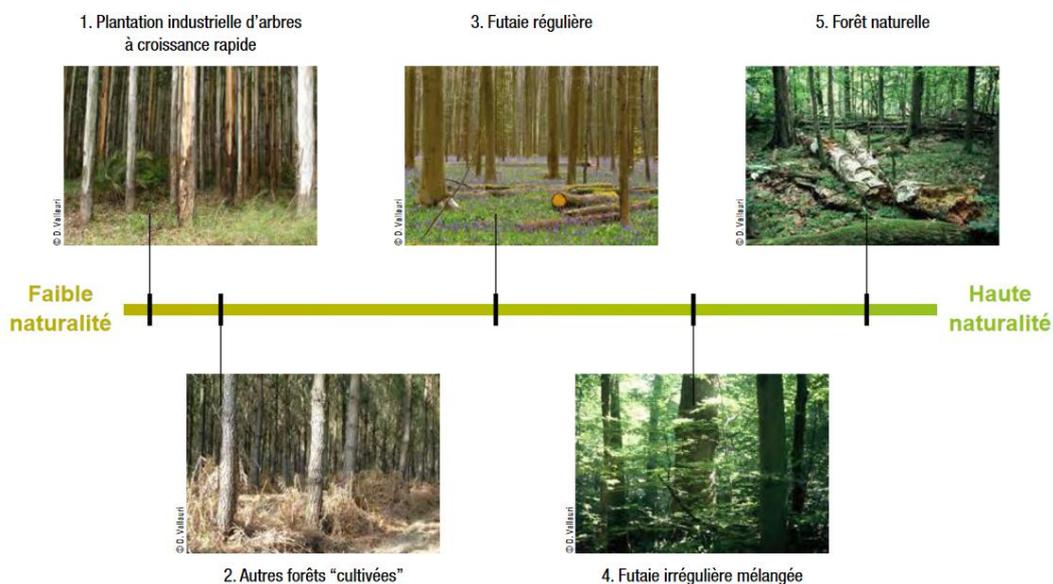


Figure 14 : Les grands types de gestion des forêts ordonnés suivant un gradient de naturalité à l'échelle du peuplement (WWF - 2018)

II.6 Le concept Etat/Transition, un exemple d'intégration de l'approche écosystémique

Le modèle conceptuel « états-transitions » permet de rendre compte de la nature des dynamiques des écosystèmes et de leurs réponses à la combinaison d'événements naturels et anthropiques dans un contexte donné [3]. Les états (E) correspondent aux grands types de forêt que l'on retrouve en France :

- E1 : Milieux ouverts forestiers = 0,9 M d'ha
- E2 : Plantations = 2,1 M d'ha
- E3 : Taillis = 1,7 M d'ha
- E4 : Futaies semi-naturelles (régulier, irrégulier, taillis sous futaie) = 10,3 M d'ha
- E5 : Forêts naturelles (non-exploitées pour raison physique ou réglementaire) = 0,6 M d'ha
- E6 : Milieux forestiers matures (forêts matures ou vieilles forêts) = 0,8 M d'ha

Les transitions (T) sont de deux ordres, sylvigénétique (succession naturelle) ou sylvicole (artificielle par gestion). Il existe ainsi 11 transitions caractérisant l'intensité des pratiques. Comme l'exprime le rapport EFESE, l'intérêt est de comparer les différents états et donc des grands modes de gestion, du point de vue de la biodiversité en général, des caractéristiques structurelles ou fonctionnelles du peuplement et du niveau de service écosystémique délivré [3].

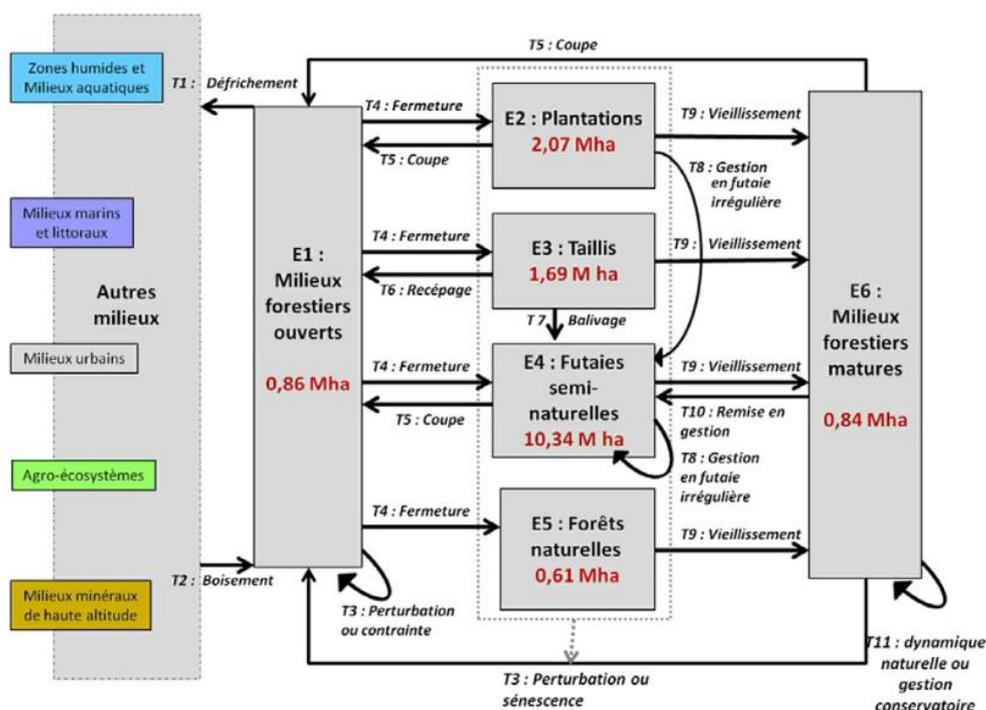


Figure 15: Schéma conceptuel états-transition (EFESE, 2017)

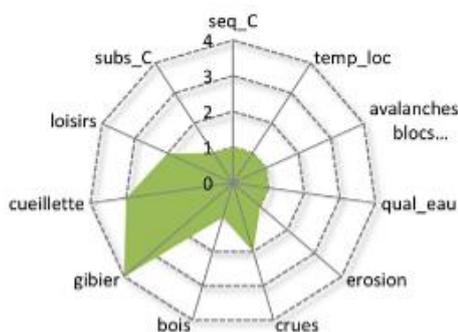
Analyser finement la biodiversité demeure difficile (cf. partie II.4). Dans son rapport, l'EFESE amorce une première comparaison entre la capacité à pourvoir un bouquet de services rendus selon les types de forêts. La notion même de service peut être arbitraire (certains doivent-ils être privilégiés par rapport à d'autres?). Sur la figure ci-dessous issue des travaux de l'EFESE, les futaies semi-naturelles semblent fournir le plus de services. Cette catégorie est en revanche très large et il n'est pas possible de distinguer futaie régulière (selon différents niveaux de rétention) et irrégulière. Cette surreprésentation constitue en outre un biais, les forêts de production étant très étudiées tandis que la portion de forêts naturelles et matures, très faible, demeure méconnue.

Enfin, il n'existe pas à l'heure actuelle de consensus sur la capacité de séquestration de ces différents types de forêts. Dans leur article de 2019, Thom *et al* expriment à l'inverse que les forêts matures, au-delà de 170 ans, semblent pourvoir plus de biodiversité et de services écosystémiques [53], notamment

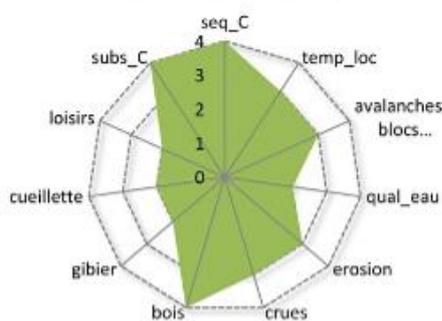
en terme de puit de carbone et en production de bois, allant à contre sens des représentations en radar de l'EFESE ci-dessous.

Les résultats de Thom *et al* (2019) ou encore du Bus de Warnaffe *et al* (2020), suggèrent que le vieillissement des forêts constitue une stratégie importante dans l'atténuation des effets du changement climatique, notamment la séquestration du carbone par les sols par accumulation du bois mort (service stratégique). Diversifier et équilibrer davantage les types forestiers dans la part nationale peut être une approche permettant d'appréhender l'angle carbone et biodiversité, et surtout le respect du principe de précaution du fait du non consensus de ces questions (cf. recommandation partie II.2.2).

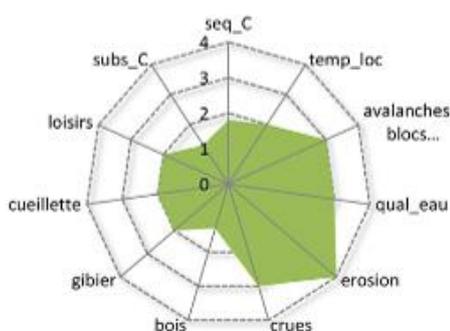
E1 Milieux forestiers ouverts



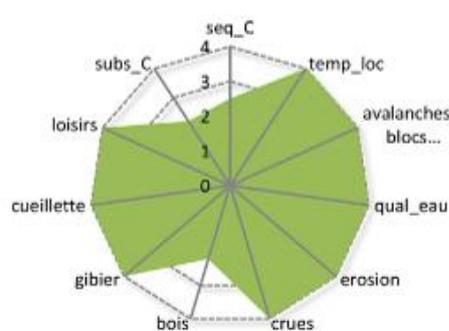
E2 Plantations



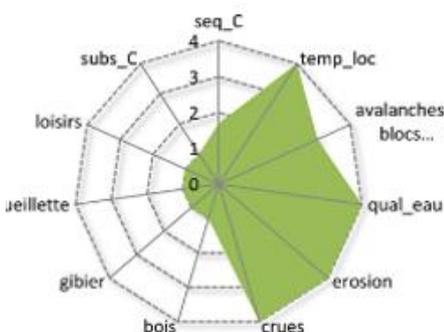
E3 Taillis



E4 Futaies semi-naturelles



E5 Forêts naturelles



E6 milieux forestiers matures

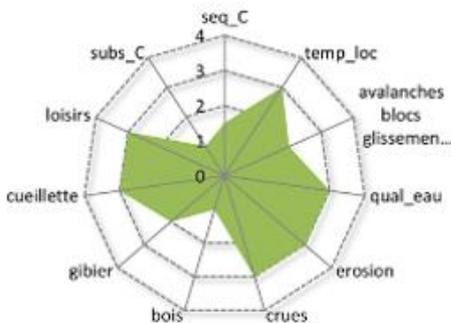


Figure 16: Les différents bouquets de biens et services délivrés par les états forestiers E1 à E6 (Source EFESE, 2017)

III. Prendre en compte la biodiversité en utilisant les processus de dynamiques naturelles

Nous venons de voir dans la partie précédente que, si la sylviculture veut prendre en compte davantage la biodiversité pour maintenir un état de conservation favorable, il faudra travailler sur plusieurs enjeux de biodiversité forestière (voir II.2.4). Dans la partie II.5, nous avons montré en quoi la naturalité est le concept clé pour permettre cette reconquête. Etant donné qu'augmenter la naturalité biologique, synonyme de « réensauvager », semble impossible techniquement, financièrement et à court terme, la stratégie de reconquête et d'intégration de la biodiversité en gestion forestière ne peut s'envisager que sous l'angle de la naturalité anthropique (voir graphique partie II.2.4) : utiliser des techniques moins interventionnistes (sobriété) si cela est techniquement possible, des processus de dynamiques naturelles ou Solutions Fondées sur la Nature (SFN)²⁴, avec pour objectif de permettre à la naturalité biologique d'augmenter progressivement. Cette partie concerne ainsi les initiatives à promouvoir dans la gestion forestière pour permettre d'améliorer la naturalité anthropique.

III.1 Permettre le vieillissement et la présence de nécromasse (QE²⁵.4, 5 et 6)

Il s'agit probablement de l'initiative technique la plus consensuelle pour prendre en compte la biodiversité dans la gestion forestière, puisqu'une biodiversité spécifiquement forestière (25 %) a besoin d'un niveau de maturité élevé (présence de bois mort). Comme nous l'avons vu dans la partie II.5, la maturité est un critère majeur de naturalité. La forêt métropolitaine étant très jeune (79% des arbres ont moins de 100 ans [52]), le potentiel de vieillissement est stratégique pour la reconquête de biodiversité forestière.

Pour la forêt, différents éléments peuvent être maintenus pour accompagner le retour de la naturalité, éléments qui sont rares ou manquants dans les forêts exploitées. On peut citer :

- Les gros arbres (au-delà de l'âge d'exploitabilité).
- Les arbres morts debout ou au sol.
- Les rémanents d'exploitations, volis, branches mortes.
- Les souches.
- Les arbres « habitats » (vieux et gros bois, arbres à loges, irrégularités divers...).

Le dernier point est important pour la gestion sylvicole : l'identification des irrégularités est aisée sur le terrain, et elles permettent le développement de dendro-microhabitats (DMH) propices pour des espèces spécifiquement forestières. A titre d'exemple, les épiphytes ont besoin d'un substrat (eau et matière organique) pour s'établir sur leur arbres support, et les interstices ou cuvettes peuvent permettre le dépôt de ces éléments organo-minéraux. Les épiphytes sont un bon exemple de l'approche écosystémique et du concept de niche écologique. Plus une forêt proposera de niches écologiques disponibles, plus la diversité aura la chance de s'exprimer sur les 3 dimensions de l'écosystème forestier. Dans le cas du bois mort, les avantages sont décuplés puisque sa décomposition participera à la fertilité des sols forestiers, au stockage de carbone dans les sols, au retour d'insectes saproxyliques qui eux-mêmes permettront le retour de leurs prédateurs (oiseaux forestiers, chauve-souris ou autres insectes).

Cependant, laisser des arbres dépérir peut mettre à mal la sécurité des forestiers et des visiteurs. Il s'agit

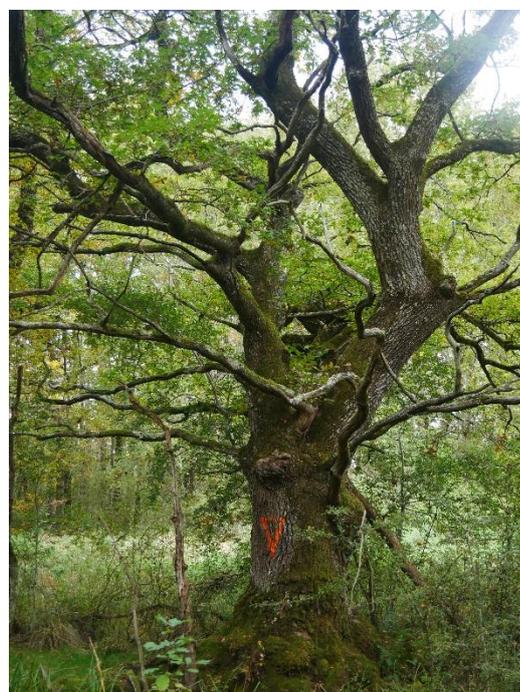


Figure 17 : Arbres habitat identifié par le forestier (Crédit : M. JEGU)

²⁴ <https://uicn.fr/solutions-fondees-sur-la-nature/>

²⁵ Qualité écologique (cf partie II.5)

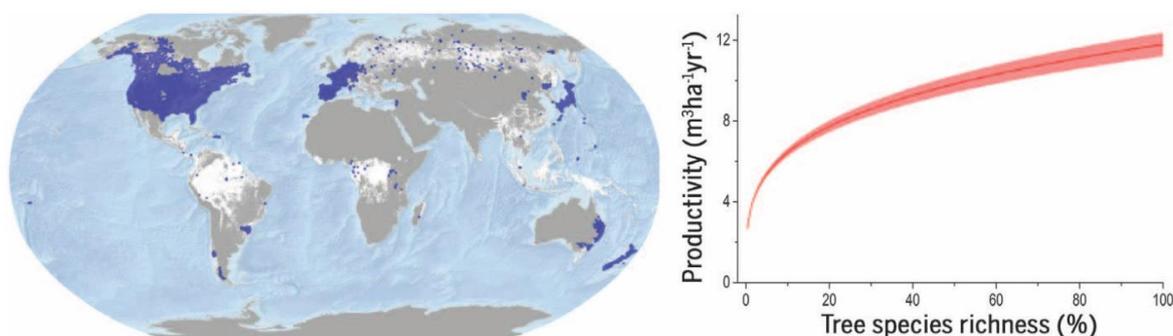
donc d'ajuster la planification parcellaire et d'établir une « trame de de vieux bois » afin d'obtenir une connectivité au sein et entre des parcelles forestières en intégrant diverses composantes de maturité telles que des îlots de sénescence, de vieillissements, le maintien d'arbres patrimoniaux (ancien, essence rare ou originale morphologiquement) et d'arbres habitats. La cartographie de cette trame permet de veiller à sa cohérence paysagère et pratique pour le forestier, et de l'intégrer dans les documents de gestion. Elles contribuent ainsi à la prise en compte de la biodiversité, et au maintien de la coupe de bois. Il s'agit d'une adaptation très localisée de la libre évolution témoignant qu'un juste milieu peut être possible pour maintenir les trois composantes de la multifonctionnalité (cf : graphique naturalité partie II.5.)

Enfin, les travaux de recherche sur le vieillissement tendent à mettre en évidence un apport majeur des vieilles forêts en services écosystémiques dont le stockage du carbone [53]–[55], et donc un rôle du vieillissement des forêts tant en termes d'atténuation des effets du changement climatique (séquestration du carbone dans le sol et sur pied) que de biodiversité [42].

III.2 Favoriser des peuplements mélangés (QE.1)

Pour maintenir le fonctionnement de l'écosystème forestier et donc ses services associés, un consensus émerge à propos des forêts mélangées [8]. Les recherches scientifiques attestent qu'en moyenne les peuplements mélangés pourvoient davantage de services que les peuplements homogènes [56]. De plus, d'autres recherches concluent que ces mêmes peuplements ont une moindre sensibilité aux pathogènes parce qu'ils limitent la connectivité des espèces hôtes [57]–[59] et une meilleure résilience aux perturbations naturelles [60]. Ces résultats convergent avec d'autres qui concluent qu'une plus grande diversité d'essences au sein des peuplements permet d'assurer une plus grande résilience [8], [61], [62]. Enfin, la qualité paysagère est également plébiscitée pour ces forêts mélangées [63], [64].

En plus de la fonction de résilience, ces mélanges semblent aussi avoir un impact positif sur la productivité. Dans une étude de 2016, comparant près de 30 millions d'arbres, de 8 737 espèces réparties dans 777 126 placettes à travers le monde (principalement en zone tempérée), la tendance générale témoigne qu'une faible diversité d'arbres réduit fortement les productivités primaires à l'hectare [58].



Global effect of tree species diversity on forest productivity. Ground-sourced data from 777,126 global forest biodiversity permanent sample plots (dark blue dots, left), which cover a substantial portion of the global forest extent (white), reveal a consistent positive and concave-down biodiversity-productivity relationship across forests worldwide (red line with pink bands representing 95% confidence interval, right).

Figure 18 : Résultats des travaux de Liang et al. sur la relation Biodiversité / Productivité (Science, 2016)

Cet article a analysé des peuplements allant d'un gradient de non gestion jusqu'au niveau intensif. La tendance générale est qu'à gestion égale, maintenir des forêts diversifiées permet d'augmenter la fonctionnalité des écosystèmes forestiers, dont la productivité est l'une des trois composantes (II.2.1).

Le corolaire est la conséquence de cette relation Biodiversité-Productivité sur la dynamique du carbone, et donc de l'atténuation des effets du changement climatique par les forêts. Si l'érosion de la biodiversité forestière continue, cela pourrait réduire de manière substantielle l'absorption du carbone par les forêts

[58]. La raison biologique de ces résultats réside selon l'article dans la diversité des niches écologiques²⁶ de ces espèces qui amène à un abaissement de la compétition entre individus d'espèces différentes, augmentant ainsi la productivité en plus d'une moindre sensibilité aux stress.

III.3 Utiliser des essences indigènes adaptées à leur station (QE.2)

La connaissance sur la biologie évolutive est très claire sur le rôle de la diversité génétique dans les périodes de stress et de catastrophes majeures. Une forte diversité génétique à des niveaux inter et intraspécifiques augmente les chances de voir émerger des espèces ou individus résistants bien qu'il s'agisse d'un phénomène aléatoire. Ce besoin de diversité n'est pas exclusif aux arbres, il est nécessaire dans toutes les règnes de la biodiversité (*Plantae, Animalia, Fungi, Bacteria, etc.*), et dans tous les compartiments de l'écosystème forestier (sol, sous-bois, canopée, clairières, cours d'eau, mares, etc.)

Cependant, il ne faut pas jouer la carte de la biodiversité uniquement sous l'angle quantitatif. C'est davantage la diversité fonctionnelle des espèces qui permet d'augmenter la résistance plutôt que l'assemblage de nombreuses espèces qui peuvent être proches fonctionnellement. De ce point de vue, il semble plus judicieux de mélanger des espèces d'arbres avec des niveaux variables de vulnérabilité et pour différentes formes de perturbations, afin de réduire le taux de dégâts et ainsi générer une barrière plus forte face aux perturbations et contagions par des pathogènes [60]. Il a par exemple été constaté des différences significatives dans la résistance aux tempêtes entre certaines essences du fait de leur système racinaire.

La biodiversité à tous les niveaux constituera un facteur de dilution du risque de non-adaptation au changement climatique [8], tout en gardant à l'esprit que les habitats forestiers concentrent notre plus grand réservoir de biodiversité terrestre, et que ces espaces demeurent les moins anthropisés²⁷. Leur capacité de régulation du climat local, pourra également servir de refuge pour des espèces non forestières mais qui dans des événements climatiques extrêmes, n'auront pas d'autres choix que d'y migrer partiellement, si leurs capacités de dispersion le leur permettent.

Pour toutes ces raisons d'ordre génétique et donc d'adaptation, il semble préférable d'utiliser des essences indigènes plutôt qu'exotiques car elles ont évolué avec le climat, mais aussi en fonction du sol et de leur biosphère environnante (leur station forestière) et sans oublier l'évolution de leur microbiote. Une part importante de la communauté scientifique met en doute l'utilisation d'essences exotiques et plus généralement la faible utilisation des processus naturels dans la sylviculture [65]–[67] mais aussi la remise en question du caractère adapté de certaines de nos essences indigènes [68], affirmation qui sous-estimerait peut-être les capacités de diversité génétique au sein des populations.

Le Livre blanc de la Société Botanique de France apporte un argumentaire de poids sur cette thématique, avec un souhait général d'une meilleure conciliation de l'exploitation forestière et de la biodiversité [66], [69]. En termes de capacité d'adaptation, trois ensembles de mécanismes permettent l'adaptation spontanée des essences autochtones [69], [70]:

- Le mécanisme de la sélection naturelle qui agit sur le long terme et qui nécessite une certaine diversité génétique
- Les mécanismes épigénétiques (mutations génétiques rapides induites par les pressions l'environnementales)
- Les mécanismes holobiontiques (symbioses issues de la co-évolution entre l'arbre et son microbiote)

Même si les essences indigènes ne sont pas adaptées, elles ont déjà connu des changements climatiques, et les mécanismes cités ci-dessus peuvent être un moyen d'y répondre. Pour Serge Muller et Guillaume Decocq « **Il faut continuer d'étudier ces mécanismes grandeur nature, dans des aires forestières protégées. En attendant, il faut réserver chaque essence là où les conditions sont optimales pour elle en prenant en compte l'évolution modélisée du climat** » [66], correspondant ainsi à la recommandation de respecter les essences à leur station forestière.

²⁶ Place occupée par une espèce au sein d'un écosystème, définie par son mode de nutrition et ses relations avec d'autres espèces [6]

²⁷ <https://agriculture.gouv.fr/deconfinement-redécouvrir-la-foret-un-espace-refuge-pour-la-biodiversite>

Enfin, c'est aussi les résultats passés de l'utilisation d'essences exotiques qui met à mal l'utilisation de ces dernières. Comme expliqué par Serge Muller et Guillaume Decocq « **Certaines sont même déjà envahissantes en France (robinier, chêne rouge, noyer noir), d'autres en Europe (Douglas en Allemagne, tulipier de Virginie en Belgique) ou ailleurs (pin de Monterey en Afrique du sud et en Australie). Le recours sans discernement à ces essences en foresterie est une aberration écologique et politique. En l'absence d'analyse du rapport bénéfice/risque et d'analyse rétrospective des pratiques du passé, le recours aux essences exotiques pourrait bien être une fausse bonne solution.** » [66]

Il existe aussi une menace forte pour les espèces locales notamment par l'introduction de pathogènes issus de ces espèces exotiques. Cela fut le cas pour le frêne, actuellement décimé par la chalarose, champignon introduit via le frêne de Mandchourie venu de Chine.

Cette recommandation de l'indigénat est pleinement cohérente avec l'approche écosystémique prônée par la communauté scientifique spécialiste de la forêt [65]. Elle correspond plus largement à celle d'enrichir les milieux pauvres (ou « inadaptés ») respectant ainsi l'idée « **qu'une stratégie d'adaptation prometteuse et efficace est d'abord d'essayer d'accompagner et d'améliorer les peuplements en place à chaque fois que cela est possible.** » sachant que « **Lorsque des plantations en plein sont indispensables, la priorité doit également être d'essayer de restaurer le plus rapidement possible une dynamique naturelle avec un mélange d'essences adaptées aux évolutions climatiques et réduisant l'exposition aux risques, notamment incendie** » [65]

III.4 Favoriser la régénération naturelle (QE.6)

Un troisième processus, la régénération naturelle, qui suppose la sélection naturelle des individus (et espèces) les plus adaptés à une station forestière, complète la résilience d'un écosystème forestier, et doit être privilégiée autant que possible [33]. Elle est tout autant signe de naturalité que la maturité des peuplements.

La régénération naturelle s'oppose aux plantations (régénération artificielle) qui peuvent malgré tout être une solution dans le cas d'impasse sanitaire (ou enrichissement dans une moindre mesure), mais aussi dans le cas d'une faible diversité génétique de semenciers, essences ou variétés en place inadaptés à la station ou menacés par le changement climatique [33]. Ces deux itinéraires techniques ont cependant un talon d'Achille, c'est l'herbivorie des grands ongulés. Des études attestent d'une variabilité d'appétence des espèces, et de manière générale, une plus grande appétence des plants issus de pépinières [71]. Pour les forestiers, il s'agit clairement d'une pression majeure pour l'avenir de la sylviculture [44], [68], [72].

Cependant, la régénération naturelle possède un avantage majeur, c'est de s'opérer dans une ambiance relativement forestière (présence d'un couvert). Il existe différents gradients structurels, comme nous l'avons vu dans la partie II.2.2 à propos des différents types de rétention dans le cas de la sylviculture régulière, soulignant qu'il existe un grand nombre d'ambiances forestières. Pour certains scientifiques et forestiers, la présence d'un couvert argumente en faveur de la régénération naturelle en particulier à cause du changement climatique et de la recrudescence des années de sécheresses, notamment les années 2017, 2018 et 2019, qui ont vu les plantations subir de nombreux dégâts dans leur taux de reprise ²⁸. L'analyse de l'année 2019 par le Ministère témoigne que « **plus de 90% de la mortalité des plants de l'année est d'origine abiotique, 5% est due à des animaux, 3% à des insectes et moins de 1% à des pathogènes.** », soulignant la difficulté de mettre en place des plantations en particulier à cause des effets de plus en plus forts du changement climatique.

²⁸ <https://agriculture.gouv.fr/bilan-sanitaire-des-plantations-de-2019-une-mauvaise-annee-en-terme-de-taux-de-reprise>

La plantation est un itinéraire technique très interventionniste et coûteux pour le forestier. Une fois planté, chaque plant nécessite une surveillance et intervention du forestier pour sécuriser l'investissement [73]. La régénération artificielle peut en outre impliquer une étape d'ouverture du peuplement qui peut défavoriser des espèces inféodées aux peuplements fermés donc typiquement forestières [33].



Figure 19 : une plantation engendre de nombreux coûts pour obtenir les meilleurs taux de réussite, ici des enclos individuelles (Source : ONF)

Les forestiers partagent le constat que le renouvellement forestier est de plus en plus incertain, du fait de la hausse annoncée des déficits hydriques et vagues de chaleur [43] ou encore de la pression de l'herbivorie par les ongulés sur la régénération²⁹. Les itinéraires sylvicoles doivent être d'autant plus réfléchis : il s'agit de trouver des solutions assurant le meilleur compromis entre diversité génétique, adaptation au climat, qualité de biodiversité, et coût. Ces solutions doivent reposer autant que possible sur la régénération naturelle, en essences objectifs ou en essences d'accompagnement.

III.5 Maintenir un équilibre forêt-ongulés

Etant donné la partie précédente, on comprend qu'il s'agit ici d'un élément majeur pour la sylviculture et concorde encore une fois avec la vision écosystémique. La faune participe de l'écosystème forestier, mais dans de nombreux secteurs forestiers de France, un déséquilibre forêt-gibier compromet par endroits le renouvellement forestier. En forêt domaniale, il est jugé insatisfaisant pour 50 % de la surface³⁰.

Cela témoigne notamment d'un système de gestion des niveaux de populations de grands ongulés, et de leur équilibre avec le milieu forestier, ne répondant pas aux enjeux actuels auxquels est confrontée la forêt.

Cette pression peut aussi avoir un impact négatif sur la diversité faune-flore, notamment en privilégiant une flore rudérale, en rendant une compétition déloyale pour la ressource alimentaire avec des espèces patrimoniales (ex : tétras, gélinotte) ou encore par la destruction de nids d'oiseaux nicheurs au sol [33].

La chasse est par conséquent un outil de régulation (qui ne dépend pas directement du forestier) dans le cas où certains espaces se retrouvent dans une situation compromise en ce qui concerne leur renouvellement, mais il peut également s'agir de trouver un compromis d'un point de vue technique. En effet, le forestier peut travailler à maintenir un sous-bois étagé permettant la coexistence entre les deux usages. Cette pratique s'opère en futaie irrégulière mais lorsque les populations des ongulés deviennent excessives, la régulation par la chasse y devient nécessaire [74].

²⁹ <https://www.onf.fr/foret-exception/aigoual-foret-dexception/tous-les-contenus-de-cette-foret/+b78::la-chasse-un-prerequis-pour-planter-les-forets-de-demain.html>

³⁰ <https://www.onf.fr/+ca::un-automne-en-foret-avec-lonf.html>

DONNÉES

DISTRIBUTION DES FORÊTS
DOMANIALES SELON L'ÉTAT
DE L'ÉQUILIBRE FORÊT GIBIER
(SOURCES : ONF, 2015)

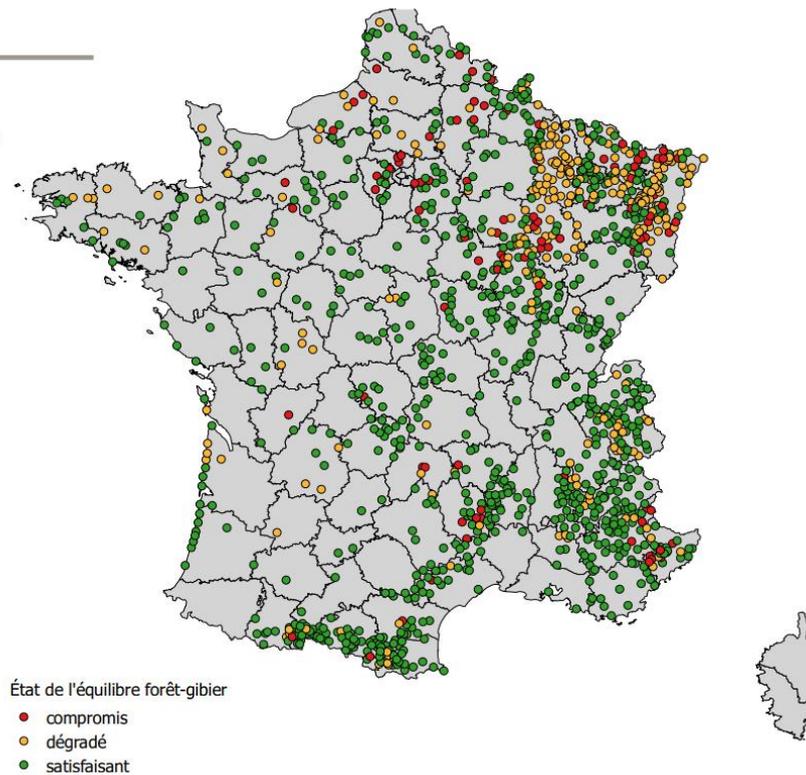


Figure 20: Carte de l'équilibre forêt-gibier de forêts domaniales (ONF, 2015 : l'équilibre forêt-gibier était alors jugé insatisfaisant pour 34 % de la surface)

D'un point de vue technique, l'objectif sera de maintenir les sources de nourriture et les zones de refuge pour limiter les dégâts au peuplement [33]. On comprend ici l'intérêt de maintenir des milieux intra-forestier (partie suivante) tels que des prairies et des clairières pour répartir la pression sur la ressource alimentaire. Il peut s'agir également de mettre en place des cloisonnements sylvicoles plus larges, passant de 2,5 m à une largeur variable entre 4 et 6 m [75], pour laisser davantage de lumière arriver au sol pour le développement d'une végétation ressource (cloisonnements faune-sauvage). L'autre intérêt est de concentrer le passage des engins lors des différents travaux d'exploitation. De plus, le maintien d'une végétation spontanée en sous-bois (herbacé et ligneuse pionnière) permet la protection, le gainage des semis objectifs, et les ligneux non-objectifs permettent aussi de satisfaire les besoins des cervidés (l'abroustissement, le frottis ou l'écorçage).

Ce sujet est éminemment compliqué d'autant plus que les connaissances scientifiques sur le lien entre ongulés et diversité de la faune et de la flore forestières sont partielles [33]. Le suivi des populations (pour adapter les plans de chasse), la recherche et l'expérimentation sur les itinéraires sylvicoles à mettre en place pour faire coexister les usages de l'Homme, les grands herbivores, la biodiversité et l'adaptation au changement climatique semblent plus que nécessaire.

III.6 Maintenir les milieux intra-forestiers et forêts anciennes (QE.4 et 8)

Comme tout écosystème, la forêt est interconnectée avec un ensemble d'écosystèmes dans lesquels les flux (espèces, matière organique, matière minérale, etc.) permettent la coexistence de l'ensemble avec un certain niveau d'équilibre. C'est d'ailleurs en cela que la baisse de la connectivité des habitats (artificialisation, agriculture intensive), amène à une baisse de la diversité génétique par manque de flux de gènes, entraînant ainsi un affaiblissement des populations locales (faune et flore).

Comme nous l'avons vu, il existe des espèces inféodées à l'écosystème forestier, mais il existe aussi des espèces dont le cycle de vie ne se fait pas en totalité dans le compartiment forestier. Ces espèces peuvent s'établir dans des habitats dit « associés » mais qui représentent une part substantielle de la biodiversité forestière, et dont l'enjeu de conservation paraît essentiel. On peut citer les clairières et les prairies par exemple. Les zones humides intra-forestières (mares, étangs, tourbières) sont un enjeu encore plus important puisque ces espaces ont fortement baissé en surface et subissent une forte dégradation ces dernières décennies. Sans compter que les milieux aquatiques sélectionnent de manière très stricte les espèces s'y développant, et leur maintien participe à la conservation des espèces à enjeux fort de conservation (Amphibiens).



Figure 21 : Clairière en forêt, riche en insectes pollinisateurs et proposant de la ressource aux ongulés (Crédit : M.JEGU)

Ces espaces n'entraînent pas de retombées économiques directes pour les propriétaires et ont parfois besoin d'entretien et donc d'investissement pour être maintenus et éviter les dynamiques de fermeture de milieux (terrestres) ou d'atterrissement (aquatique).

Cependant, et c'est tout l'intérêt de la notion de services écosystémiques, ces espaces associés permettent à la forêt de dévoiler sa pleine fonctionnalité. Les pratiques de conservation de ces espaces associés n'auront probablement pas de répercussion visible à court terme sur la productivité forestière, mais les niveaux de biodiversité associés sont, comme nous l'avons vu dans la partie II.2.1, déterminant pour la production biologique durable des forêts (figure partie III.2).

En parallèle, ces espaces, en particulier les clairières et les prairies, peuvent servir de zones de gagnage pour les ongulés, ce qui peut participer à la régulation des dégâts sylvicoles par ces derniers.

Dernier point et non des moindres, concernant le caractère patrimonial des espace forestiers, il s'agit de l'enjeu des forêts anciennes, c'est-à-dire les forêts dont l'état boisé n'a pas subi d'interruption depuis l'avant minimum forestier, soit 200 ans. Ces forêts hébergent une grande partie de la diversité biologique de nos forêts, dont des éléments rares (voir partie III.1) [33].

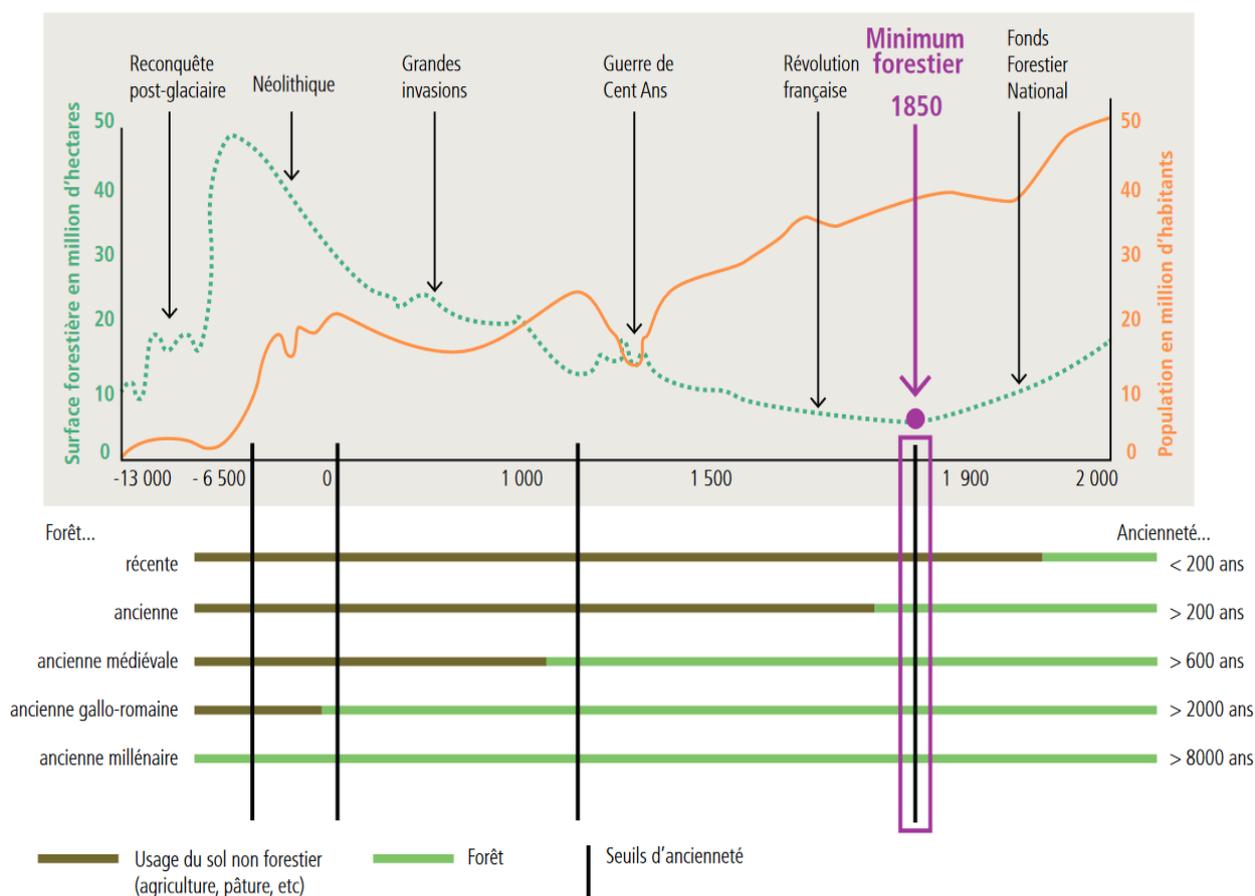


Figure 22 : Evolution de la surface forestière en France et schéma de l'ancienneté de l'état boisé (Source : Parcs nationaux de France, adapté de Gaudin, 1996)

III.7 Préserver l'intégrité des sols

Les sols sont désormais largement reconnus pour leur caractère fondamental dans le fonctionnement des espaces naturels mais aussi semi-naturels (agricole et sylvicole). Il s'agit du substrat pour l'établissement (physique de sols) et de la ressource alimentaire pour toutes les espèces végétales (chimie des sols). Ces deux catégories sont liées à l'activité biologique qui est le troisième compartiment essentiel. Les microorganismes sont à la base de la fertilité des sols, et d'autres organismes, tels que les lombrics, véritables « ingénieurs de l'écosystème », sont à la base de leurs structures. La gestion forestière doit donc impérativement prendre en compte l'intégrité des sols pour maintenir une gestion durable de la ressource bois et de l'écosystème forestier.

Cette prise en compte se situe principalement sur la manière d'utiliser les engins mécaniques. Comme l'agriculture, le compactage des sols est un risque fort, notamment en bloquant l'aération et la perméabilité des sols ce qui peut avoir un impact direct sur la productivité.

Plusieurs initiatives sont utilisées par certains forestiers :

- Limiter la surface parcourue par les engins.
- Privilégier les engins légers et de faible portance.
- Promouvoir le débardage par câble (ou à cheval pour des cas particuliers).
- Eviter la circulation sur sol humide pour éviter les ornières et toutes déstructuration des sols.
- Mettre en place un schéma optimisé de desserte et de cloisonnements d'exploitation et sylvicole, en privilégiant ces voies sur les parties les plus portantes et bien drainées des parcelles.

III.8 Maintenir un couvert continu et si possible pluristratifié (QE.3 et 7)

Cette initiative complète la précédente. En effet, comme en agriculture, maintenir un couvert permet en premier lieu d'éviter le phénomène d'érosion et par conséquent la perte nette en nutriments et en carbone pour les écosystèmes forestiers.

De plus, comme nous l'avons vu au sein de la partie régénération naturelle, le couvert continu assure une continuité de l'état boisé, de l'ambiance forestière, et donc des niches écologiques, (ce qui n'est pas le cas lors de coupe définitive ou coupe rase, qui oblige la migration partielle des populations strictement forestière). La prise en compte populationnelle est donc majeure avec cette démarche.

De même, le maintien d'un couvert dans le cas d'enrichissement est bénéfique aux semis naturels et plants, l'ombrage atténuant le dessèchement des sols et des plants lors de vague de sécheresse et chaleur.

Cette préconisation n'est pas des plus aisée, notamment lors d'un choix de transition pour passer d'une sylviculture régulière à une sylviculture irrégulière. La difficulté première pour la transition concerne l'entretien des semis à faire émerger du sous-bois qui sont très vite concurrencés par la végétation spontanée en particulier sur les sols riches [76].

IV. Les freins à la prise en compte de la biodiversité

IV.1 La difficulté de respecter le principe de multifonctionnalité

Bien que scientifiquement robuste, cet argumentaire en faveur de l'intégration de la biodiversité dans la gestion forestière doit se confronter à un principe de taille inscrit dans le code forestier : la multifonctionnalité ³¹. Respecter tous les usages de la forêt sur un même espace au nom de ce principe semble une tâche ardue. On peut prendre l'exemple d'une forêt mélangée dont l'objectif initial serait de maintenir une vulnérabilité la plus basse possible face aux tempêtes et ravageurs. On peut donc imaginer une parcelle irrégulière pluri-espèces feuillues. Les fonctions de protection et écologique semblent respectées, mais qu'en est-il économiquement ? La qualité des bois diffère entre les essences et certaines ne sont pas aussi attractives que d'autres sur le marché du bois. Se pose donc la question de la faisabilité et de l'équilibre avec la fonction économique de la forêt, autrement dit : que représente le coût d'une exploitation sélective et d'un possible affaiblissement du capital économique en diversifiant ses parcelles ? Vaste sujet, qui va au-delà du travail d'un forestier puisque c'est bien l'entremêlement des composantes sociale, économique et environnementale avec lesquelles il faut trouver le bon dosage, dans chaque contexte local. Il semble dans tous les cas primordial de préserver la capacité de production de bois afin que les filières économiques qui en dépendent puissent perdurer, voire se développer [69].

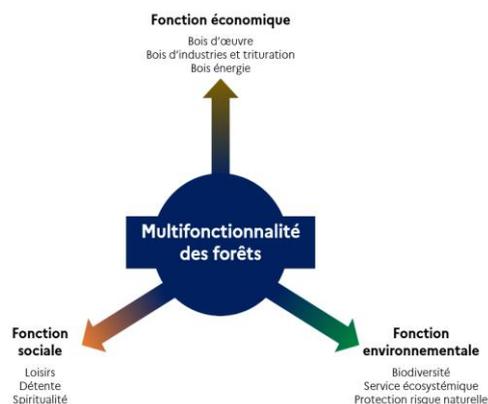


Figure 23: Schéma de la multifonctionnalité forestière

Pour la rédaction de ce rapport, divers acteurs de la gestion forestière ont été rencontrés et il semblait important de comprendre pourquoi, malgré l'existence d'initiatives pour prendre en compte la



³¹ La gestion menée par les forestiers valorise à la fois les fonctions économique, environnementale et sociale des forêts, et participe à l'aménagement du territoire (Source ONF)

techniquement difficiles à appréhender en forêt gérée et qui ont été traités lors de cette formation des CRPF. En effet, l'avifaune fait partie de la faune la mieux connue mais aussi la mieux protégée réglementairement (Directive « Oiseaux » et sa transposition dans le droit français par l'arrêté ministériel de protection de l'avifaune du 29 octobre 2009). Les réseaux de naturalistes suivent assez précisément ces espèces, et orientent les obligations internationales de préservation via des recommandations pour permettre le maintien de leur cycle de vie, en particulier leur reproduction. Dans le cas des oiseaux forestiers, cela implique des périodes et des zones de non dérangement, pouvant affecter directement le travail des forestiers. Lors de cette formation, deux visions opposées s'affichaient avec d'un côté des professionnels de la forêt pour lesquels la préservation de ces espèces s'apparente à de la mise sous cloche et donc à rebours du principe de multifonctionnalité, et de l'autre côté, des gestionnaires naturalistes qui considèrent qu'il s'agit d'un simple respect des obligations de préservation qui prévalent sur les objectifs de production. A titre d'exemple, on retrouve au sein des annexes vertes des recommandations pour toutes les espèces d'intérêts communautaires. Ces documents sont rédigés par les CRPF. Dans le cas de certains rapaces forestiers, une limite de 300 m de rayon est préconisée pour établir une zone de quiétude. Celui-ci équivaut à une zone de non exploitation des bois pendant la période de reproduction de l'oiseau. Pour un rayon de 300 m, cela représente donc une surface non exploitée de 28 ha, sachant que 8 % des propriétaires privés et 55 % des surfaces de forêts privées font moins de 25 ha (cf. Figure 2).

Voici pour information, les mois de l'année où ces oiseaux sont particulièrement sensibles au dérangement :

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Aigle botté					Orange	Rouge	Vert					
Bondrée apivore						Orange	Rouge	Vert				
Circaète Jean-le-blanc				Orange	Rouge	Vert						
Milan royal				Orange	Rouge	Vert						
Vautour moine		Orange	Rouge	Vert								

(Données issues du référentiel régional « oiseaux »)

Il s'agit d'une période correspondant à la ponte (en orange), à la couvaison (en rouge) et à l'élevage des jeunes jusqu'à leur envol (en vert).

Figure 26 : Exemple de recommandations pour l'annexe verte d'Occitanie

De plus, l'accès aux données naturalistes peut devenir parfois une source de conflit et de méfiance entre naturaliste et gestionnaire forestier. En raison de perturbations voire de destruction d'espèces à enjeux, certains réseaux ne souhaitent plus communiquer les indices de présence auprès des propriétaires et gestionnaires. Pour les gestionnaires, la connaissance sur la présence de ces espèces est pourtant la clé de leur préservation.



Figure 25 : Discussion entre propriétaires, naturalistes et les CRPF

Lors d'un atelier fin 2021 de France Nature Environnement (FNE), c'est la vision « grand public » qu'il nous a été possible d'observer. FNE et d'autres ONG, notamment celles à l'initiative du rapport « Forêts françaises en crise » de 2020, militent pour une implication plus forte de la société civile dans la gouvernance des forêts en tant que « bien public forestier » [76]. Des initiatives telles que la labélisation de forêts domaniales en « Forêts d'Exception », permettent d'entrevoir ce que pourrait être des espaces forestiers gérés de manière plus concertée ³⁴.



Figure 27 : Présentation aux membres FNE de la gestion de la forêt de Bords

Des demandes plus précises sont ressorties lors de ces échanges, telles l'explication de la gestion forestière aux usagers par des panneaux, un rôle de zones éducatives pour les forêts, à l'image des propositions de François Sarano lors de l'Université populaire de la biodiversité et de l'idée de recourir à des « classes forestières » en transition des « classes de neiges » ³⁵. Ces demandes témoignent de l'envie générale de connaître davantage les écosystèmes forestiers et le monde professionnel forestier, considéré comme trop opaque, ce qui est cohérent avec le constat souligné par les CRPF sur le manque de connaissance du grand public.

Ces exemples montrent qu'il y a donc bien deux mondes à réconcilier. La multifonctionnalité doit être l'horizon commun mais qui ne s'atteindra que par une volonté forte d'intégrer davantage d'acteurs dans la gouvernance et la gestion locale des forêts. De plus, une demande forte en connaissance forestière émerge, dont les formations initiales seront la porte d'entrée pour impliquer les futures générations.

IV.1.2 Vers une approche commune de la multifonctionnalité

Étant donné les divergences très fortes entre les défenseurs d'une « spécialisation » des forêts, pour Christian Barthod, il semble difficile d'imaginer un « Yalta des forêts françaises » intégrant « mise en réserve intégrale, production intensive et un tissu interstitiel de gestion extensive, [...] permettant des stratégies cohérentes sur le moyen et long terme » [78]. En conséquence, le discours et la pratique de la multifonctionnalité, sans résoudre tous les problèmes, offrent des marges de manœuvre possibles pour une stratégie gagnant-gagnant et il ne faut pas voir la gestion multifonctionnelle comme une répartition égale entre chaque fonction [78]. Chaque territoire à sa spécificité et ses enjeux (qualité de l'eau, emploi,

³⁴ <https://www.onf.fr/foret-exception/le-label-foret-dexception/+286::les-enseignements-de-foret-dexception-concertation-et-dialogue-territorial-en-foret.html>

³⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=vvDtRVweYgI>

tourisme, etc.). Il s'agit donc bien de trouver dans chaque cas particulier la bonne hiérarchisation des enjeux environnementaux, économiques et sociaux, qui diffèrent selon :

- Les unités de gestion (UG) impliquées.
- La localisation de ces unités (climat, sol, pente, etc.)
- L'agencement spatiale de ces unités (petites unités, morcelées, etc.)
- L'échelle d'analyse pertinente de ces enjeux (une UG, plusieurs UG, bassin versant).

Il semble important à ce jour de reconnaître des critères écologiques essentiels au maintien d'une gestion multifonctionnelle durable de l'écosystème forestier, en sachant à l'avance que l'exploitation forestière aura toujours un impact sur la biodiversité. Il doit y avoir une réflexion dans chaque contexte socio-économique sur les effets négatifs acceptables, et les moyens à mobiliser pour ne pas aller au-delà. De la même manière, il faut aussi déterminer les effets positifs (services écosystémiques) qui pourraient justifier une rémunération spécifique.

C'est d'ailleurs cette vision que Dieterich a développé en 1953 en proposant la notion de multifonctionnalité qui reposait davantage sur la valorisation de l'écosystème (les fonctions écosystémiques) plutôt que la vision anthropocentrée du multiusage humain de la forêt.

Qu'est-ce qui pourrait donc permettre d'assurer *a minima* une gestion multifonctionnelle durable dans un territoire producteur de bois ? Dans son article de 2015, Christian Barthod exprime qu'il est au minimum indispensable de prendre cinq mesures nécessaires pour pouvoir encore parler de gestion durable multifonctionnelle :

- Sauvegarder la structure et la fertilité de sols
- Garder des noyaux de biodiversité « naturelle »
- Créer ou protéger une ripisylve le plus proche possible de la naturalité le long des cours d'eau
- Conserver et entretenir les milieux ouverts et les zones humides présents en forêt
- Limiter autant que faire se peut la taille unitaire des coupes rases

Ces préconisations techniques permettent ainsi de préserver les fonctions environnementales, économiques et sociales en :

- Conservant une sylviculture.
- Gardant une vision écosystémique qui préserve les composantes essentielles (sols, îlots de vieux bois, habitats associés).
- Prenant en compte le rôle de protection des forêts.
- Prenant en compte la sensibilité de l'opinion public sur ses attentes écologiques et paysagères.

IV.2 Le contexte historique, politique et économique de la sylviculture française

Depuis la fin du XX^e siècle, la politique forestière affiche un renouveau avec une volonté de prise en compte de la multifonctionnalité des forêts, correspondant à un passage d'une logique de « *land sparing* » à une logique de « *land sharing* ³⁶ ». D'ailleurs, la Loi d'Orientation pour l'Agriculture, l'Alimentation et la Forêt (LOAAF) de 2014 reconnaît l'intérêt général de la conservation de la biodiversité forestière. En effet, l'essor du concept de service écosystémique [34] soutient cette reconnaissance, notamment grâce aux travaux de Chevassus-au-Louis et Pirard de 2011, qui estiment que la part de la coupe de bois dans l'évaluation monétaire des services forestiers est minoritaire (16 % au maximum) [79].

Les décideurs ont donc besoin d'informations et d'études pour amender leurs documents cadres et adapter leurs politiques forestières. L'appui du suivi sur le long terme, notamment celui de l'IFN³⁷ a permis d'obtenir des informations structurelles précieuses de la forêt française [1]. Nous savons par exemple que :

- La forêt est essentiellement feuillue (72%)
- La forêt française possède l'un des plus gros stocks de bois d'Europe (cf. première partie) avec 2,8

³⁶ Débat idéologique entre le « *land sharing* » (une terre = plusieurs usages) et la « *land sparing* » (une terre = un usage)

³⁷ Inventaire Forestier National

Md de m³ sur pieds.

- L'accroissement biologique net est de 78,8 millions de m³/an mais qu'il ralentit (-3% sur la période 2011-2019)
- Le volume de prélèvement annuel est de 50,1 millions de m³/an, soit 63 % de l'accroissement biologique net. Ces prélèvements ont augmenté de 18% sur la période 2011-2019 (dégâts sanitaires compris).
- Sur ces 50,1 Mm³/an, 48% sont des feuillus et 52% sont des résineux.

Aujourd'hui la filière forêt-bois représente 440 000 emplois (190 000 sylvicoles et 250 000 industriels), et un chiffre d'affaire de 60 Md€ dont 20 Md€ pour l'amont, c'est-à-dire la production de bois, et 40 Md€ pour l'aval correspondant à l'industrie de transformation du bois [80]. Les secteurs d'activités de la filière sont très hétérogènes et des acteurs publics majeurs y jouent un rôle notamment l'Office national des forêts, qui met en valeur 40 % du bois d'œuvre français, et 35 % tout bois confondus (œuvre, industrie, énergie).

IV.2.1 Un paradoxe sylvicole

Les effets du changement climatique, notamment les sécheresses et canicules, affectent d'ores et déjà la productivité des forêts³⁸ avec un ralentissement significatif depuis les années 2000 [18], et des dépérissements sont déjà constatés avec les sécheresses de 2018 à 2020. Les risques liés aux parasites et aux incendies (partie II.2.3) seront également accrus par le changement climatique.

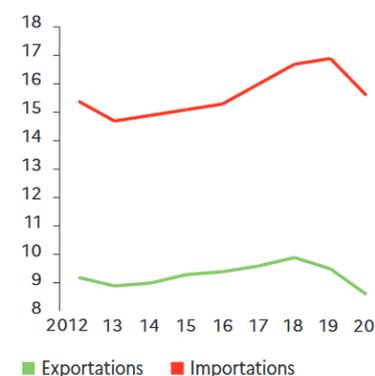
En parallèle, les informations structurelles de la forêt produites par l'IFN (partie précédente) mettent aussi en évidence un autre facteur de pression, cette fois-ci de nature technico-économique : la nature des coupes, puisque que l'on prélève plus de résineux que de feuillus, bien que ces derniers soient majoritaires en superficie et en volume sur le territoire.

Au-delà de la coupe, le bois de feuillus ne représente qu' 1/3 de la récolte commercialisée dans le bois d'œuvre et le bois d'industrie, principaux débouchés [27]. Sur le sciage produit en France, 83 % est issu de résineux [27]. Ce paradoxe sylvicole³⁹, couplé aux effets du libre-échange, a engendré depuis les années 2000, un déficit commercial chronique avec environ 7 Md d'euros par an, imputable principalement à la fabrication de meubles [80]. Ce déficit ne prend cependant pas en compte plusieurs secteurs économiques qui participent à l'activité économiques et compensent ce déficit (chasse, tourisme, loisirs, l'auto consommation de bois) [3].

La France ne dispose pas suffisamment de résineux sur le territoire pour satisfaire la demande. C'est d'ailleurs pour cette raison que 2,6 millions de m³ de sciages résineux ont été importés en 2020 [81].

Ce libre échange est particulièrement problématique sur la filière du chêne (essence feuillue majoritaire en France) pour laquelle la demande augmente mais l'offre diminue pour les scieries françaises du fait de la concurrence internationale sur ce marché, très globalisé. Pour les feuillus, tant en grumes qu'en produits transformés à différents stades, s'est développée une forte concurrence sous l'impulsion de nouveaux acteurs déficitaires en matières premières et exportateurs de produits transformés (Chine, Vietnam, Europe de l'Est notamment) [82]. L'un des effets majeurs de cette fuite en avant du bois brut vers ces pays très industrialisés est la perte de valeur ajoutée, et d'emploi pour la filière forêt-bois française. A ce propos, la Fédération Nationale du Bois (FNB) estime que 10 000 m³ de bois exporté correspondent à la suppression de 10 à 20 emplois [83]. On comprend donc l'enjeu fort pour le dynamisme des territoires et de la filière bois que de conserver cette ressource naturelle sur notre sol, sans compter l'économie sur le bilan carbone de tels échanges de matières premières.

Graphique 1
Échanges de l'ensemble des produits de la filière bois et dérivés
Md€



Source : DGDDI (Douanes), traitement SSP

Figure 28: Balance commerciale pour la filière bois (DGDDI, 2019)

³⁸ <https://www.reseau-aforce.fr/n/impacts-des-changements-climatiques-sur-les-forets-des-videos-pour-tout-comprend/n:4001>

³⁹ <https://www.leparisien.fr/environnement/les-arbres-feuillus-de-nos-forets-en-danger-faute-d-etre-coupees-12-10-2017-7325493.php>

Ce paradoxe sylvicole est également souligné au niveau botanique par la communauté scientifique. Dans leur Livre Blanc de 2021, la Société Botanique de France (SBF) explique que les montagnes restent le domaine « naturel » de la majorité des conifères indigènes et que leur présence en plaine résulte presque toujours de plantations artificielles » [69]. L'épicéa étant l'exemple d'une introduction hors de son aire naturelle de distribution dont les dépérissements massifs actuels soulignent sa faible tolérance aux climats de plaine couplé aux vagues de sécheresses à répétition.

Autre point important pour la SBF, l'utilisation massive des conifères en monoculture engendre des effets presque toujours délétères sur l'environnement, le sol et la biodiversité. La substitution des feuillus entraîne une forte réduction de la lumière arrivant au sol. De plus, la litière devient faiblement diversifiée et abondante en aiguilles, ce qui peut bloquer la germination des autres espèces ; sa faible biodégradabilité entraîne une acidification des sols [69]. Pour ces scientifiques, il y a un réel questionnement sur le caractère durable de cette sylviculture qui, à terme, peut aboutir à un effondrement de la productivité par la dégradation de ces sols et dont les conséquences pour la filière forêt-bois pourraient être importantes.

Actuellement, il existe une espèce de conifère qui valide un grand nombre de critères appréciés par la sylviculture et présuppose une utilisation possible en plaine ou basse montagne, c'est le sapin de Douglas. Ses avantages sylvicoles sont majeurs : une croissance rapide, un bois de qualité, une bonne résistance aux sécheresses bien qu'exigeant en pluviométrie, un tronc cylindrique mécanisable comme beaucoup de résineux et une grande amplitude écologique [69], [84]. Cette essence exotique originaire de l'ouest américain représente désormais près de 3 % de la surface forestière métropolitaine [69].

Cette espèce permet de mettre en évidence un autre aspect important à prendre en compte en sylviculture : l'indigénat. Pour la SBF, le Douglas a un effet délétère sur le sol, en particulier sur la diversité des espèces de champignons mycorhiziens (98% d'espèces en moins) et d'insectes, ce qui engendre des effets en cascade sur la biodiversité dépendante telle que celle des oiseaux. Ces chercheurs soulignent, comme nous l'avons fait dans la partie II.1, le caractère essentiel de la prise en compte de l'évolution dans la vision écosystémique. Comme toute espèce, le Douglas a co-évolué avec d'autres espèces avec lesquelles il a réussi à s'adapter à des conditions stationnelles. Bien qu'intéressant économiquement, les introductions d'espèces telles que le douglas témoignent de la difficulté de naturaliser des espèces puisqu'il est impossible de faire migrer la totalité de l'écosystème dont elles sont originaires. Malheureusement, nombreux sont les cas où les introductions amènent une forte pression sur la biodiversité indigène. Nous le voyons sur les photos ci-contre, issues du livre blanc de la SBF, illustrant les différences de biodiversité entre un sous-bois d'une douglasaie introduit et autochtone.



Figure 29 : Les plantations de sapin de Douglas (en haut à gauche ; Morvan) hébergent une très faible biodiversité en comparaison des peuplements feuillus indigènes auxquels elles ont été substituées (en haut à droite ; Morvan) et contrairement aux douglasaies autochtones (en bas ; Oregón, USA) qui possèdent une importante biodiversité qui a co-évolué avec le sapin de Douglas. © G. Decocq. (Source : SBF, 2021)

De manière générale, les capacités intrinsèques des conifères les prédisposent à la sylviculture intensive avec la possibilité d'opérer une densité élevée de plants à l'hectare ou bien de mettre en place une sylviculture dynamique (densité plus faible mais raccourcissement des cycles de production), et cela même en cas de conditions édaphiques ingrats [69]. D'un point de vue de la production de bois, l'intérêt pour les conifères est donc sans commune mesure et le marché du bois est très en faveur du Douglas, avec pour 2022 un record battu pour un sixième semestre consécutif [85]. Cette mise en avant des

résineux par le marché et par voie de conséquence par la sylviculture, engendre une forte mécanisation et industrialisation de la forêt et c'est ce qui met en alerte actuellement une partie de la société civile.

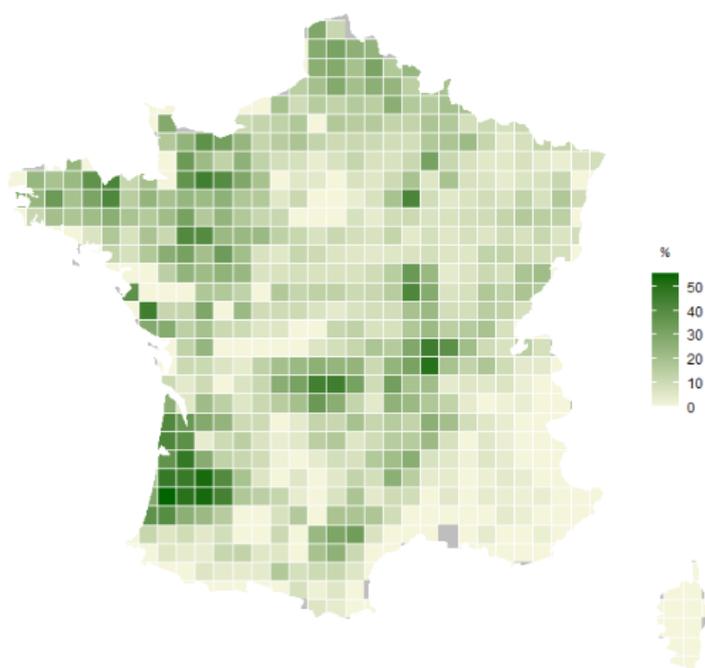


Figure 30: Proportion en surface forestière à caractère planté (Source IGD, 2021)

Cette sylviculture intensive n'est cependant pas majoritaire puisque 87 % de la surface disponible à la production est considérée comme semi-naturelle ⁴⁰ [35]. Cette caractéristique permet de mieux comprendre pourquoi les forêts sont l'écosystème naturel ayant l'état de conservation le moins défavorable. Sur la carte ci-dessus, on observe la répartition de ces deux catégories de forêts (plantation et semi-naturelle). D'une certaine manière, cette carte issue de l'IGD⁴¹ illustre le degré d'intensification des espaces forestiers métropolitains. Cette approche séparant le caractère planté et semi-naturelle de la forêt est en revanche très simplifiée car la santé d'un écosystème ne s'évalue pas simplement à ce statut (cf partie II.5).

IV.2.2 L'influence des orientations nationales

IV.2.2.1 PNFB et Plan de relance

Cette tendance à l'enrésinement ne prévoit pas de s'inverser car la politique actuelle tend à suivre le marché du bois, notamment le Plan National de la Forêt et du Bois (PNFB) sur son programme 2016-2026 dont les objectifs sont [27] :

- Augmenter les prélèvements de bois (+26% à l'horizon 2026) en France tout en assurant le renouvellement de la forêt.
- Intégrer les attentes des citoyens vis-à-vis de la forêt en sensibilisant et communiquant sur les enjeux de la forêt. Il prévoit aussi l'implication des collectivités territoriales dans des projets locaux et durables.

⁴⁰ Il s'agit selon l'ONF, de forêts :

- Anciennes ou récentes,
- Constituées d'essences indigènes,
- Régénérées naturellement, y compris par traitement en taillis,
- Ou éventuellement issues de plantations (ou de semis) mais assez âgées pour en avoir perdu la structure (et ayant acquis une composition floristique identique aux précédentes),
- Exploitées (ou l'ayant été jusqu'à une époque assez récente pour ne pas avoir encore acquis les caractéristiques structurales et biologiques d'une forêt subnaturelle).

⁴¹ Indicateurs de Gestion Durable

- Prendre en compte le changement climatique en intégrant le rôle de la forêt dans l'absorption des gaz à effet de serre.
- Créer des débouchés en adaptant la gestion au besoin du marché, notamment sur le besoin en essences résineuses

Il s'agira donc selon ce programme « **d'investir dans des plantations d'essences valorisées par les marchés (notamment de résineux et de peupliers), comme un élément structurant de la stratégie de la filière et comme un facteur clé de mobilisation des ressources de petits bois feuillus** » [27] autrement dit supplanter des peuplements feuillus faiblement productifs par des résineux. Sans compter qu'augmenter drastiquement les coupes ne laissera qu'une place encore plus limitée aux enjeux de biodiversité à surface de production égale [31].

Cette mise en avant des résineux dans la politique sylvicole énoncée dans les objectifs du PNFB, ainsi que les itinéraires techniques qu'implique l'augmentation de la part de résineux (plantation et parfois coupe rase), pose la question de la prise en compte de la biodiversité et de l'adaptation au changement climatique. On retrouve cette ambiguïté dans les mesures récentes telle que celles du Plan de relance 2020, qui oriente davantage la réflexion sur ladite complémentarité entre les espèces très productives (résineux) et leur service de stockage de carbone, sous-entendant qu'il s'agit de la meilleure méthode pour lutter face à la crise climatique. Or, ces mesures omettent l'autre composante majeure qu'est la biodiversité. Cette dernière est pourtant essentielle car elle pourvoit les fonctions de résistance et de résilience, tout aussi importantes que la fonction de production, et qui lui sont nécessaires. Sans cette composante, le critère de durabilité de la gestion forestière semble incomplet.



Figure 31 : [La forêt de la Gruerie](#), est particulièrement touchée par les sécheresses à répétition et les attaques de scolyte. - Sylvain Gaudin – CNPF

Le Plan de relance permet de voir l'impact concret des décisions politiques sur la gestion forestière. Alors que les alertes de professionnels de la forêt, de chercheurs et de citoyens [22], [26] deviennent de plus en plus criantes, ce plan de relance est perçu comme la continuité du modèle sylvicole des années 60, engagé par le Fonds Forestier National (FFN), qui avait massivement planté des résineux, tel que l'épicéa et le douglas, et dont les dépérissements massifs démontrent les limites en terme d'adaptation au changement climatique (voir figure ci-dessus).

Une tribune publiée en janvier 2022, de près de 600 scientifiques, associatifs, acteurs de la filière forêt-bois interpelle le gouvernement sur l'accélération grandissante de ces pratiques qui risque d'accélérer la dégradation de la santé de nos forêts. « **Une stratégie d'adaptation ne peut se résumer à un programme massif de plantations pour remplacer les forêts existantes [...]. Les pratiques permettant de concilier**

exploitation forestière et biodiversité sont connues : [...] maintien de l'ambiance forestière, mélange d'espèces, conservation et restauration des mécanismes permettant d'avoir une diversité génétique, présence de très gros bois dans les peuplements et, plus généralement, diversité de diamètres, trames de bois mort, debout et au sol. Tout l'enjeu est désormais de les placer au cœur d'une nouvelle politique forestière en conditionnant mieux les aides publiques, en modernisant la fiscalité forestière ou encore en renforçant le volet biodiversité et climat des documents de gestion, en forêt publique comme en forêt privée.» [86]

Pour illustrer par les chiffres cette intensification forestière, en 2017, les forêts plantées représentaient 13 % de la superficie des forêts de production avec 2,1 millions d'ha, 9 plants sur 10 sont des résineux et 84 % des plantations sont de type monoculture [87].

Enfin, les PRFB, qui sont les déclinaisons régionales du PNFB permettent actuellement de planter 67 essences exotiques dont certaines sont sur les listes régionales des espèces exotiques envahissantes dans plusieurs régions (Eucalyptus, Chêne rouge d'Amérique, Robinier faux acacia...) [69]. Ces essences exotiques représentent plus de 50 % des essences éligibles aux subventions pour les plantations du plan de relance, qui a d'ailleurs financé des îlots d'avenir avec certaines de ces espèces. Les écologues et botanistes ont alerté à de maintes reprises sur le danger de recourir aux espèces exotiques. En témoigne la SBF qui exprime que « **L'adaptation de la forêt française aux changements climatiques est une nécessité pour qu'elle puisse continuer à assurer ses fonctions économiques, écologiques et sociétales. Pour relever ce défi, la plantation d'essences plus tolérantes à la chaleur et à la sécheresse est encouragée par les pouvoirs publics. Mais les essences préconisées sont pour beaucoup exotiques et majoritairement issues d'autres continents. L'utilisation d'essences exotiques en foresterie est une longue tradition française. Pourtant, le rapport bénéfice/risque de cette pratique n'a jamais été évalué. Or, les retours d'expérience sont souvent décevants, voire alarmants.** » C'est le cas, par exemple, du Cerisier tardif (*Prunus serotina*) qui a envahi de nombreuses forêts du Nord de la France ou du frêne de Mandchourie (*Fraxinus mandshurica*) dont l'introduction a amené un champignon, la chalarose, qui décime les peuplements autochtones de frêne (*Fraxinus excelsior*). D'autres introductions ont également eu des conséquences majeures, c'est le cas de l'épicéa qui est une espèce indigène de nos montagnes mais exotiques de nos plaines, et dont nous connaissons désormais les conséquences. L'exemple de l'Eucalyptus est également très préoccupant face à la problématique des incendies, dont le Portugal a fortement souffert en 2017 avec près de 500 000 ha d'incendies⁴². Pour rappel, l'eucalyptus a été introduit au Portugal et représente désormais ¼ de la surface forestière du pays.

IV.2.2.2 La Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC)

Il s'agit de la feuille de route de la France pour conduire la politique d'atténuation du changement climatique, dont l'objectif est d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050. L'approche est donc essentiellement basée sous l'angle du carbone. Ce dernier peut être appréhendé sous deux formes pour le secteur forêt-bois [20]:

- Contribuer fortement au puits de carbone via la séquestration du carbone en forêt et dans les produits bois.
- Alimenter l'économie en énergie et produits biosourcés et renouvelables.

Afin de comprendre l'angle carbone, il faut préciser que la filière forêt-bois engendre 3 effets possibles sur le flux de carbone dit des « 3 S » :

- La **Séquestration** (en forêt dans le sol et les arbres) ;
- Le **Stockage** (dans les produits bois tels que les meubles) ;
- La **Substitution** (utilisation du bois construction et du bois-énergie permet d'éviter le recours à d'autres matériaux plus énergivores en énergies fossiles).

Pour mieux comprendre ces deux derniers effets, voici comment se répartit le volume des prélèvements de bois dans les trois secteurs existants [88], [89] :

- Bois commercialisé :
 - Bois d'énergie commercialisé : 8,6 Mm³

⁴² <https://www.france24.com/fr/20180713-element-terre-portugal-incendies-eucalyptus-industrie-papier-pinede-interieure>

- Bois d'industrie : 10,3 Mm³
- Bois d'œuvre : 20 Mm³
- Bois non commercialisé :
 - Bois d'énergie domestique (chauffage) : 16,9 Mm³ dont 64 % en forêt

Autrement dit, une part majoritaire de la production totale (commerciale et non commerciale) est imputable aux secteurs énergétiques, c'est-à-dire l'effet de substitution. La filière-bois énergie est d'ailleurs la première source d'énergie renouvelable (EnR) de France [89].

Ce constat pose question d'autant plus qu'il est préconisé d'augmenter la part de bois énergie dans la répartition des volumes (SNBC, PNFB), ce qui risque d'accentuer l'industrialisation de la forêt en prônant la sylviculture dynamique (abaissement des durées de révolution) par la production d'essence à croissance rapide au détriment de la résistance et de la résilience des écosystèmes forestiers, donc la biodiversité. En effet, l'argumentaire en faveur de la production de bois énergie provient du caractère neutre de cette énergie⁴³ (stockage puis déstockage puis restockage). Or, la prise en compte du décalage temporel pour obtenir la neutralité carbone est essentielle. En effet, la plantation d'après coupe est considérée *de facto* comme une compensation carbone effective, alors qu'il est nécessaire d'attendre un certain temps pour que le carbone stocké dans l'arbre prélevé soit réellement compensé par la croissance de l'arbre replanté. Une politique forestière centrée sur le bois énergie pourrait donc au contraire contribuer davantage à la hausse du carbone dans l'atmosphère dans les décennies à venir. Dans un rapport de 2017, il est estimé que la durée minimale de remboursement de la dette carbone générée par l'augmentation de la récolte pour fournir du bois énergie est estimée à 35 ans [90]. En revanche, il serait intéressant d'accompagner l'industrie basée sur l'effet de stockage dont les plantations pourraient contribuer davantage.

IV.2.2.3 La feuille de route de l'adaptation des forêts aux changements climatiques (FRAFCC)

Ce document de 2020 a été élaboré en concertation avec l'ensemble de la filière forêt-bois avec comme ligne d'horizon 2050. Unaniment, la gestion durable des forêts est considérée comme un levier d'action face au défi du changement climatique notamment suite au rapport du GIEC de 2019.

Définition de la gestion durable des forêts (PNFB 2016 – 2026)

« La gérance et l'utilisation des forêts et des terrains boisés, d'une manière et à une intensité telles qu'elles maintiennent leur diversité biologique, leur productivité, leur capacité de régénération, leur vitalité et leur capacité à satisfaire, actuellement et pour le futur, les fonctions écologiques, économiques et sociales pertinentes aux niveaux local, national et mondial ; et qu'elles ne causent pas de préjudices à d'autres écosystèmes. »

Cependant, il est également fait état de l'incertitude générale sur les paramètres biologiques qui organisent les écosystèmes forestiers dans un contexte de crise climatique, et qu'il faudra s'attendre à des erreurs inévitables dans certaines prises de décision [9].

En ce qui concerne la résilience, caractéristique principale pour l'adaptation des forêts, le document est sans équivoque en ce qui concerne les pratiques sylvicoles, il faut pour cela :

- **Diversifier davantage** pour diminuer les risques (stratégies d'intervention, de gestion courante ou de libre évolution, essences, âges, traitements, échelles d'organisation des parcelles, paysages, ...).
- **Préserver davantage le capital sol** en appliquant les recommandations de bonnes pratiques (précautions en matière d'exploitation, de vidange des bois et de préparation de sols avant plantation, ouverture de cloisonnements, utilisation de branchages pour assurer la protection physique, maintien de bois mort au sol).
- **Préserver davantage la biodiversité** (trame de vieux bois, maintien de bois mort au sol, espèces secondaires, attention aux périodes de nidification, ...).

⁴³ <https://www.fibois-idf.fr/le-bois-energie-une-ressource-competitive-renouvelable-et-creatrice-demplois>

Le document expose aussi clairement le nécessaire équilibre forêt-gibier comme un prérequis à la résilience de ces forêts. Les inquiétudes étant fortes sur les capacités de régénération naturelle mais aussi artificielle au regard de cette pression. La mention explicite des termes de « gestion adaptative » ou encore de « libre évolution » comme stratégie d'adaptation marque une évolution forte dans le rapport des forestiers à leurs forêts.

L'un des éléments à noter est la dualité entre deux approches possibles :

- Les cycles sylvicoles courts qui réduisent le temps d'exposition aux aléas, et la récolte des arbres arrivés à maturité permet de renouveler les peuplements et d'adapter les régénérations aux climats futurs.
- Les cycles sylvicoles longs, quant à eux, favorisent des peuplements matures, augmentant ainsi la séquestration carbone in situ dans les peuplements et les sols et le développement de la biodiversité associée aux vieux bois.

IV.3 La complexité de la gestion en forêts privées

Pour les propriétaires privés, le maillage et la taille des propriétés a un impact fort sur la gestion forestière appliquée [44], [72]. Comme expliqué dans la partie I, l'hétérogénéité des propriétés va donc avoir comme impact direct de sélectionner le niveau d'engagement des propriétaires pour leur gestion en fonction des caractéristiques de leurs forêts. Par ailleurs, il existe une obligation de détenir un Plan Simple de Gestion (PSG), document certifiant la gestion durable (DGD), pour toute surface supérieure ou égale à 25 ha. Le PSG peut être volontaire entre 10 et 25 ha. Il est également possible de réaliser un PSG en commun, avec plusieurs propriétaires voisins.

Ce dernier cas, qui suggère la mise en commun de la gestion entre propriétaires est un enjeu pour dynamiser la gestion forestière en France [78]. Actuellement seulement 36 % des surfaces forestières privées détiennent un DGD [2], véritable plafond de verre, qui signifie qu'au total seulement 47 % de la forêt de métropole possède un document de gestion. Il existe donc une grande inconnue pour la gestion réalisée sur près de la moitié du territoire forestier de France métropolitaine.

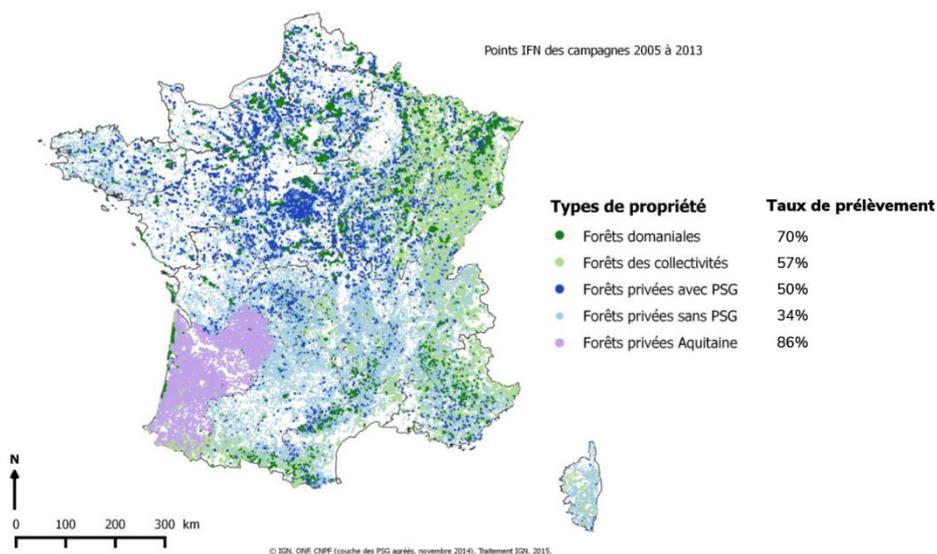


Figure 32: Distribution des prélèvements par type de propriété (Source : IGN, 2015)

Nous avons vu dans la partie précédente l'impact fort des orientations nationales sur la gestion forestière, notamment le PNFB. Ce dernier prévoit d'augmenter la récolte de 26% d'ici 2026, ce qui signifie que l'impact sur l'écosystème forestier sera plus fort si les prélèvements s'effectuent sur une surface équivalente. Il y a donc un objectif de rééquilibrage des prélèvements sur le territoire et cela passera inévitablement par la mobilisation de la gestion en forêt privée. On peut l'observer sur la carte ci-dessus, où une part importante de la forêt privée n'est pas exploitée.

Un enjeu sous-jacent concernant l'augmentation de cette part de DGD est qu'ils peuvent permettre d'intégrer les connaissances et diagnostics de l'état de la biodiversité des parcelles exploitées permettant ainsi de capitaliser cette connaissance et d'effectuer un meilleur suivi dans le temps de l'état de la biodiversité.

En outre, une autre difficulté, probablement la plus complexe, concerne la diversité des attentes (économique, écologique et sociale) étant donné le nombre élevé de propriétaires et de contextes. A l'inverse, la forêt publique mène sa politique de manière assez uniforme sur le territoire notamment en mettant en place une gestion durable et multifonctionnelle. La note d'instruction INS-18-T-97 ONF de 2018 intègre encore davantage la biodiversité dans la gestion courante (trame d'ilots de vieux bois, arbre habitat...). En revanche, comme l'explique Barthod [78], il existe une ambiguïté juridique sur l'échelle spatiale de mise en place de la multifonctionnalité. La Loi d'Avenir pour l'Agriculture, l'Alimentation et la Forêt exprime explicitement le recours à la gestion durable et multifonctionnelle, dont le PRFB doit fixer par « Massif Forestier », les priorités économiques, environnementales et sociales pour les traduire en objectifs. On observe donc une vision par massif plutôt que par parcelle. Cependant, l'autonomie des propriétaires à l'intérieur d'un même massif amène à s'interroger sur la mise en œuvre concrète d'une répartition territoriale de fonctions spécialisés à l'intérieur du massif [78].

Les débats actuels sur l'industrialisation de la forêt relèvent plus du débat philosophique sur la mise en place de la multifonctionnalité et des multiples visions de ce que doit être la forêt pour les hommes, que d'un débat purement technique entre forestiers. Pour Christian Barthod, « trop d'analyses sur la forêt, sur ses vocations et sa gestion, reposent sur des données forestières physiques et biologiques, oubliant qu'une politique ne porte sur une telle réalité que médiatisée par l'analyse et motivations des acteurs » [78]. Plusieurs enquêtes [91], [92] se sont intéressées aux motivations des propriétaires. Sur les figures ci-contre issues du CREDOC, on remarque la grande hétérogénéité des motivations au sein de la propriété forestière privée. Pour 80 % d'entre eux (propriété de plus de 1 ha), les bois n'apportent aucun revenu et les petites propriétés sont peu intéressées par une exploitation commerciale. En effet, 60 % des coupes de bois sont motivées par des besoins personnels, principalement l'autoconsommation (bois de chauffage). Enfin, en ce qui concerne les principaux intérêts des propriétaires pour leurs parcelles forestières, on retrouve :

- Le bois pour l'usage personnel : 35 %
- Les espaces de promenade et de loisir : 17 %
- Le patrimoine à transmettre : 17 %
- Le cadre paysager : 12 %
- L'espace de nature : 10 %
- Les champignons : 8 %
- La chasse : 7 %
- La vente de bois : 5 %
- Le produit financier : 4 %

On remarque donc une part importante des services dit écosystémiques dans la vision que porte les propriétaires privés par rapport à leur forêt. Sur ces enquêtes, il existe une forte corrélation entre la superficie des propriétés et la motivation pour la production économique avec un seuil au-delà de 100 ha où 47 % se déclarent producteurs de bois [78].

Enfin un dernier point concerne la démographie de ces propriétaires. Dans son article, Barthod explique

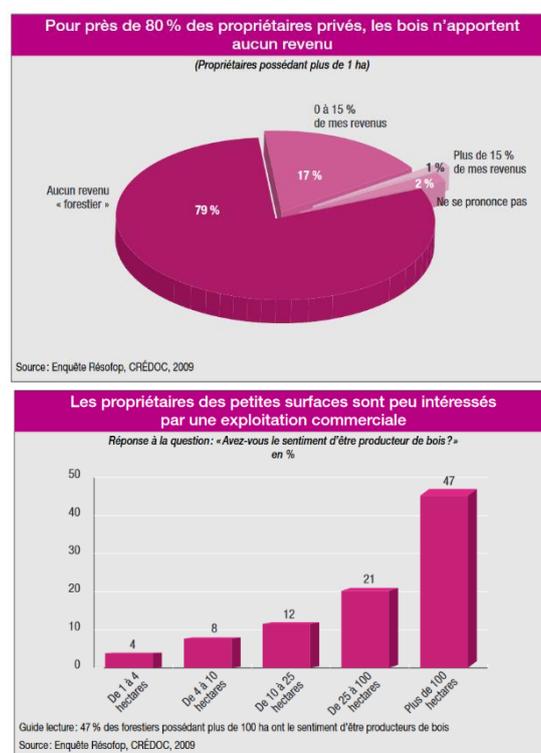


Figure 33 : Enquête sur la vision des propriétaires de forêt privée (CREDOC, 2009)

l'impact important que constituera ce point dans les décennies à venir puisque les propriétaires forestiers sont nettement plus âgés que la moyenne des Français toutes catégories confondues et que l'augmentation de l'espérance de vie va augmenter ce taux mais aussi la durée de propriété. La dynamique des propriétés privées est fortement liée à l'héritage d'où cette proportion plus forte en personnes âgées dans cette catégorie socio-professionnelle⁴⁴. Or, d'un point de vue économique, la gestion de la forêt est vu comme un investissement et comporte donc des risques. Cette approche des risques et des motivations de gestion sont dépendantes de la démographie. De plus, cet âge moyen des propriétaires est également susceptible d'interférer avec les réponses à la question majeure de l'adaptation au changement climatique qui est une nouvelle gestion du risque [78].

« Une politique visant à dynamiser la gestion forestière, notamment pour la production de bois, ne peut donc pas se désintéresser des motivations multiples des propriétaires et des conséquences démographiques » [78].

IV.4 Des incertitudes pour le gestionnaire et le propriétaire

Nous avons déjà expliqué dans la partie II.2.3 en quoi le changement climatique allait engendrer de forts impacts sur les écosystèmes forestiers. Pour résumer, les propriétaires sont désormais confrontés à une équation de plus en plus difficile à résoudre intégrant plusieurs niveaux de questionnements. Désormais lors d'un renouvellement ou en situation d'impasse sanitaire, les propriétaires et gestionnaires doivent articuler leurs itinéraires sylvicoles en arbitrant sur :

- Quelles essences choisir face au stress hydrique et vague de chaleur à répétition qui témoignent dans certaines régions d'une potentielle inadaptation de certaines essences ?
- Comment intégrer la gestion des incendies dans des régions nouvellement soumises à ces aléas ?
- Comment limiter l'impact de l'herbivorie dans le choix des essences et des itinéraires ?
- Comment s'adapter face aux futures proliférations de certains insectes xylophages ?
- Faut-il mettre en place une sylviculture dynamique ou une logique de vieillissement ?

Ces questions sont toutes interconnectées et peuvent se résumer ainsi : quelle est la meilleure solution pour permettre à ma forêt d'être plus résistante et plus résiliente ? Malgré tout, l'approche dépend en grande partie de la motivation du propriétaire puisque les réponses diffèrent si la motivation première du propriétaire est de dégager un revenu de la coupe de bois, ou si le propriétaire souhaite en priorité pérenniser l'écosystème forestier sur sa parcelle. En effet, nous l'avons vu dans la partie IV.2.1, le marché du bois oriente vers les espèces les plus rentables et contraint inévitablement la réflexion du propriétaire d'un point de vue économique.

En revanche, l'adaptation des forêts aux changements climatiques en particulier concernant le déficit hydrique concernera aussi bien l'approche économique que l'approche écosystémique. A l'heure actuelle, il n'existe aucune certitude sur le niveau de résistance des essences actuelles étant donné l'incertitude quant au scénario climatique qui se réalisera [68]. Les modèles actuels n'offrent aucune réponse précise à la question « est ce que telle ou telle essence pourra survivre au-delà de 2050 ? » [68]. Pour prédire avec certitude, il faudrait connaître un nombre incalculable de paramètres tels que la biologie de toutes les espèces notamment leur variabilité génétique, mais aussi de connaître de manière fine l'état et la composition des sols et les climats locaux, or la donnée n'est pas disponible à ce degré de précision.

Toujours sur cette thématique, le RMT AFORCE a développé un outil intéressant pour les gestionnaires et propriétaires, CLIMESSENCE. Le modèle se base sur 3 facteurs climatiques (chaleur, gel, déficit hydrique) mais il n'intègre pas le compartiment sol. Les résultats se basent sur un modèle (IKS) avec plusieurs scénarios issus des travaux du GIEC (figure ci-dessous), avec pour horizon 2070, permettant ainsi d'estimer les possibilités d'établissement des essences présentes actuellement en France.

⁴⁴ C'est d'ailleurs un élément souvent témoigner auprès des CRPF où de succession en succession, il devient parfois difficile de retrouver le propriétaire légitime de certaines parcelles, rendant encore plus difficile la mobilisation des propriétaires [72].

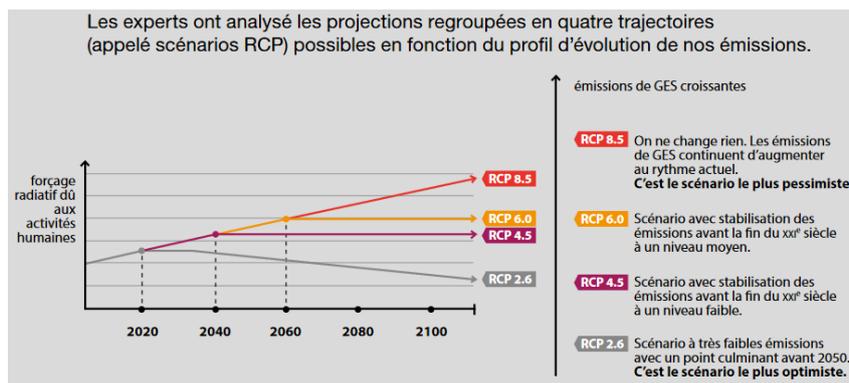


Figure 34 : Scénarios du GIEC

Sur la figure ci-dessous, on observe les prédictions pour quatre essences actuellement utilisées pour les plantations en France. Il est arbitraire de choisir un scénario mais depuis les accords de Paris, on observe une forte inertie dans les politiques de réduction de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale, laissant présager un scénario *a minima* proche du niveau intermédiaire. Dans ce cas de figure, en prenant uniquement le climat comme facteur explicatif, on observe de fortes conséquences pour l'avenir. Le Douglas et l'Epicéa vont être très touchés et posent la question de l'enrésinement massif dont le FFN a été un dynamiseur. Encore une fois, il ne s'agit que de prédictions et de nombreux paramètres majeurs sont manquants, tels que le sol, ce qui signifie que sur ces cartes, une zone favorable ne signifie pas forcément que l'essence puisse s'y développer puisque la station est l'autre élément majeur à prendre en compte.

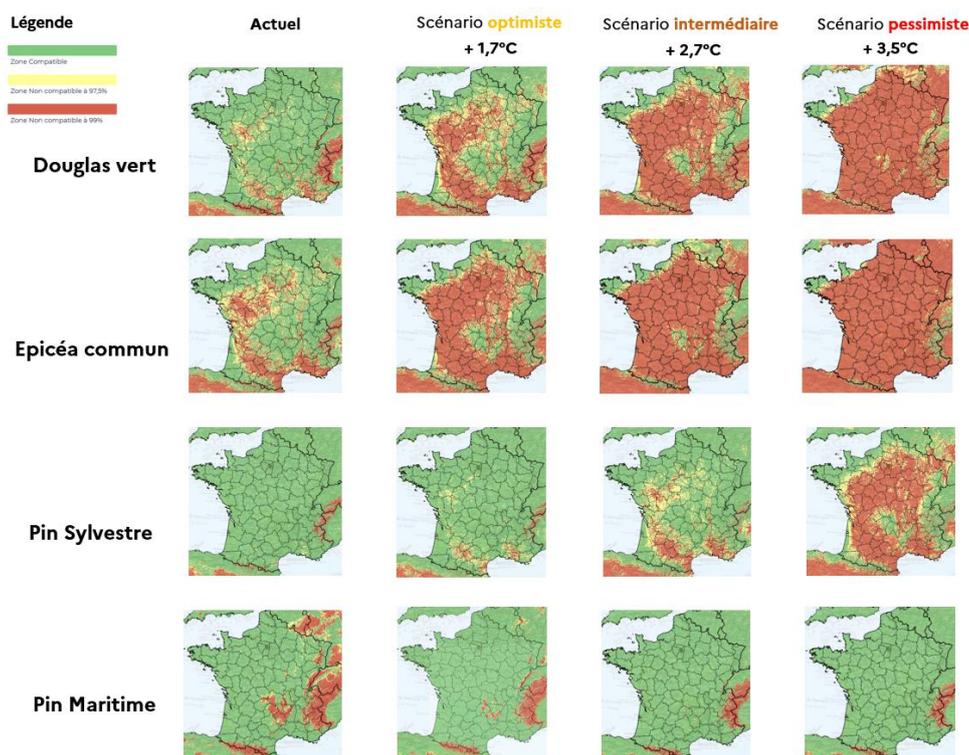


Figure 35: Distribution pour 4 essences plantées en France selon les modèles IKS (Source : ClimEssences)

C'est en cela que beaucoup de scientifiques et forestiers insistent pour intégrer le facteur génétique et plus généralement écosystémique. Au sein d'une espèce, il existe de la variabilité. Une vague de dépérissement de hêtre en Normandie ne peut signifier que tous les hêtres de France seront inadaptés. Il existe des individus voir des populations qui sont soumis à des stress réguliers [93]. Il peut exister aussi des espèces qui survivent dans des stations à priori inadaptées et témoignant ainsi de caractère acquis

et donc intéressant à préserver. Cette richesse sera vitale pour l'adaptation de nos forêts aux changements climatiques et plaide aussi en faveur du recours aux espèces indigènes plutôt que les espèces exotiques puisqu'une incertitude forte demeure sur comment vont réagir les groupes fonctionnels (telles que les mycorhizes) associés aux arbres dans le cas d'introduction. Toujours penser aux interactions entre organismes [94], est à la base de la vision écosystémique.

IV.5 Un manque de financements malgré la prise de conscience

Désormais de nombreux articles ou guides techniques expliquent comment prendre en compte la biodiversité dans la gestion forestière (voir partie III). Cependant, on remarque que le passage à l'acte a du mal à se massifier. Pour l'expliquer, les acteurs rencontrés ont exprimé à de nombreuses reprises la vision des propriétaires et le caractère « coûteux » voire « punitif » de la prise en compte la biodiversité dans la gestion forestière.

Des exemples concrets telles que la gestion des zones humides et des milieux ouverts intra forestiers ou encore du maintien des très gros arbres sont considérés comme peu rentables car ils n'impliquent pas de coupes de bois et donc de rentrée d'argent. A l'image de l'avifaune (partie IV.1.1) où certains gestionnaires considèrent que la biodiversité peut représenter un frein au développement d'une sylviculture.

C'est en cela que l'approche des services écosystémiques permet de mettre en lumière les apports économiques de ces derniers, en ne faisant plus reposer l'érosion de la biodiversité uniquement comme une conséquence des activités humaines, mais aussi comme une menace, un risque pour la poursuite de ces activités [95]. L'estimation de la valeur de ces services est encore à l'état de travaux mais la réalité de leur apport sur les sociétés humaines est certaine. L'estimation de cette valeur a été et demeure source de polémique, puisque qu'elle intègre une approche économique, donc anthropocentrée, et dont certains considèrent qu'elle serait la porte ouverte à la marchandisation de la biodiversité. D'autres tempèrent et considèrent que l'évaluation ne vaut pas marchandisation [95]. En revanche, pour le courant des « économistes écologiques » il convient de « rendre visible l'invisible » en évaluant monétairement cette valeur, de manière à l'intégrer dans la prise de décision à travers des mécanismes économiques : ajustement de la fiscalité, développement de marchés pour la biodiversité, incitations à la certification environnementale, PSE... [95].

IV.6 Une difficulté pour le consommateur d'infléchir sur les pratiques

En 1992 au Sommet de la Terre de Rio, les ambitions étaient claires « *« Les ressources et les terres forestières doivent être gérées d'une façon écologiquement viable afin de répondre aux besoins économiques, écologiques, culturels et spirituels des générations actuelles et futures »* ».

En 1993, à la suite de ce Sommet, un label créé par un groupe réunissant des distributeurs spécialisés dans le bricolage et l'outillage ainsi que des ONG environnementales – dont Greenpeace, WWF et Rainforest Alliance – voit le jour : le Forest Stewardship Council (FSC). En 2022, 96 218 ha sont certifiés FSC en France soit 0,5% de la forêt de métropole.

En 1999, la filière forêt-bois, constituée de propriétaires forestiers et d'industriels du bois, développe son propre système de certification : le Programme de reconnaissance des certifications forestières (PEFC). En 2022, 8 110 000 ha sont certifiés PEFC en France, dont 2,4 millions en Guyane et 5,6 millions en métropole (dont 5,1 millions en forêt publique). En France métropolitaine, ce sont ainsi un tiers des surfaces forestières qui sont certifiées PEFC en métropole.

Ne pouvant analyser l'ensemble des critères décrits dans leurs cahiers des charges, il semble important de se concentrer sur le point de tension actuel que sont les coupes rases qui, d'une certaine manière, cadre la réflexion autour de ce que doit être une gestion durable *a minima* pour le consommateur. Les deux certifications autorisent le recours aux coupes rases avec des niveaux légèrement plus stricts pour le label FSC [96], [97]. Dans la partie IV.1.2, Barthod exprime les critères qui certifient *a minima* une gestion durable et multifonctionnel, avec dans le cas des coupes rases un objectif de « limiter autant que faire se peut la taille unitaire ».

Pour PEFC, la règle est de « ne pas faire de coupe rase sans reconstitution d'un peuplement d'avenir dans les 5 ans » avec une posture claire qui est que « la coupe rase n'est pas une remise en cause de la gestion durable ». Concernant les seuils de surface « Les surfaces de coupes rases faisant l'objet d'une sensibilité paysagère ne pourront dépasser de 2 à 5 ha en pente ($\geq 30\%$) et 10 à 25 ha dans les autres cas sauf cas particulier documenté ». Pour FSC, « la taille maximale des coupes rases⁴⁵ est fixée à 10 ha, à 25 ha dans la sylvoécologie des Landes de Gascogne, et limité à 2 ha en zone de forte pente ($>40\%$). »

Pendant, ces règles n'attestent pas pour autant que ces forêts certifiées auront forcément des coupes rases, il s'agit d'une liberté laissée aux propriétaires dans le cahier des charges, cahier des charges en cours d'actualisation qui plus est. Dans les faits, Amélie Castro (CRPF Aquitaine) explique que « chaque année, moins de 1% de la surface forestière est concernée par les coupes rases et que la taille moyenne est faible (inférieure à 4 ha en général ; 5 à 6 ha dans les forêts de pin maritime des Landes de Gascogne) »⁴⁶. Malgré tout, la coupe rase révèle un problème de définition, en particulier sur le seuil surfacique au-delà de laquelle on peut parler de coupe rase. Doit-on parler de coupe rase au-delà de 0,5 ha, 1 ha, 2 ha, etc. Ce débat doit être réalisé pour permettre d'avancer sur ce sujet qui monopolise beaucoup la réflexion autour des enjeux forestiers.

Ce que l'on peut tout de même affirmer, c'est que la notion de gestion durable, dans sa définition stricte (voir encadrée partie IV.2.2.3), doit répondre à l'objectif de maintenir une diversité biologique et une capacité de régénération. Or les coupes rases font intervenir l'utilisation de plantations, souvent en monoculture et équienne, avec utilisation le cas échéant du labour, sans compter la perte de l'ambiance forestière d'issue de la coupe elle-même. Il semble donc difficile de justifier comment la gestion durable, qui plus est multifonctionnelle, pourrait intégrer la pratique des coupes rases. La liberté laissée aux propriétaires de mettre en place la coupe rase dans la certification durable, souligne la priorisation qui est faite de la productivité dans la gestion sylvicole par rapport aux autres fonctions. Cette liberté ne permet pas d'apporter une transparence totale au consommateur et surtout, elle restreint voir supprime son pouvoir d'impact par sa consommation pour sélectionner les bonnes pratiques. Il ne s'agit pas de supprimer le recours au coupe rase, mais bien de réfléchir à la sortie de la coupe rase comme critère acceptable pour une certification de forêts gérées durablement, pour que le consommateur puisse davantage infléchir sur les pratiques forestières.

⁴⁵ Coupe en une seule fois portant sur la totalité du peuplement forestier, sans régénération acquise, à l'exception des tiges réservées pour le paysage ou la biodiversité

⁴⁶ <https://www.latribune.fr/opinions/tribunes/biodiversite-et-coupes-rases-en-foret-elevons-le-debat-922206.html>

V. Des solutions à accompagner et à faire émerger

Si l'on garde à l'esprit les pressions citées précédemment, les processus de dynamiques naturelles favorisant la biodiversité (partie III) et les critères minimaux requis pour opérer une gestion durable et multifonctionnelle (partie IV.1.2), on peut dégager un cadre d'action, non immuable du fait des incertitudes, mais qui peut à l'heure actuelle appuyer davantage l'intégration de la biodiversité dans la gestion forestière, et plus généralement d'infuser une vision écosystémique à la société en général.

V.1 Orienter les financements

V.1.1 Les PSE comme levier majeur

Appréhender les enjeux forestiers par l'approche écosystémique doit faire émerger la structuration de Paiements pour Services Environnementaux (PSE) et massifier leurs utilisations. Ce besoin ressort très nettement dans les échanges, et des organismes tels que WWF travaillent à cette structuration depuis plusieurs années. La prise en compte de la biodiversité reste portée principalement par le secteur public et associatif. Il s'agit donc de susciter l'engagement de la sphère privée, permettant ainsi d'intégrer progressivement cette vision écosystémique. De plus, étant donné les difficultés d'intégrer certains habitats dans une gestion durable, notamment les habitats associés qui ne dégagent pas de valeur économique à court terme et de manière directe, les PSE peuvent répondre en partie à la gestion ou protection de ces derniers et soutenir ainsi les gestionnaires qui peuvent se trouver démunis malgré le souhait de prendre en compte davantage la biodiversité.

Ce besoin de financement par les PSE peut être illustrer par le réseau FRENE, réseau de forêts en libre évolution en Auvergne Rhône Alpes, qui en 2018 disposait de 27 208 ha avec des flux d'entrée annuels moyens de près de 2 500 ha. Il s'agit de la plus vaste trame de vieux bois, dont les intérêts pour la biodiversité et la santé des écosystèmes forestiers sont majeurs (partie III.1) et correspondent aux 2^e critères développer par Barthod (partie IV.1.2). Dans un rapport de 2018 décrivant le réseau [98], il est exprimé clairement que **« Concernant les pertes de revenus [...] il n'existe pas de dispositif financier global pour accompagner l'installation de la trame de vieux bois. [...] L'installation d'une trame de vieux bois relève donc pour l'essentiel de la conviction et de la bonne volonté des forestiers et de leurs partenaires : elle est orpheline d'une politique publique volontariste dans ce domaine. »** On se retrouve donc ici dans un cas concret d'une difficulté à financer les bonnes pratiques et plus généralement les services écosystémiques [72], [99].

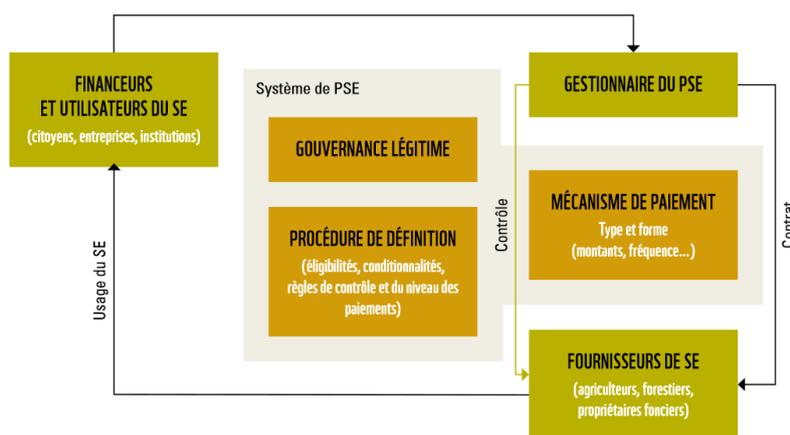


Figure 2. Schématisation des relations entre les acteurs et les processus lors d'un paiement pour service écosystémique (redessinée et modifiée d'après Lecoq *et al.* In Meral et Pesche (coord.) 2016).

Figure 36 : Schéma conceptuel de l'organisation d'un PSE (WWF, 2021)

Sur cette thématique des PSE, le rapport de WWF de 2021 fait référence puisqu'il analyse et se concentre

sur le développement de 7 points clés et 16 principes pour développer des projets forestiers contribuant au stockage du carbone et à la conservation de la biodiversité [100]. Ces éléments doivent, selon le rapport, permettre d'avoir une réelle exigence sur la manière de financer les services rendus, en particulier pour pallier le manque de rigueur actuel qui entoure l'éco-conditionné dans les subventions [100]. Le rapport précise d'ailleurs que les PSE ne doivent pas conduire à un désengagement de l'Etat ou des collectivités sur des missions d'intérêt général traditionnelles (dotations publiques), qui sont à l'heure actuelle des PSE de type « biens et services en position intermédiaire ». En effet, il existe 2 autres catégories de biens et services : les biens et services marchands (bois, location chasse...) et non marchands (l'air, le sous-sol, la biodiversité...). Pour WWF, il s'agit donc bien de travailler sur la catégorie non marchande et intermédiaire, notamment pour la forêt privée, du fait du manque de financements associés à ces catégories, contrairement à la forêt publique et ses missions d'intérêt général.

Deux tableaux synthétiques issus de ces travaux permettent d'entrevoir les paiements à prioriser pour la biodiversité et le carbone (éléments de la partie III) mais aussi ceux à exclure à l'avenir notamment les paiements relatifs au reboisement post coupe rase.

⬇ **Tableau 1.** Eléments à prioriser pour les paiements relatifs à la biodiversité forestière en France métropolitaine compte tenu du contexte et de la gestion habituelle.

CATÉGORIES	ÉLÉMENTS	PRIORITÉ POUR UN PSE
Maintenir un réseau d'aires de conservation suffisant	Îlots de sénescence	★★★
	Arbres-habitats ¹²	★★★
Restaurer les caractéristiques naturelles de la forêt	Conversion en futaie irrégulière ou futaie de gros bois	★★
	Conversion de taillis en futaie	★
	Diversification du mélange d'essences	★
	Ouverture de trouées, amélioration de la structure des lisières	★
Conserver ou restaurer la diversité des espèces et habitats d'espèces	Îlots de sénescence	★★★
	Arbres habitats	★★★
	Autres habitats associés (humides notamment)	★★

Figure 37 : Tableau des PSE Biodiversité en forêt

A l'heure actuelle, seuls deux PSE nationaux existent mais demeurent faiblement développés (quelques centaines d'hectares) et possèdent plusieurs lacunes. Le Label Bas Carbone comprend plusieurs méthodes forestières, en constante amélioration. L'étude de données agrégées suggère que les projets consistent majoritairement en un « prêt-à-planter », notamment en monoculture à l'échelle de la parcelle (60 % des cas) et en partie avec des arbres exotiques [100], justifiant une nécessaire écoconditionnalité, notamment par l'utilisation de Solutions Fondées sur la Nature [101]. Toutefois, les projets LBC peuvent être très qualitatifs : à titre d'exemple, sur les 30 % portés par le CNPF le nombre moyen d'essences est de 6, allant jusqu'à 8 essences autochtones localement.

La Procédure Services Ecosystémiques de FSC va au-delà du seul service du carbone [100] et comprend l'approche dite en bouquet de services. Le premier frein à cette procédure est qu'elle ne s'établit que sur des parcelles certifiées FSC. Cependant la démarche de certification d'un ou plusieurs services qui se fait en 7 étapes [102] permet d'officialiser ces services et donc promouvoir la qualité de la gestion ainsi appliquée. Pour l'instant seul un organisme en France, « International Forest Paper Services », certifié par la mention « Services Ecosystémiques » pour deux services, a été financé pour un projet biodiversité d'une durée de 10 ans, ici par la Française des Jeux [102].

Si ces deux outils restent à parfaire, ils permettent cependant de débroussailler ce vaste sujet que sont la structuration et la création de PSE à l'échelle nationale.

⬇ **Tableau 2.** Éléments à prioriser pour les paiements relatifs au carbone en forêt en France métropolitaine compte tenu du contexte et de la gestion habituelle.

CATÉGORIES	ÉLÉMENTS	PRIORITÉ POUR UN PSE	COMMENTAIRES
Conserver le stock de carbone en forêt	Réseau d'aires de conservation ou d'arbres-habitats en place, effet réserve	★★	Démonstration du gain carbone possible via la comparaison au carbone stocké par un scénario de référence correspondant à une forêt gérée moyenne de la sylvoécocorégion.
	Futaie irrégulière, futaie régulière de gros bois ou futaie à haut stock de carbone	★★	
	Conservation du carbone du sol déjà forestier	★	Démonstration du gain carbone par rapport à une gestion courante difficile car faible, sauf à très long terme ou en comparaison à un scénario de référence non durable traumatisant les sols (ligniculture, coupe rase, labour)
Restaurer le stock de carbone en forêt	Mise en place d'un réseau d'aires de conservation ou d'arbres-habitat suffisant	★★★	Démonstration du gain carbone possible via la comparaison au carbone stocké par un scénario de référence correspondant à une forêt gérée moyenne de la sylvoécocorégion.
	Conversion vers des futaies irrégulière, régulière de gros bois ou à haut stock de carbone	★★★	
	Conversion de taillis en futaie par balivage	★★★	Démonstration du gain carbone par rapport à une gestion courante via l'augmentation de la part de stock dans le bois d'œuvre à long terme.
	Boiser une terre agricole	★★	La pertinence dépend de la région, de la déprise et du type de boisement mis en place.
	Reboisement après coupe sanitaire	Sensible	
	Reboisement après coupe rase	Non (à exclure)	Le bilan carbone de l'opération ne peut être positif, du fait de la coupe qui a exporté le carbone. Il peut espérer être neutre après 50 ans, créant dans l'intervalle une dette carbone, uniquement si les paramètres de restauration du boisement sont bons. Les impasses sanitaires doivent être clairement documentées, les impasses sylvicoles exclues (interprétations trop souvent contestables).
	Restauration du carbone du sol forestier	★	Accroissement faible, sauf à très long terme ou en comparaison d'un scénario de référence non durable ayant traumatisé les sols.
Augmenter la résilience des forêts par la sylviculture	Reboisement après coupe sanitaire	Sensible	Bilan carbone peu favorable, surtout si déblaiement complet. Le seul bénéfice à chercher est l'augmentation de la résilience de la forêt : elle dépend des essences choisies et du degré de mélange
	Sylvicultures irrégulière ou d'essences mélangées	★★★	Co-bénéfices biodiversité associés possibles
Augmenter le bénéfice carbone via les produits forestiers exploités	Stock dans le bois d'œuvre et la construction bois	★★	Positif mais le stockage à long terme ne dépend pas uniquement du forestier puisque le bois est vendu. Le paiement ne peut lui être entièrement destiné que pour la part des coûts d'opportunités liés à ses choix sylvicoles.
	Stock dans le bois énergie	Non (à exclure)	Le bilan de l'opération crée une dette carbone à l'échelle de la forêt.
	Stock dans le bois d'industrie de durée de vie courte		
	Effet de substitution associés aux produits bois		Aucune preuve possible apportée par le forestier de l'effectivité de la substitution réelle de matériaux fossiles. De plus, le bois vendu n'appartient plus au forestier qui ne peut donc ni contrôler ni vendre sa valeur de substitution.

Figure 38 : Tableau des PSE Carbone en forêt

A d'autres échelles, d'autres outils existent et peuvent être considérés comme des PSE respectant un cahier des charges de gestion durable et multifonctionnelle. C'est le cas de **l'Association SYLV'ACCTES** principalement basée en région Auvergne Rhône Alpes et dont l'expansion débute en région Occitanie et Grand Est [103]. Cette association a d'ailleurs officialisé en 2019 son « Cercle des Entreprises pour la Forêt » formalisant le lien entre l'association et les entreprises ayant une affinité avec la forêt. Pour le moment 5 000 ha de travaux forestiers ont été accompagnés.

Autre initiative, le **dispositif OPAFE** (Opération Programmée d'Aménagement Foncier et Environnemental) a été mis en place en 2011 au sein du PNR des Millevalches sur deux volets, un foncier et un forestier. La bonne dynamique enclenchée sur le volet forestier a permis d'intervenir sur un total de 817 ha, avec des mesures similaires entrepris par l'association SYLV'ACCTES (régénération naturelle, irrégularisation de peuplements forestiers, amélioration et enrichissement, reboisement diversifié post coupes rases résineuses). Contrairement à SYLV'ACCTES, le financement de ce programme repose uniquement sur fonds publics (Région Nouvelle Aquitaine et Agence de l'Eau Adour Garonne).

Enfin, les **contrats Natura 2000 forestiers** sont également une catégorie de PSE, cette fois-ci à l'échelle européenne, bien que les actions éligibles soient fixées au niveau national. Cependant, un nombre trop faible de contrats ont été mis en place en 20 ans⁴⁷, principalement du fait que les propriétaires les considèrent comme peu attractifs et administrativement lourds à mettre en œuvre [100].

Un travail théorique, quasi philosophique mais aussi pratique sur la thématique des PSE, est d'ores et déjà engagé et il semble prioritaire d'aider à leur structuration et émergence tant localement qu'au niveau national. La procédure FSC permet de cadrer l'approche et permet d'éviter le risque de « *greenwashing* ». En considérant les « points d'appui » préconisés par l'IPBES [61] dont celui « Internalisation des externalités », permettant d'œuvrer au changement en profondeur dans les voies vers la durabilité (changements transformateurs), il semble que cette approche par les PSE pourrait correspondre à un type de mesure dite « Leviers » pour non seulement intégrer la sphère privée (mécènes de tout type) mais aussi intégrer davantage la vision écosystémique dans la société.

V.1.1.1 Créer une foncière solidaire

Cette proposition correspond à des travaux réalisés par Brestaux lors d'un stage au sein du GIP-ECOFOR. La réflexion autour de cet outil est assez similaire au PSE puisque qu'il s'agit de réfléchir à un « instrument innovant pour financer la préservation de la biodiversité en forêt française » en acquérant du foncier sur le marché des forêts [104]. L'étude s'est intéressée à la forme juridique que devrait revêtir un tel outil et à y décrire les caractéristiques qui permettraient sa pérennité. Cette forme juridique serait du type Société en Commandite par Actions (SCA) avec possibilité de lui faire bénéficier d'un agrément « ESUS » (Entreprise Solidaire d'Utilité Sociale). Cet agrément permettrait ainsi d'obtenir des financements par les allègements fiscaux des revenus importants des sociétés commerciales. Une limite est cependant exposée dans le rapport, c'est la durée maximale de ces avantages fiscaux, de 10 ans. Pour cela, un mandat « SIEG » (Service d'Intérêt Economique Général) est nécessaire pour accéder à une durée illimitée. Or les activités forestières sont exclues de ces mandats et le rapport note les nécessaires « efforts de lobbying » pour faire évaluer la réglementation.

Cette foncière serait aussi selon Brestaux l'occasion d'affilier le réseau des Alternatives Forestières (RAF) qui fut à l'initiative du fonds de dotation « Forêt en Vie », fond de dotation qui serait nécessaire à l'émergence de cet outil.

⁴⁷ Entre 2007 et 2020, 955 contrats ont été établis pour un montant total de 6 101 000 €, dont 73% ont servis à favoriser le développement d'îlots de sénescence [31]

V.1.2 Améliorer les outils économiques existants

V.1.2.1 La fiscalité

Si les forêts ne figurent pas parmi les biens les plus taxés en France, elles le sont toutefois plus que dans les autres pays européens [105].

La fiscalité forestière française se compose de cinq taxes : détention, transmission de patrimoine, taxe sur la valeur ajoutée, impôt sur le foncier, impôts sur les revenus. En outre, comme dans toutes les filières agricoles, la filière forêt-bois comprend une taxe interprofessionnelle, la Contribution volontaire obligatoire.

On peut regretter qu'il y ait globalement peu de bonus, d'incitations sur les aspects environnementaux dans cette fiscalité, et souhaiter que de nouvelles incitations fiscales à objectif biodiversité y soit promues et développées, enfin que le volet environnemental des dispositifs en question soit renforcé (ex : dispositif DEF⁴⁸).

V.1.2.2 Aides forfaitaires, ERC et ORE

Il existe aussi les aides forfaitaires régionales qui doivent, à l'image de la fiscalité, évoluer vers plus d'écoconditionnalité. La région Normandie propose par exemple un « [Guide des aides régionales et européennes en faveur des forêts et bois normands](#) ». On y remarque qu'il manque un 4^e axe « Biodiversité » puisque que sur les trois axes existants, seule l'aide au développement propose un soutien aux « travaux connexes favorisant la biodiversité » mais uniquement dans le cas de reboisement.

D'ailleurs, le reboisement est encore aujourd'hui la vision majoritaire de la vision compensatoire pour la forêt dans la séquence Eviter Réduire Compenser (ERC), puisque le marché du carbone prévaut sur les autres services. « Trop rares sont les entreprises finançant des programmes de conservation, de restauration ou de recherche sur les forêts [...] Le véritable enjeu réside dans le maintien ou la restauration des écosystèmes forestiers en place »⁴⁹. Actuellement, la prise en compte de la biodiversité dans les mesures compensatoires forestières reste trop faible. Il semble important de faire évoluer cette séquence sur son volet forêt pour pouvoir maintenir ou restaurer les forêts en place en termes de biodiversité. La libre évolution pourrait ainsi être une mesure, entre autres, qui servirait de compensation à tout projet ayant un impact sur la biodiversité, mais aussi sur le carbone. Une réflexion sur le sujet semble donc importante, bien qu'il faille garder à l'esprit que la compensation reste le dernier maillon de la séquence, et que l'évitement et la réduction doivent être priorisés.

Autre outil juridique qui peut s'apparenter à un outil adapté à la compensation, il s'agit des Obligations Réelles Environnementales (ORE) introduites par la loi pour la Reconquête de la Biodiversité, de la Nature et des Paysages de 2016. Il s'agit d'un contrat, librement consenti entre le propriétaire d'un bien immobilier et un cocontractant qui peut être une collectivité, un établissement public ou une personne morale de droit privé agissant pour la protection de l'environnement. Ces obligations ont pour finalité le maintien, la conservation, la gestion ou la restauration d'éléments de la biodiversité ou de fonctions écologiques. Le propriétaire conserve la propriété de son bien, mais en restreint volontairement l'usage. Le caractère réel quant à lui exprime qu'il contractualise le terrain plus que la personne, ce qui pérennise et renforce la puissance de l'outil (convention de 99 ans en France).

Dans une étude de la FRB de 2021 qui a comparé différents outils similaires aux ORE dans le monde, c'est bien le régime fiscal les accompagnant qui permet leur succès [106], puisque dans de nombreux cas, le propriétaire consent une double perte, la valeur du bien et le revenu qu'il peut tirer de sa parcelle. C'est donc bien les services écosystémiques qu'il faut rémunérer une nouvelle fois, et l'incitation fiscale, en particulier sur les ORE serait une étape importante pour massifier cet outil attendu par de nombreux gestionnaires, notamment les PNR [106]. En effet, le rapport note une faible expansion de l'outil justement parce que les incitations fiscales ne sont pas suffisamment attractives. La loi de 2016 exprimait déjà la nécessité de revoir cette fiscalité pour appuyer l'outil, mais force est de constater que peu

⁴⁸ Dispositif d'encouragement fiscal à l'investissement en forêt

⁴⁹ <https://fne.asso.fr/actualite/planter-des-arbres-pour-compenser-nos-emissions-de-co2-decryptage-d-un-phenomene-de-mode>

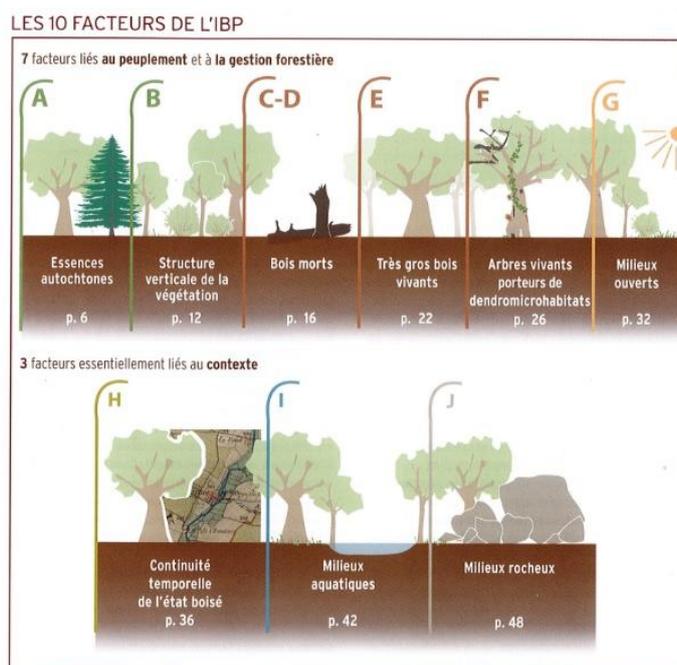
d'éléments juridiques et fiscaux ont été mobilisés à cet effet. Un rapport au gouvernement a été rédigé en 2021 pour traiter sur les moyens de renforcer l'attractivité de ces ORE [107]. Malheureusement, le rapport conclut que le manque de recul dû au trop faible nombre d'ORE contractualisées, oblige à revoir une nouvelle analyse d'ici quelques années, ce qui risque de perpétuer le manque de mobilisation de certaines structures envers les ORE.

V.2 Diagnostiquer l'état de la biodiversité

Comme nous l'avons vu dans la partie II.4, mesurer l'état de la biodiversité de manière fine est très difficile étant donné les surfaces à prospecter, le nombre de taxons à inventorier et le niveau d'expertise requis pour connaître chaque groupe taxonomique. L'incertitude actuelle liée à la crise climatique et de la biodiversité nous impose de mettre en place des outils efficaces pour identifier cette dernière et diagnostiquer son état, afin de la préserver au mieux et au plus vite. Pour pallier cette difficulté, des outils de diagnostic direct et indirect existent et doivent être massifiés et adaptés aux contextes locaux.

V.2.1 L'Indice de Biodiversité Potentielle

Le premier d'entre eux, le plus connu et le plus utilisé, est l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP). Cet indice développé par le Centre National de la Propriété Forestière (CNPF) propose au gestionnaire forestier de mesurer un niveau « potentiel » de biodiversité au niveau d'un peuplement: il ne s'agit donc pas d'effectuer un inventaire exhaustif des espèces de la forêt qui serait impossible à effectuer en routine, mais de mesurer la capacité d'accueil liée à la structure, la composition et l'ancienneté de la forêt. Il porte sur la biodiversité ordinaire, au niveau taxonomique, sur des espèces strictement forestières. Au total, l'IBP s'intéresse à 10 facteurs clés dont les 7 premiers sont directement dépendants du peuplement forestier actuel et de sa gestion, tandis que les 3 derniers sont liés au contexte. On remarque d'ailleurs beaucoup d'éléments exposés dans les parties II.5 et III.



Etablir ce diagnostic est donc totalement approprié lors des descriptions de parcelles pour l'élaboration de documents de gestion, de visites préalables au marquage des coupes, etc., afin d'orienter le gestionnaire dans ses choix, s'il souhaite agir positivement sur le niveau de biodiversité de son peuplement [108]. Il s'agit donc d'un outil d'aide à la décision, mais il revient toujours au gestionnaire d'arbitrer entre les différents éléments à considérer en fonction de ses objectifs. Enfin, l'avantage de cet outil est sa rapidité de mise en œuvre, son accessibilité à un public non spécialisé et la possibilité d'intégrer les diagnostics dans les DGD, raison pour laquelle il devrait être réalisé toujours avant l'élaboration de ces documents.

V.2.2 Guide Biodiversité dans la gestion forestière

Un guide ([lien ici](#)) pour les propriétaires, adapté au contexte territorial et à ses enjeux, a été réalisé par le PNR du Haut Languedoc, associé aux acteurs locaux (organismes forestiers, naturalistes...) via la charte forestière de territoire du Haut-Languedoc. Il propose un outil rapide d'utilisation et opérationnel, qui s'appuie sur :

- Les connaissances issues des inventaires naturalistes locaux pour sélectionner et hiérarchiser les éléments de biodiversité présents sur le territoire.
- La méthode BIOFIL – BIOdiversité Forestière Facilement Identifiable et Localisable développée en Midi-Pyrénées par le CRPF

Ce guide est très complémentaire à l'IBP. Il existe d'ailleurs en fin de guide, une explication sous forme de tableau de la complémentarité des deux outils. Les chargés de missions du PNR ont testé sur leur territoire six diagnostics chez des propriétaires privés en utilisant ce guide, en collaboration par des CRPF et des naturalistes locaux. Si aucun enjeu particulier n'a été identifié, il en ressort toutefois une bonne cohésion mise en place entre ces propriétaires et les acteurs forestiers (PNR, CRPF). Cette complémentarité avec l'IBP se situe sur l'approche par la gestion forestière en plus de l'approche biodiversité, avec comme plus-value qu'elle est adaptée aux spécificités du Haut-Languedoc. Le guide propose ainsi des fiches par espèce, par habitat naturel forestier à enjeu écologique du Haut-Languedoc, par peuplement forestier particulier et par milieu associé à la forêt, comprenant des conseils de gestion en conséquence, évalués sous l'angle économique et écologique.

Malgré son intérêt technique, l'outil se heurte au problème récurrent des financements. Les aides forfaitaires (partie V.1.2.2) pourraient être un moyen de financer ces prestations.

V.2.3 La boîte à outils FSC

Contrairement aux outils précédents, la [boîte à outils FSC](#) a une approche principalement « espèces » dites de Haute Valeur de Conservation (HVC), qui découle principalement des espèces déterminantes ZNIEFF⁵⁰ et celles d'Intérêt Communautaire du réseau Natura 2000. Ce concept FSC de « Hautes Valeurs de Conservation » va au-delà de l'échelle de l'espèce puisque ce concept est défini comme « Une valeur biologique, écologique, sociale ou culturelle d'importance capitale ou critique, reconnue comme unique ou remarquable par rapport à d'autres exemples dans la même région »⁵¹.

L'objectif de la boîte à outils HVC est de permettre une meilleure identification et interprétation de la biodiversité HVC, d'aider les choix et les arbitrages des gestionnaires forestiers en conséquence, de suivre et évaluer les effets de la gestion et si possible de les valoriser. La philosophie de l'outil repose sur une approche séquencée en trois phases : Connaître, Evaluer, Mettre en œuvre. Le gestionnaire trouve donc à sa disposition des fiches espèces détaillées permettant d'affiner la probabilité de présence des espèces sur leurs parcelles. Chaque fiche possède également un volet « Suivi et évaluation du bon état de conservation » permettant d'établir selon les potentialités de présence, un suivi direct ou indirect, et la méthode permet d'établir un état initial.

Contrairement à l'IBP, cette boîte à outils cherche donc à identifier de manière précise là où se trouvent les espèces à enjeu à conserver sur une parcelle, si probabilité de présence il y a. Il existe d'autres outils au sein de cette boîte, en plus des fiches espèces, qui permettent aux gestionnaires de se former à la mise en place de suivis spécifiques (fiches outils de gestion, catalogue d'indicateurs de suivi, guide pratique pour le suivi de la biodiversité, module cartographique).

V.2.4 Le Manuel paysager et environnemental de la gestion forestière

Souvent mise de côté, la dimension paysagère semble essentielle pour intégrer plus largement la biodiversité à la représentation que se fait la société de la forêt. Le cas des coupes rases illustre l'affirmation, le reproche au forestier reposant plus sur l'impact sur le paysage (« tache »), que sur la biodiversité en tant que telle.

⁵⁰ Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique

⁵¹ Magali Rossi – Présentation GT-UICN, décembre 2021

C'est en cela que [le manuel paysager et environnemental de la gestion forestière](#), développé par le PNR de la Saint Baume en collaboration avec l'ONF et le CNPF, laisse entrevoir une nouvelle approche, tout en étant complémentaire aux trois autres outils précédents. Dans le cas de la Sainte-Baume, les espaces forestiers sont globalement pauvres et présentent un faible intérêt sylvicole [99]. Les risques actuels autour de ces espaces sont de plusieurs natures : dépérissements, incendies, baisse de la biodiversité par la fermeture des milieux. L'objectif premier pour le PNR est donc de réengager les propriétaires dans la gestion malgré un désintérêt général, afin d'assurer la multifonctionnalité de leurs forêts.

Cette fois-ci l'approche se fait non pas à la parcelle mais par unité sylvo-paysagère (8 pour le massif) dont il découle 37 sous-unités. Chaque sous-unité a sa carte de synthèse, accompagnée de cartes à enjeux plus poussées techniquement sur les thématiques environnementale (biodiversité), paysagère (zone visible donc intérêt paysager) et socio-économique. On y trouve également 11 fiches thématiques prenant en compte les enjeux environnementaux et paysagers.

Le manuel informe le propriétaire sur les itinéraires techniques envisageables spécifiquement pour son massif, lui permettant un choix d'option de gestion éclairé. Un premier retour du Parc atteste que les propriétaires ont apprécié la démarche, certains d'entre eux reconsidérant le PNR après avoir appris par le manuel qu'il n'était pas hostile à la coupe de bois [99].

Une version numérique interactive est prévue avec la possibilité de télécharger les secteurs précis pour simplifier l'approche au propriétaire, offrant une alternative aux quelques... 400 pages du manuel.

V.2.5 Bilan des outils

Chacun de ces quatre outils apporte une vision globale des enjeux forestiers sur une parcelle et un territoire. Leur généralisation et leur maîtrise par les professionnels et propriétaires peuvent être un facteur de changement important pour évoluer vers une vision plus écosystémique de la gestion forestière. Deux de ces initiatives sont de nature locale (PNR du Haut Languedoc et de la Saint Baume). Ceci témoigne du besoin fort d'adapter et préciser les recommandations générales aux contextes écologiques, économiques et sociaux locaux, pour donner davantage envie aux propriétaires de s'approprier ces outils. En cela, l'emprise d'un PNR est une bonne échelle puisqu'il correspond à des territoires dont la création s'est notamment basée sur la prise en compte des facteurs écologiques, économiques et sociaux.

V.3 Rechercher et investir face aux menaces et incertitudes

Les forestiers ont besoin de connaissances sur trois thématiques : l'adaptation des forêts aux changements climatiques, la résilience des écosystèmes forestiers, liée au bon état de la biodiversité, et l'équilibre forêt-gibier qui perturbe les mesures de gestion orientées vers ces objectifs, notamment le mélange d'espèces qui peut demander la mise en place de plantations en plein ou des enrichissements, soumis à la pression des ongulés. Au-delà des ongulés, c'est aussi la quantité, la variété et la fréquence des perturbations (incendies, tempête, attaques de pathogènes) qui incitent à penser qu'il faut investir davantage dans l'adaptation des forêts (à l'image de l'enveloppe allouée au FFN durant un demi-siècle), et par conséquent sur la recherche à ce sujet. Les multiples facteurs écologiques, économiques et sociaux, qui diffèrent selon les territoires, rendent difficile l'étude fine des milieux forestiers de manière intégrée. De plus, les pressions précédemment citées peuvent se cumuler sur un même territoire. Dans ce contexte, si les effets du changement climatique sur le dépérissement sont une préoccupation de premier plan, ils ne doivent pas masquer le problème environnemental majeur qu'est l'érosion de la biodiversité [8]. Dans un article de 2021, Leroy *et al* considèrent que l'adaptation active à un niveau national, impliquant des actions à l'échelle de la parcelle, est hors de portée des moyens de la filière et de l'Etat, et qu'il faudra donc baser l'adaptation sur notre capacité à tirer parti de processus naturels et socioéconomiques opérant à toutes les échelles [8]. Le budget n'étant pas illimité, la stratégie d'adaptation doit se fonder sur l'amélioration de la connaissance de ces processus naturels en contexte de crises et de leur utilisation, et s'assurer des conditions de succès d'établissement des forêts plantées (sécuriser l'investissement de l'adaptation active). De plus, la mise en place d'une gestion adaptative efficace ne pourra se faire que grâce à un appui fort de la recherche forestière et de la mise en musique des différents dispositifs de suivis forestiers.

V.3.1 La cartographie de la vulnérabilité des peuplements forestiers

Il s'agit d'un objectif majeur pour anticiper et prioriser les mesures d'adaptations à prendre mais qui demande un fort appui à la recherche étant donné la connaissance nécessaire pour aboutir à cette cartographie [109]. Dans le cas de mesures d'adaptation (plantation ou d'enrichissement), la station forestière conditionne le succès. Or, la typologie des stations forestières et leur cartographie demeure inachevée en France [8], et sera un préalable à la cartographie de la vulnérabilité.

Autre besoin identifié pour aboutir à cette cartographie, la connaissance des capacités d'adaptation des essences et des choix des provenances pour assurer le succès de plantation. Prédire cette adaptation est très difficile [8], [68] et nécessite d'avoir recours à la modélisation pour contourner un problème majeur, la croissance lente des arbres. La composante génétique sera aussi déterminante dans ces approches et reste à l'heure actuelle un défi. Intégrer la génétique demande de la connaissance sur la plasticité des espèces (ex : étude des traits fonctionnels). Le problème est que l'identification de traits se fait sur un pool très faible d'individus et il est très difficile de généraliser un trait à une espèce entière. La variabilité des traits et plus généralement la génétique est un gros facteur limitant dans l'établissement de modèles prédictifs sur l'avenir des forêts. Pour l'instant la dynamique adaptative en est à ses balbutiements [68].

Une autre difficulté concerne l'incertitude sur le scénario du GIEC qui se produira puisque les mesures influençant la réalisation de tel ou tel scénario interviennent bien au-delà du monde forestier et même du territoire français. Ce scénario dépendra en partie des politiques d'atténuation de tous les pays du monde.

Autre point, les modèles travaillent souvent sur de larges échelles, alors que les questions des forestiers portent sur un niveau local. A l'heure actuelle, il est impossible de prédire si telle ou telle espèce pourra se développer à une échelle fine dans le futur.

Enfin, dernier point, il faut pérenniser les dispositifs de suivi forestier existants qui sont les seuls apports de données, élément clé pour la recherche et la calibration de modèles [8], [68], indispensables pour comprendre les évolutions rapides et minimiser l'incertitude face aux changements globaux et donc permettre une adaptation réussie tant pour les écosystèmes forestiers que pour l'économie associée.

V.3.2 Mieux comprendre les dynamiques naturelles pour mieux les utiliser

V.3.2.1 Les plantations mélangées

Les Solutions Fondées sur la Nature cherchent un compromis entre adaptation, respect de l'écosystème et viabilité économique. L'une d'elles concerne la diversification au sein des parcelles forestières (forêts mélangées), en application du principe de précaution pour « ne pas mettre toutes ses graines dans le même panier » [33] et en réponse à la sensibilité paysagère du grand public.

Bien que la meilleure résilience des forêts mélangées, en comparaison aux monospécifiques, ait été démontrée [60], [62], l'ingénierie des plantations en mélange reste peu connue et faiblement utilisée sur le territoire et un grand besoin de recherche et d'expérimentation est nécessaire pour optimiser la réussite de ces plantations diversifiées [8], [72].

L'enrichissement est aussi une mesure possible pour adapter un peuplement pauvre ou dégradé. Il est promu par des associations de protection de la nature dans le cas de peuplements dégradés voire en impasse sanitaire, au détriment des coupes rases suivies de plantation. Cependant, cette approche par enrichissement demande de l'expérimentation pour assurer un meilleur succès à l'avenir.

Les forêts plantées représentent comme nous l'avons vu 13 % des forêts française, et 84 % d'entre elles sont monospécifiques. L'évolution des pratiques en faveur de la biodiversité et de l'adaptation au changement climatique amènera donc la réflexion sur la transition de ces espaces en structure mélangée et donc un vaste plan d'ingénierie à construire.

V.3.2.2 La régénération naturelle des recrues forestiers

Un autre enjeu concerne les recrues forestiers qui demeurent mal caractérisés par l'Inventaire Forestier National du fait de leur jeunesse et de leur ouverture. En revanche, ils utilisent une Solution Fondée sur la Nature simple : la régénération naturelle. Ces espaces peuvent être facilitateurs au stade forestier avancés composés d'essences objectives et représentent ainsi de futures zones d'enrichissement potentielles. Cette colonisation des sols agricoles abandonnés par ces recrues par régénération naturelle représente actuellement 76 % de la surface forestière supplémentaire acquise entre 1908 et 2008. Les 24 % restant sont donc dus aux seuls programmes de plantations, notamment ceux du FFN [110]. La caractérisation de la diversité et dynamique écologique de ces recrues sera donc un objectif pour utiliser au mieux la régénération naturelle comme Solution Fondée sur la Nature.

V.3.3 Maintenir, structurer et créer des dispositifs de suivi forestier

V.3.3.1 Un suivi socio-écosystémique

Comme nous l'avons vu dans les parties précédentes, les attentes multiples autour de la forêt, couplées aux pressions, elles aussi multiples, engendrent un besoin développé de la recherche forestière sur des approches plus intégrées. Dans cette vision, [l'Observatoire des Forêts Sentinelles](#) (OFS) peut constituer un dispositif stratégique.

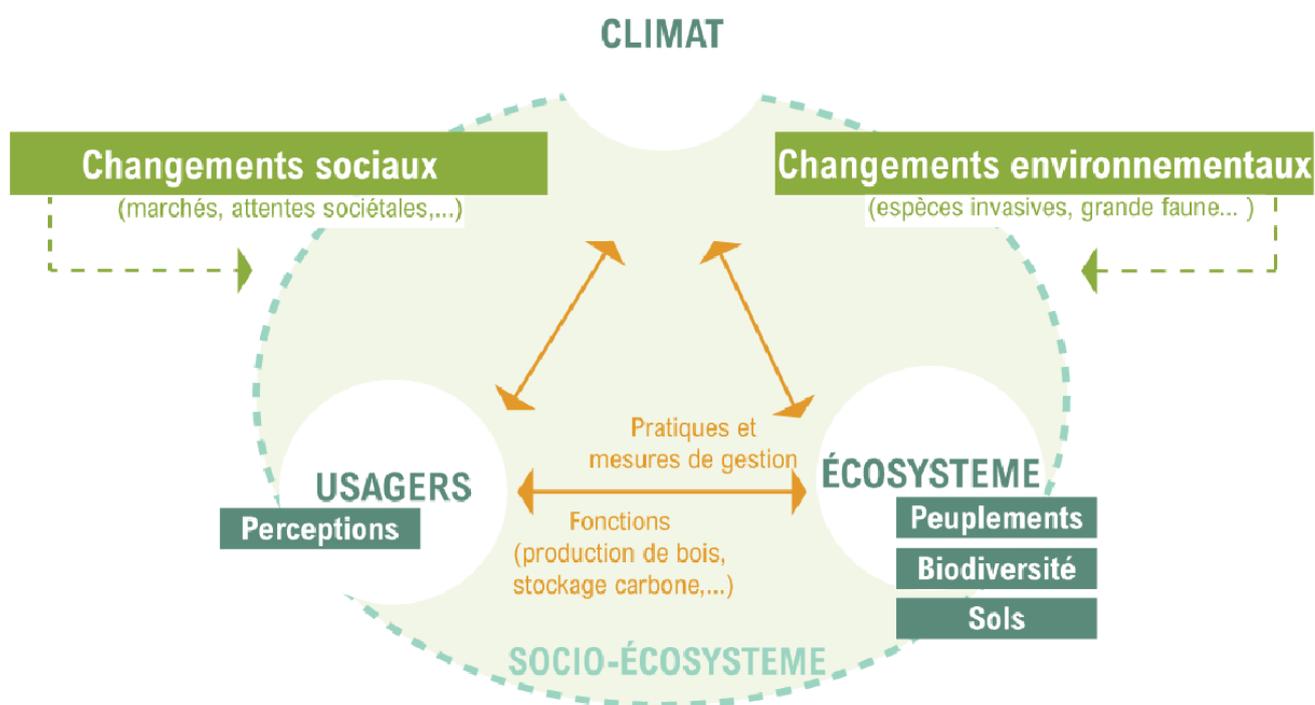


Figure 40 : Schéma d'un socio-écosystème (Source : OFS, 2020)

Sur le schéma ci-dessus, on remarque le panel de compartiments qui influencent les forêts et sur lesquels l'OFS entend se focaliser, notamment l'impact des pratiques et mesures de gestion, ce qui serait un point fort pour le monde des gestionnaires forestiers étant donné les incertitudes actuelles. Cette approche intégrée est dite socio-écosystémique (écosystème, usages, climat).

V.3.3.2 Les dispositifs existants et PASSIFOR

Il existe d'autres dispositifs de suivi forestiers, dont les objectifs, les compartiments et les échelles d'études diffèrent⁵². Chacun de ces dispositifs est indépendant [68] ce qui signifie qu'aucun n'est

⁵² On peut citer par ordre spatial hiérarchique :

imbriqué dans un autre. Malgré tout, les données qui en sont issues sont importantes pour la recherche, et leur maintien primordial à ce titre.

Le projet « Propositions d'Amélioration du Système de Suivi de la biodiversité FORestière » (PASSIFOR – 2012 - 2015) a identifié plusieurs dispositifs pour construire un outil national de pilotage de la biodiversité [111]. Un second projet, en cours, PASSIFOR 2 (2019-2022), poursuit ces travaux en proposant les premières maquettes de suivi de la biodiversité forestière en se concentrant sur 4 objectifs :

- Suivre l'état et la dynamique de la biodiversité en forêt,
- Suivre et comparer la biodiversité en forêts exploitées et non exploitées,
- Suivre l'état et la dynamique de la biodiversité en forêt en lien avec certaines actions de gestion,
- Suivre les effets du changement climatique sur la biodiversité forestière.

Ce besoin de structuration d'un outil spécifiquement construit pour étudier la biodiversité forestière, vise à répondre aux lacunes exposées dans la partie II.4 en matière de suivi de la biodiversité. Comme expliqué par Dorioz *et al*, les changements climatiques et la hausse des prélèvements de bois souhaitée par les pouvoirs publics dans le cadre de la transition énergétique font craindre une augmentation des pressions sur la biodiversité en forêt [111]: il faudra non seulement en caractériser plus finement l'état et l'évolution, mais aussi en comprendre leurs facteurs explicatifs pour agir en faveur de celle-là.

V.3.4 Développer des outils d'aides à la décision

On le distingue avec l'approche intégrée, tout usage affecte la dynamique d'un système. Pour la gestion courante, il y a donc un enjeu à mettre en pratique la connaissance acquise pour adapter ces usages en fonction des contextes. La recherche sera le moteur de la gestion adaptative et l'utilisation d'outil d'aide à la décision pour le gestionnaire en sera la mise en pratique.

L'application mobile [BioClimSol](#), développée par le CNPF-IDF est un outil d'aide à la décision pour le reboisement par des essences adaptées au changement climatique. Il évalue le risque de dépérissement d'essences forestières dans un contexte de dérèglement climatique, prenant en compte plusieurs paramètres déterminants à l'échelle de la parcelle (biotique, climatique, topologique et pédologique). Son intérêt premier est son aspect évolutif, tant dans les paramètres explicatifs que dans l'évolution des paramètres eux-mêmes puisque les modèles, notamment climatiques, sur lesquels il repose sont affinés à l'aide des données collectées au fur et à mesure. L'outil propose ainsi les essences adaptées à la station grâce à un Indice BioclimSol (IBS) ou Indice de Niche Bioclimsol (INB), ce dernier étant utilisé pour les espèces n'ayant pas été calibrées par un indice IBS.



Figure 41 : Logo du Life FORECCAST qui à calibrer l'outil BioClimSol dans le PNR du Haut-Languedoc

Encore en construction, il se révèle déjà précieux en ouvrant la voie à la gestion adaptative. Il pourrait permettre de développer des outils similaires allant au-delà du reboisement. On pourrait également imaginer des intégrations futures prenant en compte des diagnostics tels que ceux de l'IBP (ou autres) pour donner des recommandations de gestion en faveur de la biodiversité aux propriétaires et gestionnaires.

V.3.5 Développer la connaissance sur les écosystèmes forestiers matures

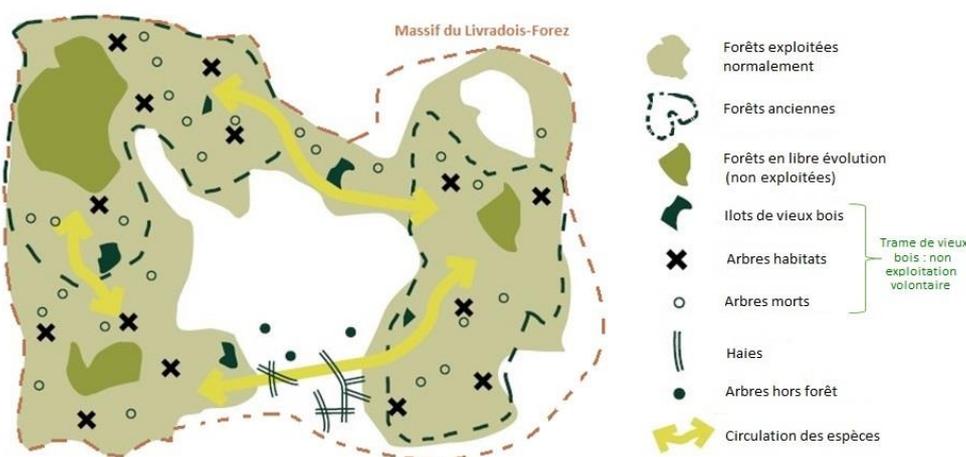
La prise en compte de la biodiversité forestière et de l'intégrité de son sol est comme nous l'avons vu en lien étroit avec les enjeux d'ancienneté et de maturité des espaces forestiers. Ces espaces combinant ancienneté et maturité sont rares sur le territoire et partiellement décrits et localisés [112]. Bien qu'encore en cours, les travaux effectués par l'IGN et le projet CartoFora montrent que si près de 30 % des forêts de France sont anciennes, seuls 3 % des peuplements gérés en futaie régulière auraient

-
- Les inventaires de l'IFN, du DSF, le RMQS (sol)
 - Le PSDRF sur les placettes de forêts gérées (pas de données climat et sol)
 - RENECOFOR qui intègre le sol et l'atmosphère (pas de forêt mélangée)
 - OFS : Approche socio-écosystémique
 - ICOS : 3 sites en France avec des tours à flux

significativement dépassé l'âge d'exploitabilité tout en ayant un caractère d'ancienneté [113]. De tels peuplements suscitent l'intérêt des forestiers et des écologues et doivent être sujet à des travaux de recherches, car le degré d'anthropisation du territoire européen fait que ces espaces forestiers tempérés sont très rares et méconnus. Cette anthropisation forte de plusieurs millénaires (voir Figure 22) impose même un biais dans notre rapport au concept de maturité puisque que nous connaissons très mal la longévité naturelle des essences [113] ce qui renforce probablement davantage le caractère jeune de nos espaces forestiers.

L'assemblage de ces composantes (ancienneté et maturité) caractérise ce qu'on appelle les forêts dites subnaturelles⁵³ ou vieilles forêts, or ces dernières ne représenteraient en France que 0,2 % de la surface [113]. Une fois cette connaissance acquise à l'échelle nationale, la prise en compte de ces espaces pourrait avoir des implications fortes pour la biodiversité forestière.

Une première implication concerne la mise en place d'une trame de vieux bois, mesure majeure pour prendre en compte la biodiversité dans la gestion courante, s'appuyant sur une cartographie précise des forêts anciennes, matures et subnaturelles. Des initiatives sont déjà nombreuses en France [114] telle que celle prise au sein du réseau IPAMAC et son projet « forêt ancienne » qui vise justement à répondre à ce besoin en connaissance sur la maturité des espaces forestiers [99].



Trame de vieux bois au sein d'un massif forestier normalement exploité
D'après Trame forestière, forêts anciennes et peuplements matures par Anne Villemey et Benoît Renaux, CBNMC, 2017

De plus, cette connaissance sera un soutien important aux Stratégies nationales (SNAP et SNB⁵⁴) notamment dans la recherche d'une efficacité de la connectivité des écosystèmes en identifiant des réservoirs pertinents (Trame Verte et Bleue), et certains de ces espaces identifiés pourront être envisagés dans le cadre de maîtrise foncière et plus généralement en lien avec l'objectif d'augmentation de la surface en protection forte [115]. En outre, dans leur article de 2015, Cateau *et al.* expriment le caractère essentiel de la prise en compte de la maturité dans les politiques de conservation. Bien que rare, ces forêts subnaturelles ne sont pas protégées pour autant, car les critères de protection s'évaluent principalement sur le niveau de rareté des habitats. Il est d'ailleurs pris l'exemple d'hêtraies-sapinières subnaturelles situées dans les Pyrénées dont la législation ne protège pas le caractère subnaturelle puisque l'habitat « hêtraie sapinière » est commun en Europe.

Enfin, la mise en place de suivis spécifiques de la biodiversité sur ces espaces aiderait à combler les lacunes actuelles en la matière, les employant comme des témoins de forêts soumises à des conditions « naturelles ». Cette utilisation ferait écho au constat des études menées dans le cadre du projet Gestion forestière, Naturalité et Biodiversité (GNB), de la difficulté de constituer un réseau de parcelles exploitées/non-exploitées. Cette recherche de « l'état zéro » était un souhait fort à l'origine du projet [38], nécessaire à l'évaluation précise des impacts de la gestion. La dégradation voire disparition de tels

⁵³ Forêt secondaire jamais exploitée ou de façon marginale, se développant depuis une longue période sans perturbation anthropique importante et ayant les caractéristiques fonctionnelles et structurelles qui en découlent. La durée d'abandon nécessaire varie selon les caractéristiques originelles des peuplements : d'une centaine d'années pour des dryades en futaie jardinée jusqu'à 500 ans au moins pour des pionnières en monoculture équienne [113]

⁵⁴ Stratégie National des Aires Protégées (SNAP) et Stratégie Nationale Biodiversité (SNB)

espaces donnerait lieu à plusieurs siècles de reconstitution. La France ne possédant plus de forêts primaires⁵⁵, ces forêts subnaturelles sont notre meilleure chance pour connaître, étudier et sauvegarder la biodiversité typiquement forestière encore trop méconnue.

La notion de forêt primaire soulève la question de la taille des écosystèmes, notamment forestiers, pour développer une pleine naturalité. Cette approche des écosystèmes par leur taille est également considérée dans le concept des réservoirs de biodiversité pour la trame verte et bleue puisque que les capacités de charge (ou niches écologiques) seront très dépendantes des surfaces. En effet, on peut vraisemblablement penser qu'un hectare de forêt isolée et laissée en libre évolution pendant des siècles, ne pourra jamais permettre le développement d'une biodiversité aussi riche qu'une forêt de 100 km², puisqu'un grand nombre d'espèces ont besoin de plus d'un hectare pour réaliser leur cycle de vie (ex : grands prédateurs, herbivores...). Les forêts morcelées, de petites tailles et non gérées au sein des forêts privées ne peuvent donc constituer des écosystèmes forestiers aussi riches en biodiversité qu'une forêt de grande surface (ex : forêt d'Orléans, la plus grande France avec 35 000 ha).

Une initiative telle que le projet « [Forêt primaire](#) » de Francis Hallé souhaite d'ailleurs participer à la reconstruction d'une forêt primaire pour pouvoir laisser place à la pleine expression de la biodiversité.

V.4 Mobiliser l'ensemble des usagers de la forêt

V.4.1 Partager la connaissance sur les enjeux forestiers

A l'heure actuelle, les visions et usages multiples de la forêt sont l'un des freins majeurs à l'unité autour de la gestion et des politiques publiques qui encadrent l'utilisation des espaces forestiers. Les conflits se multiplient et s'intensifient à cause d'une appropriation souvent « individualiste » de ces espaces. Ce constat appelle donc à faire un grand pas en avant dans la vulgarisation et le porter à connaissance de l'ensemble des enjeux forestiers présents et futurs.

Paradoxalement, ce porter à connaissance sera nécessaire à l'ensemble des usagers de la forêt, y compris les professionnels eux-mêmes puisque la complexité des usages et pressions sur les forêts, additionné au besoin d'appréhender la forêt de manière écosystémique, vont changer en grande partie la manière d'étudier, gérer et exploiter ces espaces. A l'image de l'agriculture, une transition est nécessaire avec une mise à jour majeure de notre cadre de pensée, étant donné les alertes environnementales, économiques et sociales successives. La forêt ne peut plus être gérée comme elle le fut lors de la seconde moitié du XX^e siècle ; la prise en compte de l'écosystème et du changement climatique change la donne. La forêt ne peut plus être une filière dont les décisions de gestion sont uniquement réservées aux professionnels de la forêt ; la prise en compte des citoyens dans les réflexions devient nécessaire puisque ces espaces suscitent de nouveau une appétence et fréquentation. Le bois ne peut plus être considéré comme une marchandise ordinaire ; il s'agit d'un patrimoine et d'une ressource naturelle, tout en étant une matière première importante économiquement générant beaucoup d'emplois non délocalisables, et participant à l'atténuation de nos émissions de gaz à effet de serre. La prise en compte des besoins des filières au niveau national mais aussi territorial doit générer et maintenir des emplois pour utiliser au mieux cette ressource durable sur notre territoire.

V.4.1.1 Faire évoluer les formations initiales et continues

Il s'agit d'un travail important à effectuer étant donné le nombre élevé de formations initiales, conséquences de la variété des métiers en lien avec la filière bois. Il existe en France près de 60 000 entreprises et 440 000 personnes qui travaillent au sein de la filière forêt-bois. L'approche première pourrait être de s'intéresser prioritairement aux formations de l'amont forestier (gestion et exploitation). Les formations en lien avec les métiers de Technicien/ne Forestier/ère, Entrepreneur/euse de travaux forestier, Expert/e Forestier/ère, Conducteur/trice d'engins forestiers, Bûcheron/ne, Sylviculteur/trice, Ingénieur/e forestier pourraient être un premier champ d'investigation. En effet, malgré les

⁵⁵ Espace boisé continu de grande taille (100 km² minimum), constitué depuis la dernière glaciation par colonisation spontanée de terrains nus, et qui n'a subi aucune exploitation par prélèvement de bois, pâturage ou chasse ayant perturbé la structure et la composition naturelle de manière significative. L'intégrité des écosystèmes constitutifs n'a été altérée, ni dans leur fonctionnement, ni dans leur biodiversité [113]

préconisations et documents de gestion, les travaux réalisés en forêt par certaines structures exploitantes sous-traitantes peuvent parfois ne pas respecter ces documents et préconisations par manque de connaissance, de temps et/ou de formations, ce qui demande une présence forte sur le terrain pour suivre la conduite des travaux [44], [116]. Pour certains gestionnaires, c'est plus la qualité de l'opération réalisée que l'opération elle-même qui pose problème, notamment lors des opérations d'après coupes [44]. On peut citer quelques formations initiales qui amènent aux principaux métiers de l'amont forestier :

- BPA travaux forestiers (divers spécialité)
- CAP agricole travaux forestiers
- Bac pro forêt
- BTSA Gestion forestière
- Licence pro spécialité forêt
- Ingénieur forestier

L'offre de formation continue des professionnels pourrait elle aussi être étudiée et, si besoin, révisée. Elle représente une porte d'entrée rapide pour aborder les gestionnaires et exploitants déjà éloignés du cursus initial. Les formations FOGEFOR instituées par les CRPF peuvent être également une bonne manière de former les propriétaires qui en ont besoin.

V.4.1.2 Développer un dialogue social sur les forêts

Cette logique de concertation devient de plus en plus prégnante et des initiatives existantes tels les Chartes Forestières de Territoires ou le label « [Forêt d'Exception](#) » de l'ONF doivent servir d'exemple. « Améliorer l'intégration de la société dans la gestion forestière au plus près des territoires » est d'ailleurs l'une des fiches actions issue des Assises de la forêt et du bois. Il faut donc désormais ouvrir la gestion forestière au grand public et cela peut passer par l'établissement de sites expérimentaux propices à la concertation pluri-acteurs (élus, forestiers, citoyens). Des sites, telles que ceux développés au sein du réseau OFS pourraient être de bons candidats pour permettre cette discussion.

Dans le rapport « Forêts françaises en crise », il est proposé de créer une instance de concertation « conseil territorial des forêts » à un niveau régional. Une possibilité serait laissée pour créer volontairement des équivalents plus locaux selon les motivations présentes sur les territoires concernés. Ces conseils seraient ainsi les lieux de rencontres et de débats privilégiés entre les forestiers et la société, citoyens ordinaires et société civile organisée [21].

Dans le même thème, le rapport Brestaux sur les foncières solidaires note aussi le besoin de créer une « coopérative de moyen » sous forme d'un groupement d'intérêt économique. L'objectif de ce groupement serait de trouver des réponses concrètes aux enjeux de conservation en forêt, et permettre de développer des compétences en plaidoirie pour faire monter politiquement des sujets majeures tels que la fiscalité [104].

Ce dialogue social devra inclure les acteurs de la transformation, essentiels à la filière. C'est l'une des difficultés du dialogue forestier, puisque la ramification au sein de la filière rend difficile sa compréhension fine. Ce rapport a traité uniquement de l'amont forestier, mais l'investissement dans la filière de la transformation peut avoir de forts impacts indirects sur les forêts notamment au sujet de la densité et diversité des scieries sur un territoire.

V.4.2 Permettre la mobilisation des citoyens et de forestiers

V.4.2.1 Rehausser la prise en compte de la biodiversité dans la certification forestière

La labellisation est très probablement le type d'outils qui permet le plus au grand public d'infléchir les tendances d'un marché, et donc les pratiques, comme dans le secteur agroalimentaire où il existe pléthore de labels, ayant contribué au développement de l'agriculture biologique en France. Sans pour

autant résoudre tous les problèmes, la certification permet d'installer la réflexion autour des pratiques pour le consommateur comme pour le professionnel.

Concernant la forêt, le vocable « gestion durable des forêts » est devenu commun. Cependant, la sylviculture se démarque de l'agriculture par la durée de ses mises en cultures de plusieurs décennies, la gestion durable engageant le propriétaire à renouveler sa forêt pour perpétuer la récolte pour les générations suivantes. La durabilité environnementale doit toutefois être au cœur de la gestion durable au même titre que la durabilité productive, avec l'appui de la certification forestière qui doit être plus stricte et transparente pour le consommateur sur ces aspects environnementaux. Dans les parties précédentes, nous avons mis en lumière les attentes sociétales de plus en plus forte pour prendre en compte davantage les aspects paysagers et de biodiversité dans la gestion forestière. Les certifications devront s'attarder sur la question de la taille et du caractère inévitable des coupes rases.

Bien que des labels existent et que des mises à jour soient en cours de négociation, il est à l'heure actuelle difficile pour le consommateur d'avoir un impact aussi fort dans son choix de matériaux bois, que dans son choix alimentaire. La présence d'un plus grand nombre de labels est peut-être une solution puisque qu'il peut s'agir d'un moyen pour exprimer la variété des pratiques possibles en sylviculture comme cela est le cas en agriculture. Il faut à *minima* créer des assurances fortes pour certains labels, quitte à décliner un label existant en plusieurs modalités pour rendre compte davantage des réalités de pratiques.

V.4.2.2 Mutualiser la gestion des forêts privées morcelées non gérées

Comme nous l'avons vu, la hausse des prélèvements peut avoir des conséquences sur la biodiversité si la surface de production reste équivalente. L'enjeu autour de la forêt privée non gérée est donc élevé et les opérations foncières et/ou animations foncières pour le regroupement des petites propriétés seront donc un objectif. Ce dernier a d'ailleurs été identifié dans la Stratégie Nationale des Aires Protégées au sein de sa mesure 9 (plan d'action 2021-2023). En effet, la structuration foncière est déterminante pour le propriétaire et donc pour la gestion. En ce qui concerne les pratiques intéressantes pour la biodiversité, il est plus aussi plus facile de les mettre en place sur des parcelles d'un seul tenant que sur des parcelles petites et éloignées.

Ce travail complexe cherchant à engager les propriétaires dans une sylviculture durable fait partie des missions phares des agents des CRPF. Or, la composante socio-démographique rend difficile la communication et la mobilisation puisque les propriétaires sont souvent âgés, parfois sans véritable culture forestière et non familiers avec les outils actuels de communication. Les CRPF sont donc dans l'obligation de contacter par courrier les « potentiels » propriétaires en sachant que les cadastres ne garantissent pas de retrouver les véritables propriétaires qui parfois ne sont pas eux même au courant qu'ils sont propriétaires de parcelles forestières. A cela s'ajoute les difficultés d'héritages qui redivisent des forêts et complexifient encore plus la mise en gestion et l'investigation par les CRPF [72].

Dans ce contexte, il existe la procédure des Aménagements Fonciers Agricole, Forestier et Environnemental (AFAFE) dont les échelles de mises en œuvre vont de la commune à l'intercommunalité. Une commission d'aménagement foncier composée de toutes les parties prenantes (propriétaires, élus, forestiers, associations...) est alors créée pour conduire et valider les différentes étapes du projet. L'objectif est de redistribuer et d'effectuer une refonte d'un parcellaire au sein d'un périmètre donné, permettant de réfléchir le territoire en constituant des îlots de propriétés plus adaptés, moins éclatés et mieux desservis. Ce processus peut ainsi permettre la reprise d'une activité forestière auparavant non attractive.

Le regroupement forestier fait aussi partie des initiatives possibles. Le GIEEF (Groupement d'Intérêt Economique et Environnementale Forestier), instauré par la loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt, est un outil qui permet aux propriétaires forestiers privés de gérer durablement leurs forêts de façon concertée en améliorant la mobilisation des bois tout en prenant en compte les enjeux environnementaux au niveau d'un territoire donné. Le territoire géographique doit comporter une surface suffisante : au moins 300 ha ou au moins 20 propriétaires pour une surface d'au moins 100 ha. Il s'agit d'un regroupement volontaire, dont l'un des avantages est d'obtenir un crédit d'impôt sur le revenu au titre des travaux forestiers réalisés. Pour cela, le GIEEF doit posséder un PSG. Ces groupements doivent cependant demeurer de taille raisonnable, au risque d'augmenter les conflits de gestion [72].

Il existe aussi les ASLGF (Association Syndicale Libre de Groupement Forestier). L'adhésion à une association syndicale est volontaire et n'implique aucun transfert de propriété. Les propriétaires engagent leurs parcelles dans l'association, mais celles-ci leur appartiennent toujours en bien propre contrairement au Groupement Forestier (GF), ce qui en général est vu d'un œil favorable par les propriétaires.



Figure 42 : Présentation d'une ASLGF (Crédit: M.Jégu)

VI. Conclusion

La gestion des écosystèmes forestiers est à un tournant politique et technique. En causes principales, la pression par le gibier et les effets de la crise climatique qui amènent nos espaces forestiers à des niveaux de stress de plus en plus en plus fort. En témoigne cet été 2022 où les vagues de sécheresse et de chaleur pointent d'ores et déjà du doigt ce qui sera probablement commun dans les années à venir. L'adaptation et donc l'amélioration de la résilience des écosystèmes forestiers devient la priorité numéro une, dont la matérialisation passera par un bon état de la biodiversité forestière.

L'ampleur de la tâche serait gigantesque techniquement, financièrement et aussi incertaine si nous devons mettre en place une politique de grands travaux de reboisements sur tout le territoire. Par conséquent, il s'agit d'effectuer « une véritable transition climatique des forêts françaises à moindre coût » [117], dont les Solutions Fondées sur la Nature devront être utilisées autant que faire se peut. Ces solutions sont connues mais ont encore du mal à être généralisé. Ce rapport permet ainsi d'entrevoir à un niveau macro ce qui pourrait être développer ou créer pour appuyer ce tournant politique et technique.

VII. Références

- [1] « Le Memento - Inventaire Forestier », Institut National de l'Information Géographique et Forestière, 2021.
- [2] CNPF, FranSylva, et France Bois Forêt, « Les chiffres clés de la forêt privée française ». 2021.
- [3] J. Dorioz, J.-L. Peyron, et C. Nivet, « L'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques - Les écosystèmes forestiers », MTES, 2018.
- [4] X. Morin, « Conférence du 15 février, Xavier Morin "La forêt méditerranéenne face au changement climatique : entre cible et solution" », Saint-Gély du Fesc, 2022.
- [5] A. Barbati, M. Marchetti, G. Chirici, et P. Corona, « European Forest Types and Forest Europe SFM indicators: Tools for monitoring progress on forest biodiversity conservation », *For. Ecol. Manag.*, vol. 321, p. 145-157, juin 2014, doi: 10.1016/j.foreco.2013.07.004.
- [6] S. Parent, *Dictionnaire des sciences de l'environnement*, Hatier Rageot Broquet. 1991.
- [7] BiodivERsA, « BiodivERsA: Adaptation of trees and forests to climate change: the importance of genetic variability », Brief policy note, 2014.
- [8] M. Leroy *et al.*, « Quels besoins de connaissances pour construire le futur des forêts en France ? Au-delà du plan de relance », *Rev. For. Fr.*, vol. 73, n° 1, p. 7-19, déc. 2021, doi: 10.20870/revforfr.2021.4992.
- [9] « Feuille de route pour l'adaptation des forêts au changement climatique - Agir pour des forêts résilientes et un maintien des services qu'elles rendent », Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2020.
- [10] J.-F. Molino, D. Sabatier, M.-F. Prévost, F. Frame, S. Gonzales, et V. Bilot-Guérin, « Etablissement d'une liste des espèces d'arbres de la Guyane Française », IRD, UMR AMAP - Herbar de Guyane, Cayenne-Montpellier, 2009.
- [11] B. Rollet, *Tome 1, Introduction à la dendrologie, Arbres des Petites Antilles - Bernard Rollet - ONF - Office National des Forêts*, Office National des Forêts. 2010.
- [12] « Le Memento - Inventaire Forestier », Institut National de l'Information Géographique et Forestière, 2020.
- [13] M. Gosselin et O. Laroussinie, *Biodiversité et gestion forestière - Connaître pour préserver - Synthèse bibliographique*. Gip-Ecofor. PARIS, 2004.
- [14] N. Dudley et D. Vallauri, « Deadwood - living forests: The importance of veteran trees and deadwood to biodiversity », World Wide Fund For Nature, 2004.
- [15] Y. Paillet et L. Bergès, « Naturalité des forêts et biodiversité : une comparaison par méta-analyse de la richesse spécifique des forêts exploitées et non exploitées en Europe: chap 4 », Tec et Doc Lavoisier, 2010.
- [16] A. D. Barnosky *et al.*, « Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? », *Nature*, vol. 471, n° 7336, p. 51-57, mars 2011, doi: 10.1038/nature09678.
- [17] « Climat et crise de la biodiversité sont les plus grandes menaces pour la santé, selon les revues de recherche biomédicale », *Le Monde.fr*, 6 septembre 2021. Consulté le: 16 février 2022. [En ligne]. Disponible sur: https://www.lemonde.fr/planete/article/2021/09/06/climat-et-crise-de-la-biodiversite-les-plus-grandes-menaces-pour-la-sante-selon-les-revues-de-recherche-biomedicale_6093573_3244.html
- [18] M. Charru, « La productivité forestière dans un environnement changeant: caractérisation multi-échelle de ses variations récentes à partir des données de l'Inventaire Forestier National (IFN) et interprétation environnementale. », These de doctorat, Paris, AgroParisTech, 2012.
- [19] B. Cinotti, « Évolution des surfaces boisées en France: proposition de reconstitution depuis le début du XIXe siècle », *Rev. For. Fr.*, n° 6, p. 547, 1996, doi: 10.4267/2042/26776.
- [20] « Stratégie National Bas Carbone: La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone », Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2020.
- [21] B. Chevassus-Au-Louis *et al.*, « Forêts Françaises en Crise », 2020.
- [22] R. Montenegro, « Manifeste de Tronçais: pour la forêt française, notre bien commun », 2018.
- [23] « Scientific basis of EU climate policy on forests - Open Letter to EU decision-makers », 2017. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.euractiv.com/section/energy/opinion/need-for-a-scientific-basis-of-eu-climate-policy-on-forests/>
- [24] « Convention Citoyenne pour le Climat: les propositions », 2021.

- [25] Canopée, « Signature de la tribune: Pour une politique forestière qui s'appuie sur les écosystèmes », *Google Docs*, 2022. https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeJKiHd85XKQsORypPEEv9HBKSLj4cDI1V3ShZc9I58iulQpA/viewform?usp=embed_facebook (consulté le 10 février 2022).
- [26] C. Carroy, « Le manifeste de Tronçais, une mobilisation forestiers-citoyens et pourquoi les syndicats parlent de privatisation de l'ONF », *Forestopic*, 2018. <https://www.forestopic.com/fr/foret/strategie/837-manifeste-troncais-forestiers-citoyens-syndicats-privatisation-onf> (consulté le 16 février 2022).
- [27] « Programme National de la Forêt et du Bois 2016-2026 », Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2017.
- [28] « GT "Forêts" du comité français de l'UICN - 25 novembre 2021 - Intervention Sylvain Pillon (CNPFF) ».
- [29] C. Paul et T. Knoke, « Between land sharing and land sparing – what role remains for forest management and conservation? », *Int. For. Rev.*, vol. 17, n° 2, p. 210-230, juin 2015, doi: 10.1505/146554815815500624.
- [30] M. Rossi et D. Vallauri, « Evaluer la naturalité. Guide pratique version 1.2 », 2013, doi: 10.13140/2.1.4973.8565.
- [31] P. Rouveyrol et M. Leroy, « L'efficacité du réseau Natura 2000 terrestre en France », p. 323, 2021.
- [32] F. Bensettiti et C. Gazay, « Biodiversité d'intérêt communautaire en France: un bilan qui reste préoccupant Résultats de la troisième évaluation des habitats et espèces de la DHFF (2013-2018) », UMS PatriNat, 2019.
- [33] M. Gosselin et Y. Paillet, *Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière*, 2e édition. Editions Quae, 2017.
- [34] W. Reid et al., *Millenium Ecosystem Assessment Synthesis Report*. 2005.
- [35] « Etat et évolution des forêts françaises métropolitaines - Indicateurs de gestion durable 2020 », Institut National de l'Information Géographique et Forestière, 2020.
- [36] L. Bergès, « Rôle des coupes, de la stratification verticale et du mode de traitement dans la conservation de la biodiversité », 2004, Consulté le: 2 mars 2022. [En ligne]. Disponible sur: <https://hal.inrae.fr/hal-02587451>
- [37] A. Chaudhary, Z. Burivalova, L. P. Koh, et S. Hellweg, « Impact of Forest Management on Species Richness: Global Meta-Analysis and Economic Trade-Offs », *Sci. Rep.*, vol. 6, n° 1, Art. n° 1, avr. 2016, doi: 10.1038/srep23954.
- [38] M. Gosselin et al., « Projet GNB: synthèse des relations entre naturalité anthropique, naturalité biologique et biodiversité », *Rendez-Vous Tech. ONF*, n° 56, p. 56-64, 2017.
- [39] C. A. Hallmann et al., « More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas », *PLOS ONE*, vol. 12, n° 10, p. e0185809, oct. 2017, doi: 10.1371/journal.pone.0185809.
- [40] G. Ceballos, P. R. Ehrlich, et R. Dirzo, « Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines », *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 114, n° 30, p. E6089-E6096, juill. 2017, doi: 10.1073/pnas.1704949114.
- [41] W. J. Beese, J. Deal, B. G. Dunsworth, S. J. Mitchell, et T. J. Philpott, « Two decades of variable retention in British Columbia: a review of its implementation and effectiveness for biodiversity conservation », *Ecol. Process.*, vol. 8, n° 1, p. 33, juill. 2019, doi: 10.1186/s13717-019-0181-9.
- [42] G. Du Bus de Warnaffe et S. Angerand, « Gestion forestière et changement climatique, une nouvelle approche de la stratégie nationale d'atténuation. », 2020.
- [43] « Communiqué de presse: Changement climatique généralisé et rapide, d'intensité croissante – GIEC ». aout 2021.
- [44] « Comité de suivi pour l'action "Forêt" du LIFE BTP ». 21 avril 2022.
- [45] Y. Paillet et M. Gosselin, « Relations entre les pratiques de préservation de la biodiversité forestière et la productivité, la résistance et la résilience: Etat des connaissances en forêt tempérée européenne », *VertigO - Rev. Électronique En Sci. Environ.*, n° Volume 11 Numéro 2, 2011.
- [46] M. Jonard et al., « Tree mineral nutrition is deteriorating in Europe », *Glob. Change Biol.*, vol. 21, n° 1, p. 418-430, 2015, doi: 10.1111/gcb.12657.
- [47] J.-M. Bourgau, M. Bertin, J.-F. Lerat, J.-G. Monnot, G.-A. Morin, et Y. Poss, « La forêt française en 2050 - 2100 Essai de prospective », MAP, 2008.
- [48] A. Roux, A. Colin, J.-F. Dhôte, et B. Schmitt, *Filière forêt-bois et atténuation du changement climatique*. éditions Quae, 2020. doi: 10.35690/978-2-7592-3121-8.

- [49] B. Fontaine *et al.*, « Résultats 2019 des programmes participatifs de suivi des oiseaux communs », p. 24.
- [50] M. Monmousseau, « Bois-Energie et Biodiversité forestière », UICN, 2016.
- [51] F. Gosselin, J.-C. Génot, et T. Lachat, « Libre évolution et naturalité en forêt : définitions et métriques associées », *Rev. For. Fr.*, vol. 73, n° 2-3, p. 115-136, mars 2022, doi: 10.20870/revforfr.2021.5464.
- [52] IGN, « La forêt Française : Etats des lieux et évolutions récentes, panorama des résultats de l'inventaire forestier », 2018.
- [53] D. Thom *et al.*, « The climate sensitivity of carbon, timber, and species richness covaries with forest age in boreal-temperate North America », *Glob. Change Biol.*, vol. 25, n° 7, p. 2446-2458, juill. 2019, doi: 10.1111/gcb.14656.
- [54] C. M. Gough, C. S. Vogel, H. P. Schmid, et P. S. Curtis, « Controls on Annual Forest Carbon Storage: Lessons from the Past and Predictions for the Future », *BioScience*, vol. 58, n° 7, p. 609-622, juill. 2008, doi: 10.1641/B580708.
- [55] S. Besnard *et al.*, « Quantifying the effect of forest age in annual net forest carbon balance », *Environ. Res. Lett.*, vol. 13, n° 12, p. 124018, déc. 2018, doi: 10.1088/1748-9326/aaeab.
- [56] Pörtner, Hans-Otto *et al.*, « IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change », Zenodo, 2021. doi: 10.5281/ZENODO.4782538.
- [57] D. Piotta, « A meta-analysis comparing tree growth in monocultures and mixed plantations », *For. Ecol. Manag.*, vol. 255, n° 3, p. 781-786, mars 2008, doi: 10.1016/j.foreco.2007.09.065.
- [58] J. Liang *et al.*, « Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests », *Science*, vol. 354, n° 6309, p. aaf8957, oct. 2016, doi: 10.1126/science.aaf8957.
- [59] Q. Guo, S. Fei, K. M. Potter, A. M. Liebhold, et J. Wen, « Tree diversity regulates forest pest invasion », *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 116, n° 15, p. 7382-7386, avr. 2019, doi: 10.1073/pnas.1821039116.
- [60] H. Jactel *et al.*, « Tree Diversity Drives Forest Stand Resistance to Natural Disturbances », *Curr. For. Rep.*, vol. 3, n° 3, p. 223-243, sept. 2017, doi: 10.1007/s40725-017-0064-1.
- [61] S. Diaz, J. Settele, S. Brondizio, H. Ngo, M. Guèze, et J. Agard, « IPBES: Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services », p. 60, 2019.
- [62] M. Pardos *et al.*, « The greater resilience of mixed forests to drought mainly depends on their composition: Analysis along a climate gradient across Europe », *For. Ecol. Manag.*, vol. 481, p. 118687, févr. 2021, doi: 10.1016/j.foreco.2020.118687.
- [63] J. Abildtrup, S. Garcia, S. B. Olsen, et A. Stenger, « Spatial Preference Heterogeneity in Forest Recreation », *European Association of Agricultural Economists*, 120386, 2011.
- [64] A. Filyushkina, F. Agimass, T. Lundhede, N. Strange, et J. B. Jacobsen, « Preferences for variation in forest characteristics: Does diversity between stands matter? », *Ecol. Econ.*, vol. 140, p. 22-29, oct. 2017, doi: 10.1016/j.ecolecon.2017.04.010.
- [65] « Tribune "Pour une politique forestière qui s'appuie sur le fonctionnement des écosystèmes" », *UICN France*, 16 janvier 2022. <https://uicn.fr/tribune-pour-une-politique-forestiere-qui-sappuie-sur-le-fonctionnement-des-ecosystemes/> (consulté le 2 mai 2022).
- [66] I. Bellin, « Peut-on encore sauver nos forêts face au changement climatique? », *Futura*. <https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/changement-climatique-peut-on-encore-sauver-nos-forets-face-changement-climatique-97041/> (consulté le 2 mai 2022).
- [67] « Arbres : « Le recours aux essences exotiques en foresterie est une aberration écologique et politique » », *Le Monde.fr*, 24 avril 2021. Consulté le: 2 mai 2022. [En ligne]. Disponible sur: https://www.lemonde.fr/idees/article/2021/04/24/arbres-le-recours-aux-essences-exotiques-en-foresterie-est-une-aberration-ecologique-et-politique_6077930_3232.html
- [68] X. Morin, « Compte rendu d'entretien avec Xavier Morin, chercheur en écologie forestière », 4 mars 2022.
- [69] Société Botanique de France, « L'introduction d'essences exotiques en forêt: Livret Blanc », MNHN, 2021.
- [70] G. Decocq et S. Muller, « Pourquoi la forêt française a besoin d'un traitement de fond », *The Conversation*. <http://theconversation.com/pourquoi-la-foret-francaise-a-besoin-dun-traitement-de-fond-177006> (consulté le 2 mai 2022).
- [71] GIP-ECOFOR, « L'influence du grand gibier sur le monde forestier ». 2014.
- [72] M. Jegu, « Compte rendu séminaire des Ingénieurs environnement du CNPF ». 18 octobre 2021.
- [73] « Guide Technique "Réussir la plantation forestière: Contrôle et réception des travaux de

reboisement" », Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2014.

- [74] « Les apports de la futaie irrégulière sur les différentes fonctions de la forêt. », Association Futaie Irrégulière, 2020.
- [75] A. Bénazet, « Comment mettre en œuvre une sylviculture favorable à l'équilibre forêt-gibier dans la forêt privée du massif du Donon ? Étude de faisabilité de la mise en œuvre d'une sylviculture favorable à l'équilibre forêt-gibier dans un massif de forêts soumises à plan simple de gestion », 2012.
- [76] M. Jegu, « Compte-rendu séminaire "Intégrer la biodiversité dans la gestion forestière" France Nature Environnement - Région Normandie ». 10 novembre 2021.
- [77] « Les usages récréatifs des forêts métropolitaines », EFESE, 2020.
- [78] C. Barthod, « La multifonctionnalité des forêts entre discours et pratiques: illusion ou réalité à assumer ? », *Rev. For. Fr.*, vol. 67, n° 4, Art. n° 4, août 2015, doi: 10.4267/2042/59287.
- [79] B. Chevassus-Au-Louis et R. Pirard, « Les services écosystémiques des forêts et leur rémunération éventuelle », *Rev. For. Fr.*, n° 5, 2011, doi: 10.4267/2042/46106.
- [80] Cours des Comptes, « La structuration de la filière forêt-bois, ses performances économiques et environnementales », 2020.
- [81] France Bois Forêt, « Observatoire économique - Interprofession nationale de la filière Forêt-Bois - Synthèse des importations de sciages résineux – année 2020 », *Observatoire économique*, 2020. <https://observatoire.franceboisforet.com/synthese-des-importations-de-sciages-resineux-annee-2020/> (consulté le 14 mars 2022).
- [82] MAA, « Les scieries de feuillus du futur : quel modèle industriel ? », *Cent. Études Prospect.*, n° 143, 2019.
- [83] FNB, « Dossier de presse : "Crise : L'exportation croissante de chêne brut ruine la filière française de la transformation qui en appelle au président de la république " », 2018.
- [84] J.-C. Rameau, D. Mansion, G. Dumé, et C. Gauberville, *Flore forestière française - Tome 3 - Région méditerranéenne*, Institut pour le développement forestier-CNPF. 2008.
- [85] AGRESTE, « Agreste Conjoncture - Indices des prix du bois », 2022.
- [86] Le Journal du Dimanche, « Assises nationales de la forêt et du bois : l'alerte de 600 scientifiques, associatifs et acteurs du secteur ». <https://www-lejdd-fr.cdn.ampproject.org/c/s/www.lejdd.fr/Societe/assises-nationales-de-la-foret-et-du-bois-lalerte-de-600-scientifiques-associatifs-et-acteurs-du-secteur-4087893.amp> (consulté le 17 mars 2022).
- [87] « La forêt plantée en France », Institut National de l'Information Géographique et Forestière, 40, 2017.
- [88] « Memento 2020 - L'outil technique des professionnels de la forêt, du sciage, de la pâte à papier, des panneaux, de l'emballage en bois, de la construction, de l'ameublement et de l'énergie. », Centre technique du bois et de l'ameublement- FCBA, 2020.
- [89] X. Logel et J. Lhotellier, « Analyse du cycle de vie du bois énergie collectif et industriel - Synthèse », ADEME.
- [90] A. Valade, S. Luysaert, P. Vallet, S. Njakou Djomo, I. Jesus Van Der Kellen, et V. Bellassen, « Carbon costs and benefits of France's biomass energy production targets », *Carbon Balance Manag.*, vol. 13, n° 1, p. 26, déc. 2018, doi: 10.1186/s13021-018-0113-5.
- [91] FRANSYLVA et CNPF, « RESOFOP 2009-2016 », 2017.
- [92] B. Maresca et R. Picard, « Les propriétaires forestiers sont attachés à leur patrimoine mais peu motivés par son exploitation commerciale », CREDOC, 228, 2010.
- [93] M. Bruciamacchie, « Climat : écologie et économie - Face aux incertitudes grandissantes, concilier écologie et économie », *SOS forêt France - La forêt est notre avenir*, 2017. <https://sosforetfrance.org/index.php/climat-ecologie-et-economie/> (consulté le 7 juillet 2022).
- [94] M.-A. Selosse, *Jamais seul. Ces microbes qui construisent les plantes, les animaux et les civilisations - Marc-André Selosse*, Acte Sud. 2017.
- [95] G. Froger, P. Méral, et R. Muradian, « Controverses autour des services écosystémiques », *Alternatives Economiques*, 1 janvier 2016.
- [96] FSC, « Référentiel FSC® pour la Gestion Responsable des Forêts Françaises ». 2017.
- [97] PEFC, « PEFC_FR ST 1003-1_2016 - Règles de la gestion forestière durable -Exigences pour la France métropolitaine », p. 17, 2017.
- [98] Réseau FRENE, « Réseau FRENE d'Auvergne-Rhône-Alpes : La plus vaste trame de vieux bois étend sa toile. » 2018.
- [99] M. Jegu, « Compte rendu de la présentation des PNR sur des exemples d'actions à faire émerger

pour intégrer la biodiversité dans la gestion forestière - 18/02/2022 ». 2022.

- [100] D. Vallauri, « Payer les forestiers pour services rendus ? », WWF, 2021.
- [101] FRB, « Note du Conseil scientifique de la FRB - Label bas-carbone et biodiversité ». 2021.
- [102] L. Ollivier et D. Vallauri, « La procédure Services écosystémiques de FSC - Analyse Factuelle et voies d'amélioration », p. 44, 2021.
- [103] A. Monot, « Rapport d'activité 2021 », p. 16, 2021.
- [104] P. Bresteaux, « Étude de faisabilité d'une foncière solidaire appliquée à la forêt – La foncière solidaire pourrait-elle être un instrument pour protéger la biodiversité forestière ? », *GIP-ECOFOR*, 2021.
- [105] L. Dupuis et G. Sainteny, « La taxation des forêts européennes: approche comparative », FRB, Note, juill. 2021.
- [106] G. Sainteny et L. Dupuis, « Note de la FRB - Comment développer les Obligations Réelles Environnementales (ORE) en France ? » 2021.
- [107] « Rapport du Gouvernement au Parlement sur la mise en œuvre du mécanisme d'obligations réelles environnementales et sur les moyens d'en renforcer l'attractivité », Secrétariat général du Gouvernement, 2021.
- [108] C. Emberger, L. Larrieu, et P. Gonin, « Dix facteurs clés pour la diversité des espèces en forêt - Comprendre l'Indice de Biodiversité Potentielle ». CNPF, 2016.
- [109] A. Meybeck, A. Rose., et V. Gitz, *FAO Framework Methodology for Climate Change Vulnerability Assessments of Forests and Forest Dependent People: A framework methodology*. Rome, Italy: FAO, 2019. doi: 10.4060/ca7064en.
- [110] T. Audinot, H. Wernsdörfer, et J.-D. Bontemps, « Ancient forest statistics provide centennial perspective over the status and dynamics of forest area in France », *Ann. For. Sci.*, vol. 77, n° 3, p. 77, sept. 2020, doi: 10.1007/s13595-020-00987-5.
- [111] J. Dorioz, F. Benest, N. Debaive, M. Gosselin, et G. Landmann, « Vers un suivi multi-dispositifs de la biodiversité en forêt en France métropolitaine », *Forêt.Nature*, n° 150, p. 7, 2019.
- [112] M. Garnier, J.-L. Dupouey, T. Lallemand, et P. Drain, « Les forêts anciennes: Etat des lieux des forêts déjà présentes dans la première moitié du XIXe siècle », IGN, 42, 2021.
- [113] E. Cateau, L. Larrieu, D. Vallauri, J.-M. Savoie, J. Touroult, et H. Brustel, « Ancienneté et maturité: deux qualités complémentaires d'un écosystème forestier », *C. R. Biol.*, vol. 338, n° 1, p. 58-73, janv. 2015, doi: 10.1016/j.crvi.2014.10.004.
- [114] J.-M. Savoie, M. Thomas, E. Cateau, N. Gouix, et P. Paccard, « Connaître les forêts anciennes et matures: comment? pourquoi? », *Rev. For. Fr.*, vol. 73, n° 2-3, Art. n° 2-3, mars 2022, doi: 10.20870/revforfr.2021.5468.
- [115] « Stratégie Nationale pour les Aires Protégées - 2030 », Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2021.
- [116] M. Jegu, « Compte rendu du GT forêt inter-Parcs Nationaux du 22 au 24 octobre ». 2021.
- [117] E. De Turckheim et N. Luigi, « Propositions de Pro Silva France dans le cadre du Plan de Relance. Pour une véritable transition climatique des forêts françaises à moindre coût ». 2020.

VIII. Mentions et responsabilités

Auteur : Mathieu Jégu (Office Français de la Biodiversité)

Relecture : Marianne Bernard et Marie Thomas (Office Français de la Biodiversité)

Date de publication : Août 2022



Réalisation dans le cadre du projet LIFE BTP
« Biodiversité intégrée dans les Territoires et les Politiques »
porté par l'OFB et soutenu l'Union Européenne