



L'AVENIR DES FORÊTS FRANÇAISES

Une analyse prospective des effets du changement
climatique sur le devenir des forêts et de la filière forêt-
bois

Sous la direction de

CHARLOTTE ROLLAND

agronomy engineer

LORAIN ROY

researcher and R&D project leader

MARIE-LAURE RABOT-QUERCI

researcher and R&D project leader

Sous la tutelle académique de

FRANCIS ISSELIN

Maître de conférences, écologue

ANTONIN DUBOIS

UIT

2022-2023

TABLE DES MATIERES

TABLE DES FIGURES.....	3
TABLE DES TABLES	5
LISTE DES ABREVIATIONS.....	5
REMERCIEMENTS	7
INTRODUCTION.....	8
.....	9
I. LA FORÊT FRANÇAISE AUJOURD'HUI : du bilan écologique à la politique forestière	10
1) Un écosystème à part entière, aux multiples fonctions	10
1. Vie d'une forêt	10
a. Formation d'une forêt et cycle sylvigénétique	10
b. Le cycle sylvicole ou la vie d'une forêt gérée.....	11
2. La composition de la forêt française.....	12
a. Les notions de GRECO et sylvoécorégions : répartition spatiale des forêts	12
b. Les essences forestières principales	13
3. Fonctionnement et santé des écosystèmes forestiers (fonctions, dynamiques de croissances, volume sur pied, ...).	15
a. Les écosystèmes forestiers	15
b. Âge des forêts	17
c. La santé des forêts	18
4. Les services écosystémiques : Importances de la forêt pour l'homme	25
a. Définition et origine du terme « service écosystémique »	25
b. Les différents services fournis par la forêt.....	26
5. Un espace naturel géré : les différents modes de gestion des forêts	26
2) ... Qui alimente la filière forêt-bois française	29
1. Qu'est-ce que la filière forêt-bois	29
2. Les acteurs de la filière.....	30
3. Difficultés de la filière forêt-bois.....	34
4. Controverses	36
a. Mécontentement entre ministère ?	36
b. Des tensions entre ONF et FNCOFOR	37
c. Désaccord entre l'Union Européenne et les forestiers français.....	37
3) Dont les pratiques sont encadrées à différentes échelles.....	38
1. A l'échelle nationale : Un cadre législatif dont découle le PNFB	38
2. Les programmes régionaux et leurs déclinaisons	38

3. A l'échelle locale : les documents communaux ou intercommunaux	39
4) Et doivent se conformer aux orientations définies par la politique forestière	41
1. La SFUE : La référence européenne (commission européenne, 2021)	41
2. Un cadre national pour définir les orientations forestières : le PNFB (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2017)	41
3. La politique forestière comme partie intégrante de politiques nationales de grande envergure	43
a. La forêt comme levier de la Stratégie Nationale Bas-Carbone (Ministère de la transition Ecologique et Solidaire, 2020)	43
b. L'utilisation de la biomasse forestière et la SNMB (Ministère chargé de l'agriculture et al., 2018)	44
c. Les forêts : un enjeu majeur pour la SNB (Ministère de la Transition Ecologique, 2022)	45
4. Les assises de la forêt et du bois : la concrétisation du PNFB (Gouvernement, 2022)	48
II. LA FORÊT FRANÇAISE A L'AVENIR : perspectives d'évolutions face au changement climatique	50
1) Première approche : des scénarios tendanciels à paramètres climatiques constants	50
1. Présentation des scénarios retenus	50
a. IGN-FCBA : Une étude prospective de disponibilité de la ressource en bois à l'horizon 2035 (Colin A. & Thivolle-Cazat A., 2016)	50
b. BiCaFF : Un modèle de projection de la séquestration carbone à l'horizon 2040 (Valade A. & al., 2017)	51
c. AMS : Un scénario issu de la Stratégie Nationale Bas-Carbone, pour l'horizon 2050 (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2020)	52
d. NégaWatt : Un scénario énergétique et de production de matériaux à l'horizon 2050 (Association NégaWatt, 2022)	52
e. Afterres2050 : Un scénario porté sur l'agriculture, l'alimentation et la biomasse à l'horizon 2050 (Association Solagro & al., 2016)	53
f. IGN-INRAE : Une étude prospective multi-modèle, à l'horizon 2050 (Roux A. & al., 2020)	54
2. Comparaison des différents scénarios	55
2) Deuxième approche : la prise en compte du changement climatique et tentative de réponse sur les conséquences possibles	60
1. Focus sur le changement climatique : Les changements observés et à venir	61
a. Changements à l'échelle mondiale : les prévisions du GIEC	61
b. Le réchauffement climatique en France : analyse des changements à l'échelle nationale	62
2. Les impacts sur les forêts métropolitaines	64
a. La modification des aires de répartition et mutation des peuplements liées aux changements des conditions climatiques	64
b. Qui va potentiellement s'accompagner d'une hausse des événements climatiques extrême et mettre à rude épreuve les forêts	67
c. A cela s'ajoute une hausse possible du nombre de ravageurs et de pathogènes	73

d. Des conséquences sur la biodiversité forestière	74
e. Ce qui mènera à des effets sur les volumes de bois sur pied et les volumes prélevés	77
f. Des effets sur la capacité des écosystèmes forestiers à stocker du carbone (Roux A. & al, 2020)	83
g. Et aboutir à des conséquences socio-économiques directes	86
3. Des solutions pour une forêt résiliente, mais peu de consensus	87
a. Vers des changements d'essences pour plus de résilience	88
b. La biodiversité et la mixité des essences comme garants de la résistance des forêts	93
c. Des changements dans les pratiques de gestions sylvicoles : le débats entre laisser faire la forêt ou la gérer activement	94
d. Conclusion : Miser sur la mixité des pratiques	95
Conclusion.....	97
BIBLIOGRAPHIE	100
Résumé	115
Summary	115

Les annexes se trouvent dans un document dédié, joint au présent rapport

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma d'une succession écologique	10
Figure 2 : Cycle sylvicole pour une futaie régulière	11
Figure 3 : Proportion de bois vivant par essence (IGN, 2022)	14
Figure 4 : carte des compositions des peuplements (IGN, 2022)	15
Figure 5 : carte de la diversité des peuplements (IGN, 2022).....	15
Figure 6 : fonctions remplies par les forêts	15
Figure 7 : Schéma du cycle de la matière et des principaux éléments minéraux.....	17
Figure 8 : Proportion de la superficie de la forêt française affectée par la sécheresse	18
Figure 9 : Catégories d'insectes en fonction de la partie de l'arbre attaquée (Ephytia, 2017)	20
Figure 10 : Répartition des 24 573 plants endommagés dans des plantations observées par le DSF (DSF, 2023b).....	21
Figure 11 : Evolution annuelle du stock d'arbres morts sur pied	22
Figure 12 : Evolution du taux de plantations non-réussites et du taux de mortalité des plants.....	22
Figure 13 : Taux d'arbres morts sur pied sur la période 2017-2021 (IGN, 2023b)	23
Figure 14 : Taux de mortalité annuel pour les principales essences, pour les périodes 2003-2012 et 2012-2021 (IGN, 2023b).....	23
Figure 15 : Carte des surfaces impactées par des dépérissements dans les régions les plus sensibles (ONF, 2023a)	24
Figure 16 : Les trois catégories de services écosystémiques	25

Figure 17 : Services écosystémiques associés aux forêts	26
Figure 18 : Volume de bois et usages du bois dans la filière forêt-bois	30
Figure 19 : Balance commerciale de la filière Forêt-Bois en 2022, en millions € (agreste, 2023)	30
Figure 20 : Différents statuts de gestion des forêts françaises, par sylvoécocorégion (Valade A. et al., 2017)	36
Figure 21 : Vue d'ensemble de la réglementation.....	40
Figure 22 : La politique forestière étendue	47
Figure 23 : Taux de prélèvement par scénarios en 2050	56
Figure 24 : Stock de bois sur pied par scénario	57
Figure 25 : Volume de bois à l'aval de la filière par scénario et par usage.....	58
Figure 26 : Bilan carbone des différents scénarios	59
Figure 27 : Evolution de la hausse de la température à la surface de la planète par rapport à 1850-1900 (IPCC, 2021).....	61
Figure 28 : Changement de la température moyenne à la surface de la Terre sur la période 1- 1850 (estimation) et 1850-2020 (mesuré) (IPCC, 2021)	62
Figure 29 : Ecart à la normale sur la période 1991-2020 des températures moyennes annuelles de 1900 à 2022.....	63
Figure 30 : Les principaux effets du changement climatique en France	63
Figure 31 : Compatibilités climatiques actuelles et futures pour 4 espèces forestières (climessences)	65
Figure 32 : Capacité d'adaptation et plasticité des arbres	66
Figure 33 : Evolution du nombre de jours sec à l'horizon 2050 (Météofrance, 2023c)	68
Figure 34 : Comparaison de la médiane du nombre annuel de jours avec un IFM > 40 entre (a) 1990 et (b) 2050 (MétéoFrance, 2023d).....	69
Figure 35 : Nombre de feux de forêts et surfaces incendiées en France entre 1979 et 2019	70
Figure 36 : Les 40 tempêtes majeures qui ont touchées la France métropolitaine entre 1982 et 2020 et la part de la surface nationale touchée par des vents à plus de 100 km/h (MétéoFrance, 2020)...	71
Figure 37 : Photographie de chablis de pins dans la forêt domaniale de Haguenau (Bas-Rhin) après Lothar et Martin.....	72
Figure 38 : Epicéas attaqués par des scolytes.....	74
Figure 39 : <i>Mycetophagus ater</i> , insecte saproxylique d'intérêt patrimonial de niveau 3 (= espèce peu abondante ou très localisée)	76
Figure 40 : Ecoponts au-dessus de l'A26.....	77
Figure 41 : Evolution de la moyenne décennale de la productivité en volume de bois (a) et évolution du stock de bois sur pied à la fin de chaque décennie (b), simulés par CASTANEA	79
Figure 42 : Simulations Margot de la production biologique (à gauche) et des stocks sur pied (à droite). Les courbes en pointillées représentent les simulations MARGOT sans prise en compte du climat. Les courbes continues représentent les simulations de MARGOT couplé avec les modificateurs climatiques issus de CASTANEA.....	81

Figure 43 : Répartition des volumes de bois entrant dans la filière en 2015 et 2050 selon les usages (Roux A. et al., 2020).....	82
Figure 44 : Evolution du stockage dans les forêts (Citepa, 2023)	83
Figure 45 : Stockage annuel du carbone dans l'écosystème forestier sur la période 2016-2050, selon trois scénarios de gestion et deux scénarios climatiques (Roux A. & al, 2020).....	84
Figure 46 : Stockage annuel du carbone dans les produits de la filière bois sur la période 2016-2050, selon trois scénarios de gestion et deux scénarios climatiques (Roux A. & al, 2020)	85
Figure 47 : Bilan carbone de la filière forêt-bois à l'horizon 2050, selon trois scénarios de gestion sans (a) et avec (b) prise en compte du changement climatique (Roux A. & al, 2020)	85
Figure 48 : Partenaires du projet REINFFORCE par pays	89
Figure 50 : Test d'élimination dans la forêt de l'hermitain.....	90
Figure 51 : Adaptation des forêts par la mixité des essences plantées.....	93

TABLE DES TABLES

Tableau 1 : Temps de maturation et régime de gestion pour les arbres les plus présents en France .	12
Tableau 2 : Pourcentage de la diminution de l'accroissement en volume du bois entre les decennies 2010 et 2090 sur les simulations de CASTANEA	78
Tableau 3 : Evolution du stock du bois sur pied a la fin de chaque decennie, simule par CASTANEA selon les scenarios de gestion, les scénarii climatiques et l'effet biophysique du CO2et par espèces	79
Tableau 4 : Arguments pour et contre l'extensification ou l'intensification de la gestion forestière ..	94

LISTE DES ABREVIATIONS

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
BE	Bois Energie
BI	Bois d'Industrie
BIBE-P	Bois d'Industrie et Bois d'Energie Potentiels
BiCaFF	Bilan Carbone de la ressource Forestière Française
BO	Bois d'Œuvre
BO-P	Bois d'Œuvre Potentiel
CBPS	Code des Bonnes Pratiques Sylvicoles
CIRAD	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
Citepa	Centre Interprofessionnel Technique d'Étude de la Pollution Atmosphérique
CNPF	Centre National de la Propriété Forestière
DRA	Directives Régionales d'Aménagement des bois et forêts
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DSF	Département Santé des Forêts

EDF	Électricité de France
EIFER	European Institut For Energy Research
FCBA	Institut Technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement
FEADER	Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural
FFSM	French Forest Sector Model
FNCOFOR	Fédération Nationale des Communes Forestières
G	Giga – Milliard – 10^9
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat
GRECO	Grandes Régions Ecologiques
ha	Hectare
IFM	Indice Forêt-Météo
IFN	Inventaire Forestier National
IGN	Institut National de l'Information Géographique et Forestière
INRAE	Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement
LiDAR	Laser Imaging Detection and Ranging
LPO	Ligue Protectrice des Oiseaux
M	Méga – Million – 10^6
MARGOT	Matrix Model of forest Ressource Growth and dynamics at the Territory scale
ONF	Office National des Forêts
ONG	Organisation Non Gouvernementale
PAC	Politique Agricole Commune
PDU	Plan de Déplacement Urbain
PEPR	Programme d'Équipement Prioritaire de Recherche
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PLUi	Plan Local d'Urbanisme intercommunal
PNACC	Plan National d'Adaptation au Changement climatique
PNFB	Programme National de la forêt et du bois
POS	Plan d'Occupation des Sols
PRFB	Programmes Régionaux de la Forêt et du Bois
PSG	Plan Simple de Gestion
RMT Aforce	Réseau Mixte Technologique d'Adaptation des Forêts au Changement Climatique
RTG	Règlement Type de Gestion
SE	Services Ecosystémiques
SFUE	Stratégie Forestière de l'Union Européenne
SNB	Stratégie Nationale pour la Biodiversité
SNBC	Stratégie Nationale Bas-Carbone
SNMB	Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse
SRA	Schémas Régionaux d'Aménagement des bois et forêts
t	Tonne
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
WWF	World Wide Fund for Nature

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je tiens à remercier mes deux tutrices, Lorraine Roy et Charlotte Rolland, pour tous leurs conseils et leur accompagnement tout au long de ce stage. Je salue leur énergie et leur bienveillance qui m'ont permis d'avoir confiance en mon travail et de me sentir intégré au sein d'EIFER. Par ailleurs, je félicite Charlotte Rolland qui encadrera un stagiaire pour la première fois.

Je saisis également cette occasion pour remercier Marie-Laure Rabot-Querci et David Eyler, respectivement cheffe du projet « Bioenergy and Biofuels » et chef du groupe « Local Multi-Energy Systems », qui ont certes suivi le stage d'un peu plus loin, mais avec qui j'ai beaucoup échangé, hors du cadre du stage, sur des questions professionnelles et un peu plus personnelles. Ce sont des moments de discussions que j'ai beaucoup appréciés et qui, je pense, me seront très utiles à l'avenir.

Je souhaite aussi remercier mes camarades stagiaires, pour les bons moments passés ensemble dans et en dehors de l'Institut, ainsi que pour les discussions et débats parfois sérieux, généralement amusants, au détour d'une pause ou d'une discussion de couloir.

Un grand merci bien sûr à ma famille qui m'a épaulé et soutenu à distance, durant ces 6 mois passés en Allemagne.

Je tiens à conclure en remerciant Jean-Daniel Bontemps, directeur de recherche au laboratoire d'inventaire forestier, au sein de l'IGN, pour nous avoir consacré une partie de son temps et dont les enseignements ont vraiment permis d'y voir plus clair dans le vaste sujet que représentent les forêts françaises et leur futur.

INTRODUCTION

La forêt métropolitaine française est, depuis la moitié du XIXe siècle, en pleine expansion, recouvrant aujourd'hui environ 17 millions d'hectares, soit **31% du territoire métropolitain** (Gouvernement, 2021). Ce phénomène s'explique en partie par l'industrialisation du pays, avec l'arrivée de nouvelles sources d'énergies et de nouveaux matériaux, qui ont peu à peu réduit l'usage et l'exploitation du bois. Cette tendance s'est accompagnée d'une déprise agricole, laissant des espaces inexploités sur lesquels les forêts ont pu se développer (Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, 2018). Malgré cette dynamique d'expansion, la forêt française doit faire face à diverses pressions, dont **le changement climatique, qui apparaît comme l'une des menaces majeures pour les décennies à venir**. En effet, il pourrait avoir des conséquences non-négligeables sur le long terme et mettre en péril la santé des espaces forestiers actuels, ou engendrer de profondes mutations. Des effets ont déjà commencé à se faire ressentir sur certaines essences et au travers d'épisodes climatiques extrêmes de plus en plus fréquents (incendies, sécheresses, ...). Mais au-delà des conséquences directes sur la forêt, le changement climatique pourrait affecter tout un ensemble de fonctions écologiques et de services écosystémiques associés. Ces derniers sont essentiels pour l'environnement, le fonctionnement de notre société et de notre économie. De plus, la forêt française fait l'objet de vifs désaccords entre des volontés de préservation des espaces et la nécessité d'exploiter la ressource en bois. Ce contexte nécessite donc de repenser la façon dont les espaces forestiers sont gérés et exploités, de sorte à pallier les effets négatifs du changement climatique tout en assurant une fourniture suffisante en bois et autres produits issus des forêts, et en veillant à préserver les écosystèmes.

L'objectif du travail qui suit sera donc de fournir des éléments de réponses, ou du moins de réflexion sur **les effets potentiels du changement climatique sur la forêt française métropolitaine et l'évolution des pratiques**, pour ainsi répondre au mieux aux questions suivantes :

- Quelles menaces le changement climatique fait-il peser sur les forêts ?
- Comment les pratiques de gestions sylvicoles vont-elles évoluer ?
- Quels pourront être les impacts sur les activités humaines ?

Pour tenter d'apporter des éléments de réponses, une première partie se concentrera sur **l'état des lieux de la forêt française**. Il faut savoir que malgré une dynamique de croissance positive, la forêt fait face à des difficultés notamment avec une filière du bois peu rentable. Ce contexte économique plutôt défavorable semble conduire à une intensification de l'exploitation des forêts, posant la question de la durabilité des pratiques et des contraintes sur l'environnement.

Une seconde partie dessinera des **projections possibles**, au travers de scénarios :

- Pour montrer d’une part les évolutions envisagées de la forêt et de son exploitation. L’intérêt étant ici d’avoir des estimations de volumes de bois sur pied et dans l’industrie, ainsi que des estimations sur la séquestration du carbone accomplie par la forêt.
- D’autre part présenter des effets possibles du changement climatiques, que ce soit sur les écosystèmes ou sur les activités humaines.

Une dernière partie sera consacrée aux **solutions envisageables** pour atténuer les effets négatifs d’une modification du climat et les pratiques de gestions sylvicoles à adopter. Les prévisions sont encore incertaines face à la variabilité des phénomènes climatiques, ce qui implique qu’un certain nombre de solutions et de méthodes de gestion sont encore débattues sans qu’un réel consensus n’existe. Un des objectifs de ce travail est donc de faire un état de l’art des travaux existants à ce jour et des méthodes envisagées à l’avenir, pour tenter de mettre à jour d’éventuelles tendances.

Ce travail de recherche est réalisé dans le cadre du projet de R&D d’EDF “Bioenergy and Biofuels” qui est piloté par EIFER (European Institut For Energie Research¹) et dont les travaux se concentrent sur la production de biomasse et sa conversion en énergie. Par conséquent, en plus de fournir des éclairages sur les perspectives d’avenir des forêts métropolitaines, ce travail a aussi vocation à alimenter ou à compléter, dans la mesure du possible, des outils de projections et de production de biomasse qui pourront aider à la prise de décision ou à l’élaboration de politiques de gestion à l’avenir.



© Antonin Dubois

¹ <http://www.eifer.kit.edu/>

I. LA FORÊT FRANÇAISE AUJOURD'HUI : du bilan écologique à la politique forestière

1) Un écosystème à part entière, aux multiples fonctions ...

1. Vie d'une forêt

a. Formation d'une forêt et cycle sylvigénétique

Les espaces forestiers sont le résultat de l'évolution d'écosystèmes en fonction de paramètres biotiques et abiotiques d'un milieu donné. Ils sont généralement qualifiés de climax ou de stade climacique. Le climax est une notion théorique qui correspond au stade final d'une succession écologique², c'est-à-dire un stade dans lequel l'écosystème, après plusieurs mutations, reste stable (Figure 1). Cette stabilité s'observe par une persistance de certaines populations et strates végétales, le maintien de certaines fonctions de l'écosystèmes, un certain type de sol et un équilibre avec les facteurs biotiques et abiotiques.

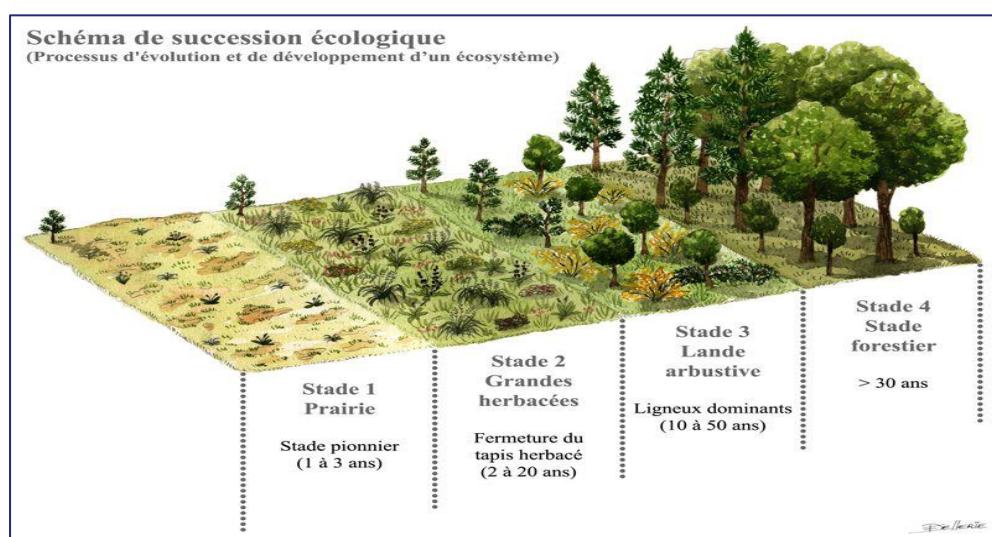


Figure 1 :
Schéma d'une
succession
écologique

Dans la majeure partie du monde et dans une grande partie de l'Europe, la forêt constitue le stade climacique. Par conséquent des écosystèmes comme les prairies ou les zones humides tendent à devenir des forêts, à condition que les paramètres environnementaux soient favorables. L'Homme est aussi à prendre en compte puisqu'il est généralement un élément perturbateur dans les phénomènes de succession écologique. Dans certains cas, il va bloquer le processus pour conserver des écosystèmes plus propices à certaines activités. Dans d'autres cas, l'Homme peut détériorer ou amorcer la transformation d'un écosystème vers un écosystème arboré, en drainant une zone humide par exemple. Mais généralement, les activités humaines représentent un frein dans l'atteinte du climax forestier. Il est estimé que si les pressions humaines venaient à disparaître, le continent européen serait

² En réalité, plusieurs écosystèmes, à différents stades écologiques peuvent cohabiter dans un même milieu

spontanément presque entièrement recouvert de forêt (Futura, s. d.). Cependant, il ne faut pas oublier que les perturbations ne sont pas uniquement d'origine anthropique et peuvent être liées à des événements naturels extrêmes (incendie, tempête, éruption volcanique, ...) ou à certaines populations animales, végétales, fongiques et pathogènes (broutage excessif par des ongulés, invasions de scolytes, maladies, ...).

Le cycle de formation des forêts et le concept de climax restent théoriques et ne constitue pas une vérité absolue. Dans un espace donné, plusieurs écosystèmes peuvent coexister – forêt, prairie, zone humide – mais ça n'est pas pour autant qu'ils correspondent tous au stade climacique. De plus, parler de développement naturel des forêts en France métropolitaine, n'est pas tout à fait pertinent puisque l'essentielle des forêts y sont gérées.

b. Le cycle sylvicole ou la vie d'une forêt gérée

Dans les forêts gérées, le cycle de développement des arbres est soumis au rythme des prélèvements et au régime de gestion mis en place. Par exemple, dans le cas d'une plantation en futaie régulière, de jeunes plans sont plantés sur un sol nu (voir partie I.1)5. Pour plus d'information). Tout au long de la croissance du peuplement des coupes d'éclaircie ou d'amélioration sont pratiquées pour privilégier le développement des meilleurs spécimens. Au bout d'un certain temps, le peuplement arrive à maturité, c'est-à-dire que les arbres qui le compose sont suffisamment développés pour être abattu. Une coupe rase peut alors être pratiquée. Ensuite, soit de nouveaux plants sont plantés ou alors la régénération naturelle est suffisamment importante pour qu'un nouveau cycle débute (Figure 2).

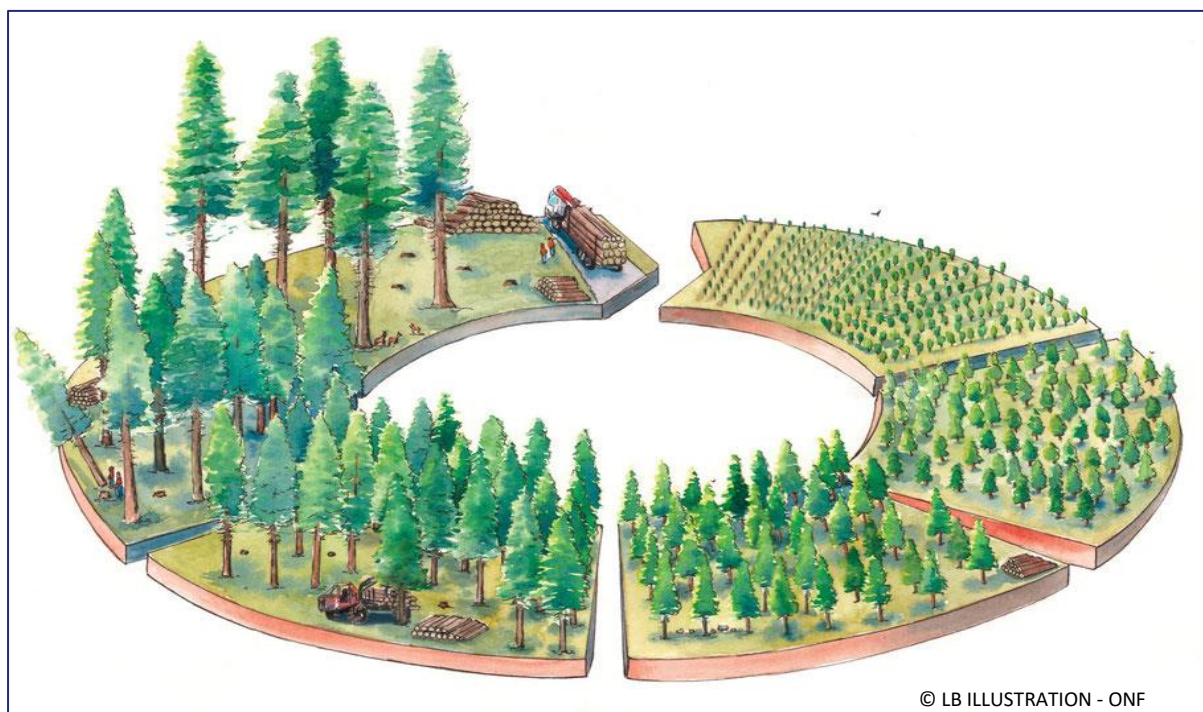


Figure 2 : Cycle sylvicole pour une futaie régulière

Le cycle de développement d'une forêt gérée va beaucoup dépendre du régime de gestion. En effet, les opérations d'entretien, de coupe et le temps de maturation des peuplements vont être différents s'il s'agit plutôt d'une exploitation en taillis, futaie régulière

ou futaie irrégulière. Le type d'essence est aussi déterminant d'une part sur le choix du régime de gestion à adopter - par exemple, certaines essences, souvent des résineux, se prêtent plus à une exploitation en futaie régulière que d'autres - mais d'autre part, parce que l'essence choisie va surtout conditionner la durée d'un cycle. Chaque espèce d'arbre va avoir un temps de maturation différent qui peut aller de 25 ans pour le Pin maritime, jusqu'à 150 ans pour le Chêne pubescent, en futaie (Tableau 1 ; CNPF, 2020). Pour les sylvicultures en taillis, le temps de maturation est plus court et de l'ordre de quelques dizaines années.

Tableau 1 : Temps de maturation et régime de gestion pour les arbres les plus présents en France

Espèce	Régime de gestion	Temps de maturation
Chêne sessile	Futaie régulière, futaie irrégulière, taillis	30 à 80 ans en taillis et 100 à 150 ans en futaie
Chêne pubescent	Futaie régulière, futaie irrégulière, taillis	30 à 80 ans en taillis et 100 à 150 ans en futaie
Chêne pédonculé	Futaie régulière, futaie irrégulière, taillis	30 à 80 ans en taillis et 100 à 150 ans en futaie
Hêtre	Futaie régulière, futaie irrégulière, taillis	30 à 60 ans en taillis et 70 à 120 ans en futaie
Châtaignier	Futaie régulière, futaie irrégulière, taillis	20 à 35 ans en taillis et >40 ans en futaie
Pin sylvestre	Futaie régulière, futaie irrégulière	60 à 120 ans
Douglas	Futaie régulière, futaie irrégulière	45 à 80 ans
Sapin pectiné	Futaie régulière, futaie irrégulière	70 à 110 ans
Epicéa commun	Futaie régulière, futaie irrégulière	50 à 120 ans
Pin maritime	Futaie régulière	20 à 60 ans

Enfin, le temps de croissance et de maturité des arbres va aussi et surtout dépendre du sol et des ressources présentes dans le milieu qui vont aussi influencer sur la composition spécifique des différents massifs forestiers.

2. La composition de la forêt française

a. Les notions de GRECO et sylvoécorégions : répartition spatiale des forêts

Lors des premiers inventaires forestiers nationaux, qui ont débutés dans les années 1950, le territoire national fut découpé en 309 régions forestières en fonction de critères paysagés, géomorphologiques, pédologiques et climatiques. Cependant, à partir des années

2000, ces régions vont être considérées comme trop restreintes et peu adaptées aux besoins des forestiers, dans des zones forestières homogènes où le découpage ne fait pas sens en termes de composition des peuplements et de production. De plus, à partir de 2004, les méthodes d'inventaires changent et proposent des résultats à l'échelle des régions administratives. Le besoin d'un maillage moins fin du territoire c'est alors fait ressentir, notamment dans un souci de compilation des données et de mises en relation avec des paramètres pédoclimatiques. Ainsi, en 2009 et après 4 ans de réflexions et de discussions, l'IFN (inventaire forestier national³), mené par l'IGN, met en place de nouvelles régions forestières : les sylvoécorégions ou SER. Elles sont au nombre de 86 et sont regroupées en 11 Grandes Régions ÉCOlogiques ou GRECO. À ce découpage s'ajoute 5 SER récentes d'alluvions regroupées dans une GRECO spécifique (Annexe 1). Les résultats de l'IFN sur des périodes de 5 ans, sont compilés dans des tableaux pour chaque GRECO et SER. L'intérêt de ces découpages est de proposer d'une part une échelle géographique optimale pour des guides sur le choix des essences et pour les documents de gestion forestière, et d'autre part, de permettre à l'IFN de fournir des résultats suffisamment précis tout en ayant un cadre climatique et écologique bien défini, pour suivre l'évolution des écosystèmes forestiers, notamment au regard du changement climatique (IFN, 2011).

Facteurs pris en compte dans l'élaboration des SER et GRECO

Facteurs abiotiques

- Altitude
- **Dans le sol** : pH, C/N, type de sol, texture, humus, épaisseur du sol, humidité, ...
- Dans le sous-sol : type de roche, eaux souterraines
- **Climat** : bilans hydriques, températures maximales, minimales et moyennes annuelles, ETP Turc et Thornthwaite, précipitations annuelles

Facteurs biotiques

- **Flore** : données floristiques issues de l'IFN
- Distribution des écosystèmes sur la base des relevés floristiques

(IFN, 2011)

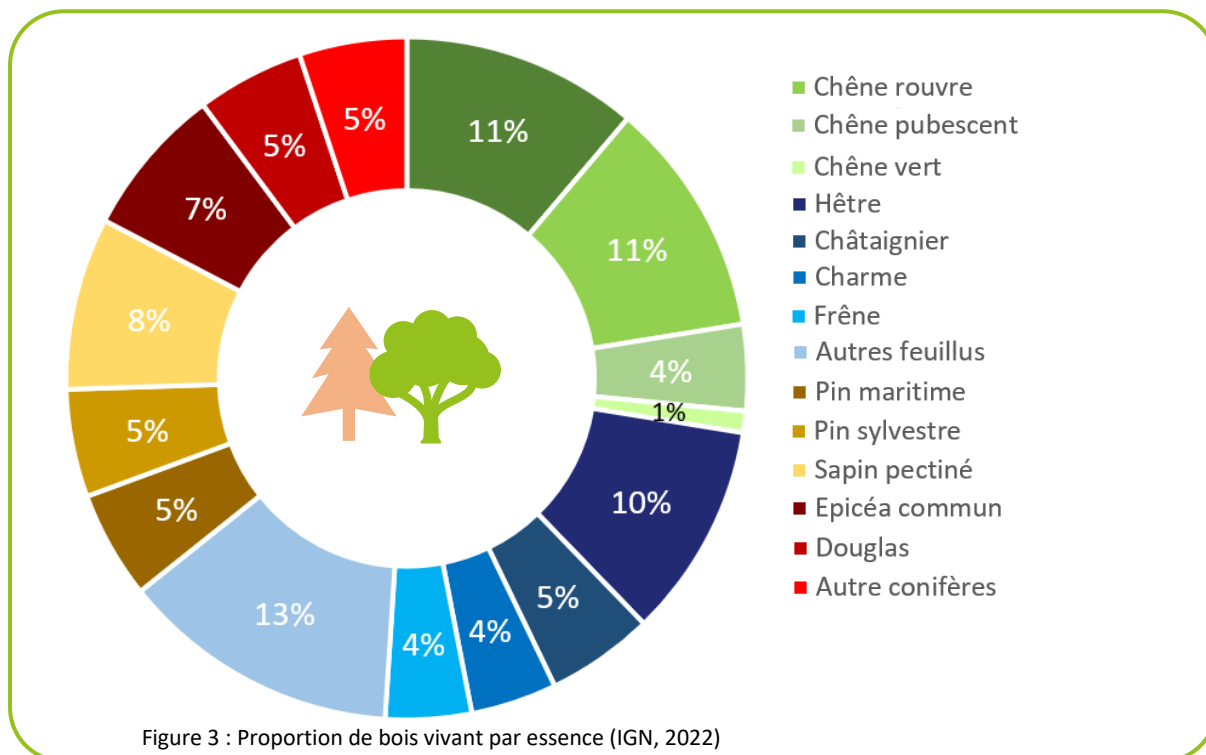
b. Les essences forestières principales

La forêt française présente une diversité importante d'espèces d'arbres. Lors du dernier inventaire forestier, près de 190 espèces ont été recensées (assise, 2022), regroupées en 70 essences forestières. Parmi ces espèces, une dizaine se distinguent par les proportions qu'elles occupent dans les espaces forestiers, en représentant 82% des arbres sur pieds (IGN, 2022).

En 2022, le volume total de bois sur pied est estimé à 2,8 milliards de m³, avec une densité moyenne de 174 m³/ha, 64% de ce volume étant composé de bois de feuillus. De plus, 67% des peuplements forestiers ont pour essences principales des feuillus. Par conséquent, la forêt française est essentiellement constituée de feuillus avec une dominance des chênes

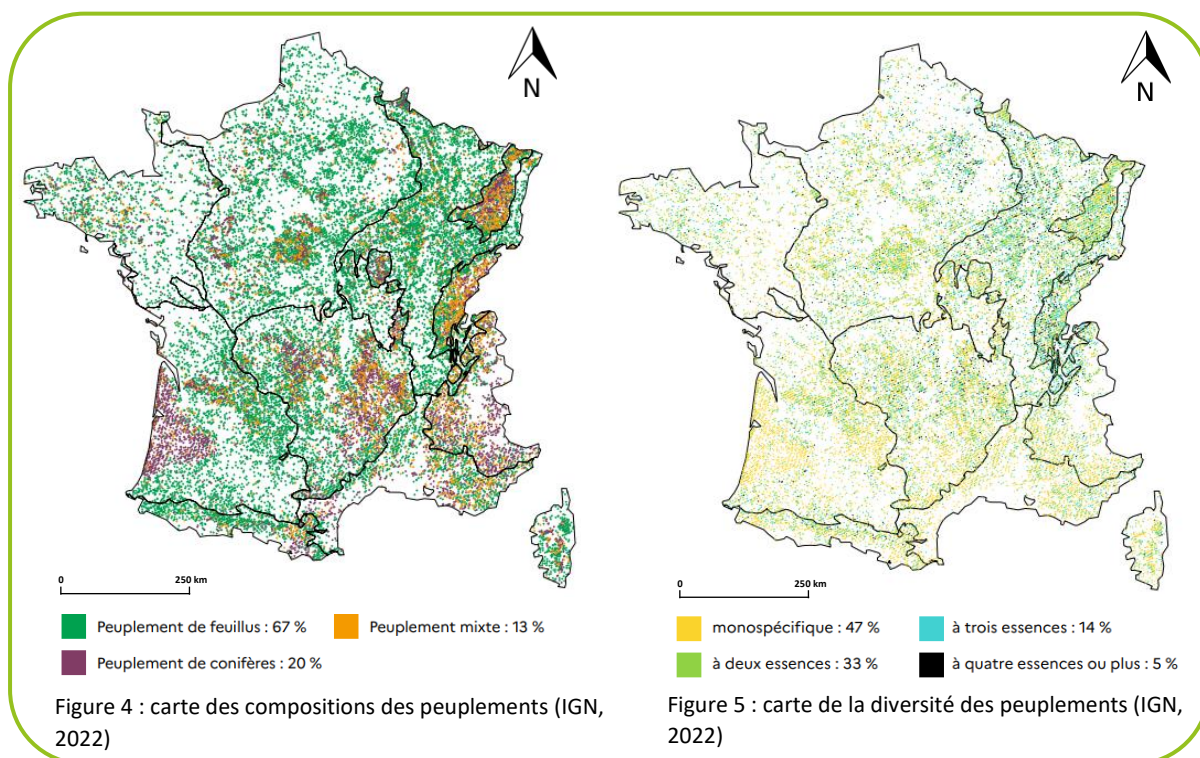
³ <https://inventaire-forestier.ign.fr/>

qui représentent 44% du volume de feuillus et 27% du volume toutes espèces confondues (Figure 3). 21% des peuplements sont composés de résineux avec une prédominance de l'épicéa commun et du sapin pectiné résineux). Les peuplements restants sont mixtes, c'est à-dire avec des feuillus et des résineux comme essences principales. Ces peuplements représentent actuellement 12% de l'ensemble des peuplements forestiers.



La répartition géographique des types de peuplements est hétérogène sur le territoire national. Les peuplements mixtes se rencontrent principalement dans l'Est de la France tandis que les peuplements de résineux se situent majoritairement dans le Sud-Ouest, au niveau des Landes, ou dans le quart Sud-Est du pays, dans la partie Sud des Alpes. Le reste du territoire est principalement occupé par des peuplements de feuillus (Figure 4). Ces disparités s'expliquent d'une part, par les conditions géologiques, pédologiques et climatiques des différents territoires. Par exemple, les conifères dominent généralement dans les régions montagneuses, dans des sols minéraux et un climat rude. L'autre cause est liée à l'Homme, qui a façonné les forêts et en a même créé certaines pour répondre à un besoin en bois, comme c'est le cas pour la forêt des Landes. Des disparités s'observent aussi sur la diversité des essences au sein des peuplements dont 47% d'entre eux sont monospécifiques. Cela concerne principalement les peuplements de résineux dans la moitié sud de la France. Les peuplements à deux essences sont répartis de façon assez homogène sur tout le territoire et représentent 33% des peuplements. Enfin, Les peuplements restant sont composés de trois essences et plus, mais ne correspondent qu'à 19% des peuplements, principalement localisés dans la moitié Est du pays (Figure 5). Une corrélation assez évidente peut être faite entre diversité des essences et mixité des peuplements. En effet, un peuplement mixte implique au minimum deux essences principales. Le constat inverse peut être fait entre les peuplements

résineux et la faible diversité des essences, avec comme exemple la forêt des Landes où la plupart des parcelles forestières sont monospécifiques et composées de pins maritimes.



3. Fonctionnement et santé des écosystèmes forestiers (fonctions, dynamiques de croissances, volume sur pied, ...)

a. Les écosystèmes forestiers

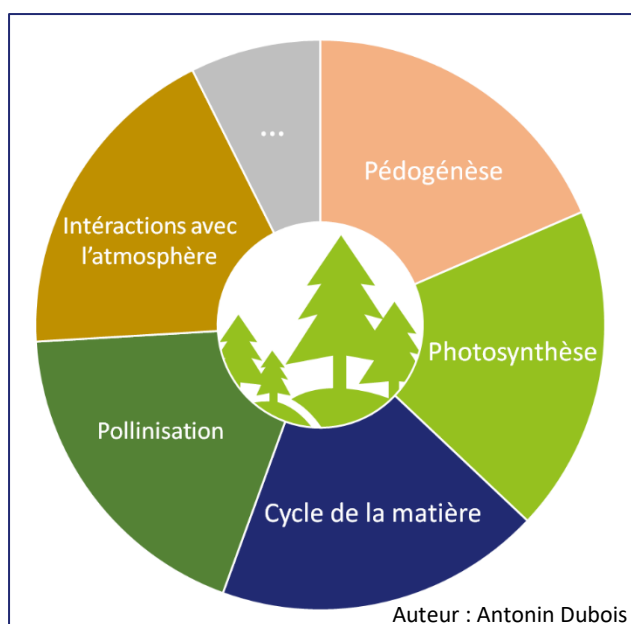


Figure 6 : fonctions remplies par les forêts

Un écosystème est un ensemble d'organisme vivant – qui forme la biocénose – qui va être en interaction avec son environnement, aussi appelé biotope. Différents processus biotiques et abiotiques en interaction vont survenir dans cet écosystème, garantissant son fonctionnement indépendamment de toute intervention humaine. Ces processus donnent lieu à différentes fonctions écologiques fondamentales qui profitent aussi bien à l'environnement qu'à l'homme en fournissant des services écosystémiques. En tant qu'écosystème à part entière, la forêt remplit un certain nombre de fonction, intervenant aussi

bien dans la pédogénèse que sur la régulation du climat (Figure 6).

Formation des sols forestiers (pédogénèse)

Les sols représentent un support de vie essentiel pour la végétation et un lieu de vie pour de nombreux organismes. A titre d'exemple, en forêt, la masse d'organismes vivants dans le sol est estimée entre 250 kg/ha (pour une pineraie) et 660 kg/ha (pour une ripisylve). La formation des sols résulte de l'altération de la roche-mère en profondeur et de l'apport de matière organique (MO) en surface. Il existe plusieurs types de sols⁴ qui se distinguent par leurs caractéristiques comme leur porosité, leur épaisseur, leur teneur en MO ou encore leur humidité. Ces différents paramètres vont induire une stratification des sols en différents horizons dont le nombre, l'épaisseur et la structure varient. Tous ces éléments vont avoir une influence sur la composition floristique et donc sur l'installation et le développement des essences forestières. Un sol trop dense et compact va contraindre le développement racinaire des végétaux, tandis qu'un fort apport en MO et un sol riche en décomposeurs va favoriser l'apport en nutriments minéraux assimilables par les arbres. A l'inverse, les écosystèmes forestiers apportent aussi beaucoup aux sols. L'enracinement des arbres permet de fixer et d'aérer le sol, en plus de favoriser l'infiltration de l'eau et la circulation de la pédofaune. Le couvert forestier protège la surface du sol des rayonnements du soleil, réduit les phénomènes de lessivage et d'effet "splash"⁵. Enfin, les forêts constituent un apport en matière organique, ce qui participe à enrichir le sol en nutriments (Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, 2018).

Cycle de la matière

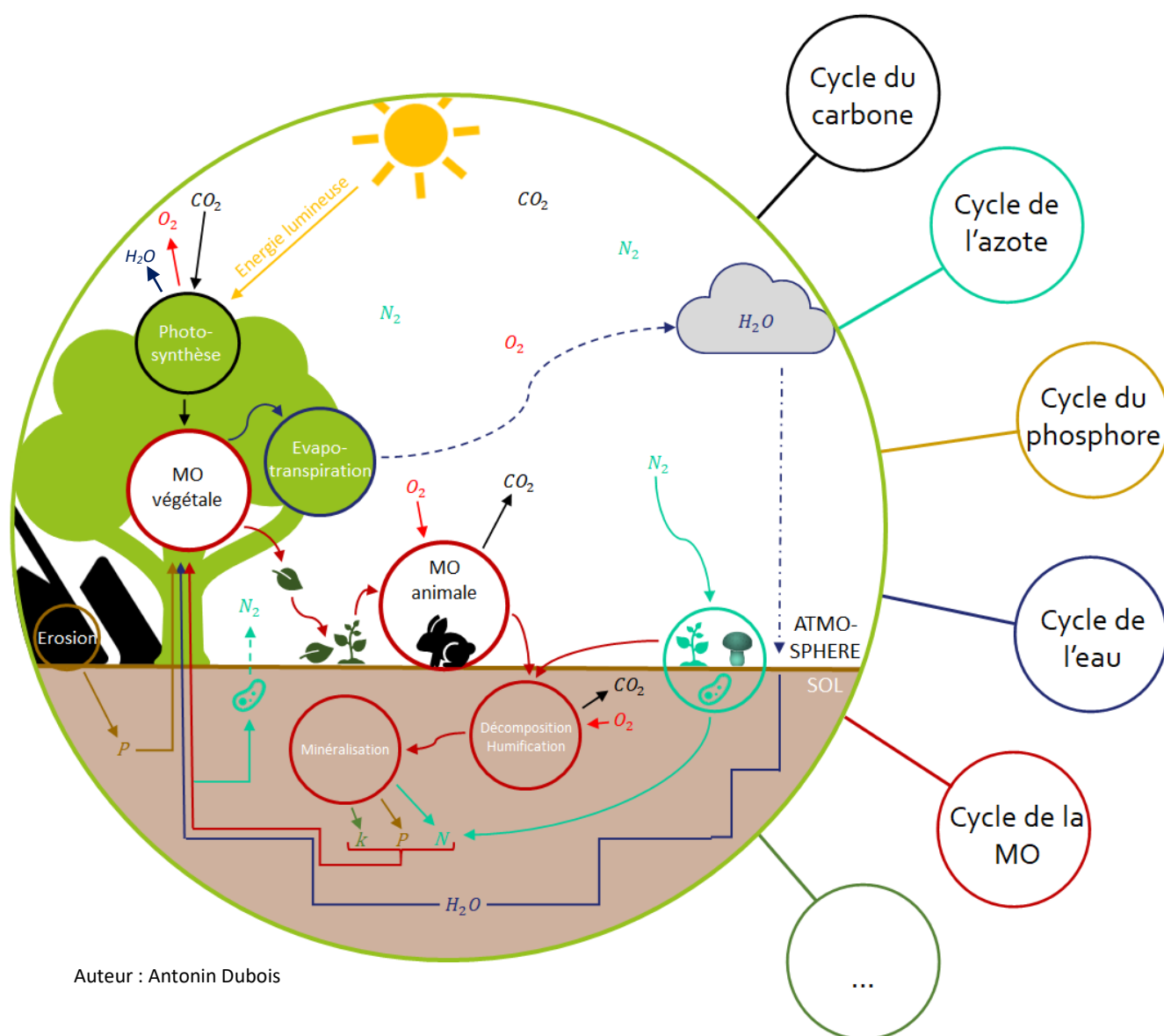
Le cycle de la matière fait partie des fonctions essentielles qu'assurent la forêt. Les échanges et les interactions constantes entre le sol et l'atmosphère, qui se font via des organismes vivants, permettent de faire circuler la matière, sous différentes formes. Les végétaux absorbent le CO₂ atmosphérique, puis le métabolisent pour en faire de la matière végétale organique. Simultanément, ils relâchent du O₂ dans l'atmosphère. La matière organique produite par les végétaux et l'oxygène qu'ils produisent, sont assimilés par des organismes vivants qui rejettent du CO₂ dans l'atmosphère, par respiration. Ces organismes sont une source de matière organique, qui une fois décomposé, va enrichir le sol en éléments minéraux, au même titre que la dégradation de la roche mère en sous-sol. Ces éléments sont directement assimilables par les végétaux, qui s'en servent pour leur croissance, et ainsi de suite (Figure 7).

Le cycle de la matière fait intervenir des mécanismes complexes abiotiques, comme l'érosion, et des mécanismes biotiques, qui reposent sur des organismes vivants présent dans le milieu. Chacun de ses organismes, animaux, végétaux, fongiques ou bactériologiques

⁴ Pour plus d'information, se référer au référentiel pédologique de l'AFES : <https://www.afes.fr/referentiel-pedologique/>

⁵ Phénomène résultant de l'impact des gouttes d'eau sur la surface du sol et qui en favorise son érosion ou sa compaction

remplissent des fonctions particulières, comme la décomposition de la matière organique. Mais il suffit qu'un des échanges soit compromis, pour que le cycle de la matière soit perturbé. Dans ce cas, c'est tout un écosystème qui est menacé.



Auteur : Antonin Dubois

Figure 7 : Schéma du cycle de la matière et des principaux éléments minéraux

b. Âge des forêts

Les forêts françaises connaissent, comme on a pu le voir, une croissance depuis près de 200 ans, qui s'explique aujourd'hui par la jeunesse des peuplements forestiers. Le caractère jeune des forêts est fortement corrélé à la gestion forestière qui permet un renouvellement quasi-périodique des peuplements, si bien qu'actuellement les forêts sont globalement dans une phase de croissance ou de maturation, qui pourrait atteindre son apogée dans quelques décennies. Mais qu'est-ce qu'une forêt jeune concrètement ? Ce qui est assez étonnant, c'est que le fait de considérer la forêt française comme jeune, revient régulièrement dans la littérature, sans forcément qu'il y ait plus d'explication. Pour comprendre pourquoi les forêts françaises sont jeunes, il faut s'appuyer sur les relevés du précédent inventaire forestier. Il en ressort que l'âge moyen des arbres – calculé à partir de 10 592 relevés – est de 66 ans, avec environ 50% des arbres qui ont moins de 60 ans (IGN, 2023c). A titre de

comparaison, le temps moyen de maturation des arbres (= l'âge de coupe) a été calculé à partir des recommandations du CNPF, pour les principales essences forestières (Figure X). Il en ressort une durée minimale de 66 ans, si les feuillus été majoritairement cultivé en taillis – ce qui n'est pas le cas en France – et de 110 ans maximum, pour des sylvicultures en futaie (CNPF, 2020). Ainsi, au regard de ses résultats, la plupart des peuplements forestiers sont encore en phase de croissance, ce qui explique le fait que la forêt française est considérée comme jeune. Mais l'âge des peuplements n'est pas homogène sur l'ensemble du territoire, à l'image des peuplements de Pins maritimes, dans les Landes, avec une croissance rapide et donc des temps de rotation court.

c. La santé des forêts

Malgré une dynamique d'expansion positive, la santé de la forêt française semble s'être fragilisée ces dernières années, en cause, des épisodes de sécheresses plus fréquents, des incendies plus intenses et des pathogènes ainsi que des ravageurs qui se répandent sur le territoire. Le travail de collectes de données, réalisé par l'IFN permet d'avoir un suivi statistique de la santé des forêts à l'aide de différents indicateurs comme le taux de mortalité ou l'indice de densité foliaire. En plus du travail de l'IFN, une surveillance sanitaire des forêts est assurée par le Département Santé des Forêts (DSF) depuis 1989. Le DSF suit l'évolution et l'impact des ravageurs et pathogènes qui touchent la forêt française et fournit des conseils pour gérer la menace qu'ils représentent (Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire, 2020). Dans le développement qui va suivre, les causes possibles d'une détérioration des forêts seront approfondies aux regards des différentes menaces sanitaires qui pèsent sur les forêts et les indicateurs qui permettent de les évaluer.

Les dégradations de la santé des forêts liées aux épisodes climatiques extrêmes

Les épisodes de sécheresses et de fortes chaleurs apparaissent comme une des causes majeures d'une détérioration de la santé des peuplements forestiers. Bien que leur intensité n'ait pas tant varié depuis 60 ans, leur fréquence et les territoires touchés ont augmentés. Entre en 1959 et 1969, seulement quatre années sont concernées par une sécheresse affectant plus de 50% des espaces forestiers. Tandis que pour la période 2009-2019, sept années ont été touchées par une sécheresse affectant plus de 50% des espaces forestiers (Figure 8).

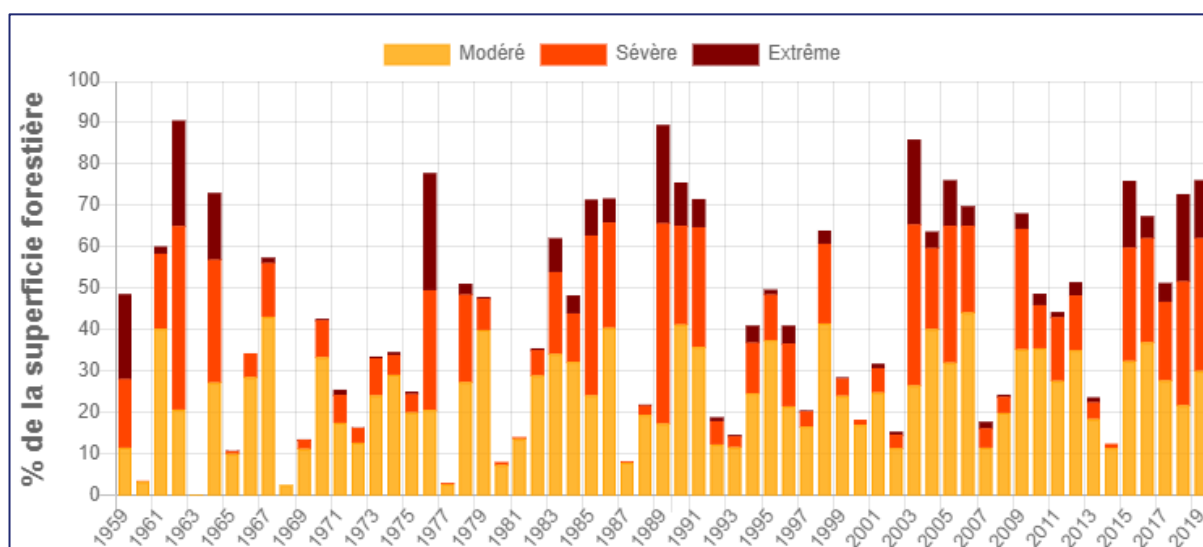


Figure 8 : Proportion de la superficie de la forêt française affectée par la sécheresse

Pour l'année 2022, la sécheresse a été particulièrement violente. En effet, cette année est considérée comme la plus chaude jamais enregistrée en France (MétéoFrance, 2023b). L'intensité de la sécheresse était moindre que lors de la canicule de 2003, mais plus étendue dans le temps (de mai à septembre). Un déficit hydrique et pluviométrique dans la quasi-totalité du territoire lors de la période estivale n'a pas amélioré la situation. Même si à l'heure actuelle, il est encore difficile d'en mesurer les conséquences, l'année 2023 risque d'en subir le contre-coup, malgré un hiver doux et un printemps plutôt favorable (DSF, 2023a). En effet, après un épisode de sécheresse, les arbres sont affaiblis notamment à cause d'un trop grand stress hydrique, et une partie d'entre eux, généralement les plus jeunes et les moins résistants, va dépérir. Les arbres qui auront survécu à la sécheresse seront affaiblis et vont voir leurs défenses amoindries. Ainsi, si une nouvelle sécheresse survient l'année suivante, les arbres déjà affaiblis risquent de dépérir ou de s'affaiblir encore plus. Cette dégradation généralisée de la résistance des arbres va profiter à des pathogènes et insectes ravageurs pour infester certains individus voire des peuplements entiers en fonction de l'ampleur du phénomène. De plus, certains insectes et parasites voient leur activité et leur reproduction stimulées par les fortes chaleurs (IGN, 2021). On assiste donc à des effets en cascades qui peuvent affecter et perturber les écosystèmes forestiers sur le long terme. Des effets similaires d'invasion par des insectes, en particulier des scolytes, sont observables après une tempête ou un incendie où l'afflux de bois mort favorise leur prolifération. Sauf que dans le cas d'une tempête ce sont les individus ayant le plus de prise au vent qui sont les plus touchés, donc les arbres les plus grands et les plus âgés.

Les dégradations de la santé des forêts liées à des facteurs biotiques

Un certain nombre d'organismes vivants peuvent perturber le développement des écosystèmes forestiers. Ces organismes sont très variables de par leur nature et sont qualifiés de ravageurs, de nuisibles ou de pathogènes. Parmi eux, les insectes occupent une place non-négligeable puisqu'ils sont responsables du dépérissement d'un certain nombre d'essences forestières hôtes⁶ comme le Pin avec la chenille processionnaire ou le Chêne avec le Bombyx disparate. Mais les insectes, y compris une grande partie de ceux qualifiés de ravageurs font partie intégrante des écosystèmes forestiers et contribuent à leur bon fonctionnement, c'est le cas par exemple de certains scolytes xylophages ou saproxylophages qui vont contribuer aux processus de décomposition de la matière. Cependant, il suffit d'un changement dans les paramètres bioclimatiques comme une hausse des températures ou un afflux de bois morts pour assister à la prolifération de certains insectes qui vont alors représenter une menace pour l'écosystème dans lequel ils vivent. Il faut aussi prendre en compte les insectes non-indigènes qui peuvent occasionner des dégâts importants et perturber l'équilibre trophique d'un écosystème. Les insectes ravageurs peuvent être classés selon cinq catégories en fonction de la partie de l'arbre qu'ils affectent (Figure 9).

⁶ Un arbre qui accueille une espèce durant tout ou une partie de son cycle de vie est qualifié d'arbre hôte

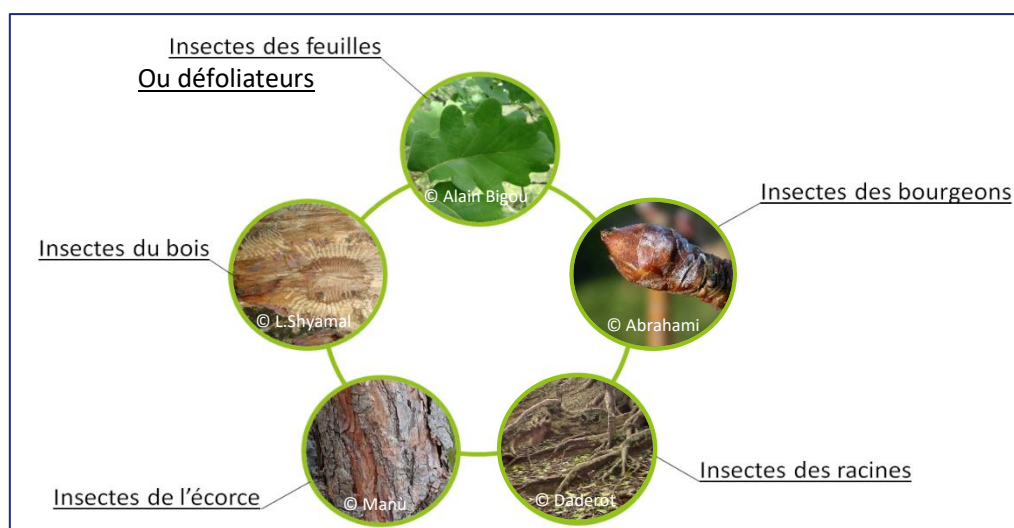


Figure 9 : Catégories d'insectes en fonction de la partie de l'arbre attaquée (Ephytia, 2017)

La macrofaune comme les mammifères ou les oiseaux peuvent aussi engendrer des dégâts dans les écosystèmes forestiers. Ce sont généralement les ongulés (cerfs, chevreuils, sangliers, ...) qui sont pointés du doigt à cause de la pression croissante qu'ils semblent exercer depuis quelques décennies. En effet, avec la réduction de la pression liée à des changements dans les pratiques cynégétiques et des milieux forestiers en expansion, les populations d'ongulés ont connues une forte croissance. En 20 ans, le cerf a recolonisé près de 45% des forêts françaises, alors qu'il n'était présent que dans 26% d'entre elles en 1985. Un constat similaire s'observe pour le chevreuil qui occupe aujourd'hui 99% des forêts métropolitaines. Le sanglier est lui aussi une source de préoccupation avec une population totale qui avoisinerait le million d'individus, avec une dynamique de croissance prolifique : le taux d'accroissement annuel d'une population de sanglier pourrait varier entre 80% et 200%. Ainsi, certains écosystèmes forestiers présenteraient une trop forte densité d'ongulés, perturbant leur fonctionnement et le renouvellement des populations végétales. La structure des forêts peut alors se retrouver complètement changée et induire des pertes et des coûts d'exploitations supplémentaires pour les forestiers.

Parmi les perturbations observées, on retrouve des retournements excessifs du sol liée à une surconcentration de sangliers, qui vont affecter les jeunes plants, le couvert herbacé et la pédofaune (Badré M. et al., 2021). Avec l'écorçage⁷, les cerfs sont responsables de pertes en fragilisant les défenses des arbres touchés (Decors A., 2005). Les oiseaux et les rongeurs peuvent aussi occasionner des dégâts, mais qui restent plutôt minimes en forêt. Leur impact se concentre surtout sur les exploitations agricoles. Une étude du DSF sur un échantillon de 1033 exploitations, estime que les rongeurs sont responsables de la dégradation de 1,95% des plants répertoriés comme dégradés par des animaux et les oiseaux d'à peine 0,1%. En revanche, les cervidés seraient à l'origine de la dégradation de 96,56% des plants endommagés relevés, sur un total de 4714 plants supposés impactés par des animaux (DSF, 2023b). Des mesures existent pour compenser les pertes liées aux animaux parfois qualifiés de nuisibles, comme des mesures d'indemnisations des exploitants après

⁷ Action de consommer l'écorce des arbres en l'arrachant avec les dents

constatation et déclaration des dégâts. La chasse apparaît aussi comme un levier important dans la régulation des populations animales jugées problématiques. A cette effet le gouvernement a mis en place le classement ESOD, qui permet de chasser les espèces classées sous conditions dans certains départements, en dehors des périodes de chasses et avec des règles moins contraignantes. Ce classement est régulièrement contesté par des associations environnementales et d'autre part, certains propriétaires forestiers s'opposent à toutes pratiques cynégétiques sur leurs terrains, ce qui cause des tensions entre les différentes parties prenantes : Chasseurs, élus, exploitants, propriétaires, ... (Dubois A. et Ozenne R., 2023).

Les champignons pathogènes représentent la dernière menace biotique (hors virus et bactéries) pouvant affecter la santé des arbres. Les champignons ont une position très ambivalente vis-à-vis des arbres et de tous végétaux. D'un côté, certaines espèces de champignons sont essentiels au bon développement de la végétation notamment au travers de symbioses très particulières appelées mycorhizes. Cette association plante/champignon se fait principalement au niveau des racines de la plantes, qui va fournir des glucides au champignon, qui en échange va dégrader la matière organique du sol en éléments minéraux assimilables par la plante. Cette association va même plus loin, puisque le mycélium des champignons permet de relier des plantes entre elles, créant ainsi un réseau mycorhizien qui va permettre des interactions entre plantes. Cependant, certaines espèces de champignons sont considérés comme des parasites pouvant agir comme des agents pathogènes et s'attaquer aux différentes parties de l'arbre (le bois, l'écorce, le feuillage, les racines). Une telle infection est qualifiée de maladie cryptogamique (Deluzarche C., 2022). Parmi les champignons pathogènes, on retrouve le *Chalara Fraxinea* ou Chalarose du frêne qui va engendrer des nécroses et un dépérissement des frênes infectés. Ce champignon plutôt originaire d'Europe de l'Est, gagne du terrain en France et se propage depuis le Nord-Est du pays. D'autres champignons vont se développer sur les feuilles, c'est notamment le cas des champignons du genre *Melampsora* aussi appelés rouilles des peupliers, qui vont engendrer un jaunissement puis une chute précoce des feuilles de l'arbre infecté, généralement un peuplier (DSF, 2006). Dans son étude sur les origines des atteintes sur les plants, au sein de 1033 plantations, le DSF montre que 21,5% des 24 573 plants présentant des signes de faiblesses ou de dégradations, seraient infectés par des champignons parasites. Ils représentent ici la deuxième source de dégradation des peuplements forestiers derrière les dégâts d'origine abiotique (tempête, sécheresse,

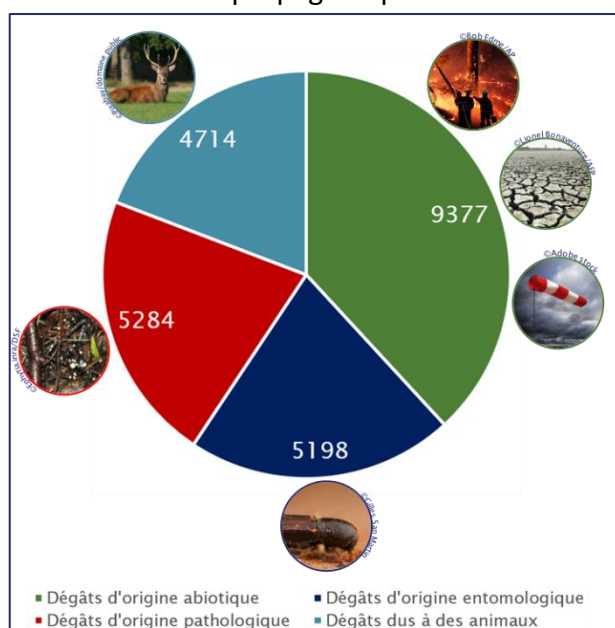


Figure 10 : Répartition des 24 573 plants endommagés dans des plantations observées par le DSF (DSF, 2023b)

incendie, ...) qui sont responsable de la dégradation de 38,2% des plants présentant un problème sanitaire (Figure 10).

Stock d'arbres morts, taux de mortalité et dépérissements des forêts

Les arbres morts représentent 3,5% du stock de bois forestier sur pied et leur quantité était relativement stable jusqu'en 2017. En effet à partir de cette période, une hausse significative du stock d'arbres morts a été observée. Il est passé d'environ 100 Mm³ en 2017 à 112 Mm³ en 2019 (Figure 11). Cette évolution concerne principalement les arbres de faibles dimensions⁸, souvent jeunes et plus sensibles aux épisodes climatiques extrêmes et aux ravageurs. Le recensement s'effectue en même temps que l'inventaire forestier, sur les mêmes placettes en ne prenant en compte que les arbres dont le diamètre, mesuré à une hauteur de 1m30, est supérieur à 7,5 cm.

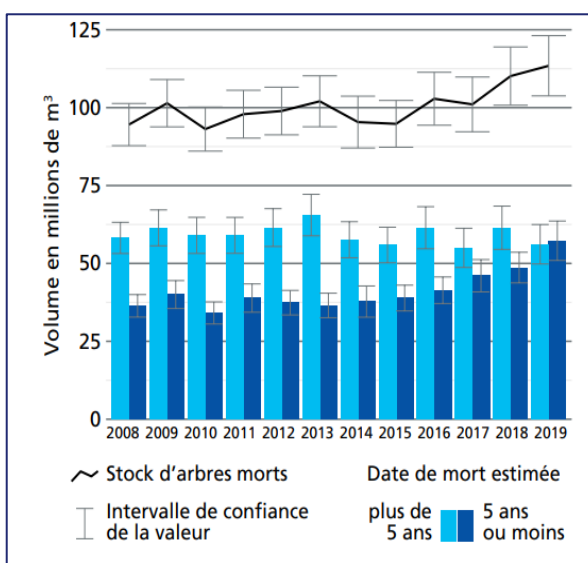


Figure 11 : Evolution annuelle du stock d'arbres morts sur pied

Le DSF évalue deux autres indicateurs qui concernent plus spécifiquement les plantations dont l'évaluation a débutée en 2007. Le premier est le taux de plantation en échec par an. Ce taux correspond au pourcentage de plantation d'une année dont la proportion de plants vivants est inférieure à 80%. L'année 2022 constitue un record avec 37,7% de plantations considérées comme des échecs. A cet indicateur, s'ajoute le taux de mortalité des plants avec à nouveau un record pour l'année 2022 qui présente un taux atteignant 21,8% de plants morts sur les parcelles évaluées. Malgré des résultats positifs pour 2021, avec un taux de mortalité des plants aux environs de 6%, l'année 2022 s'inscrit dans la continuité des années 2017 à 2020 (Figure 12)

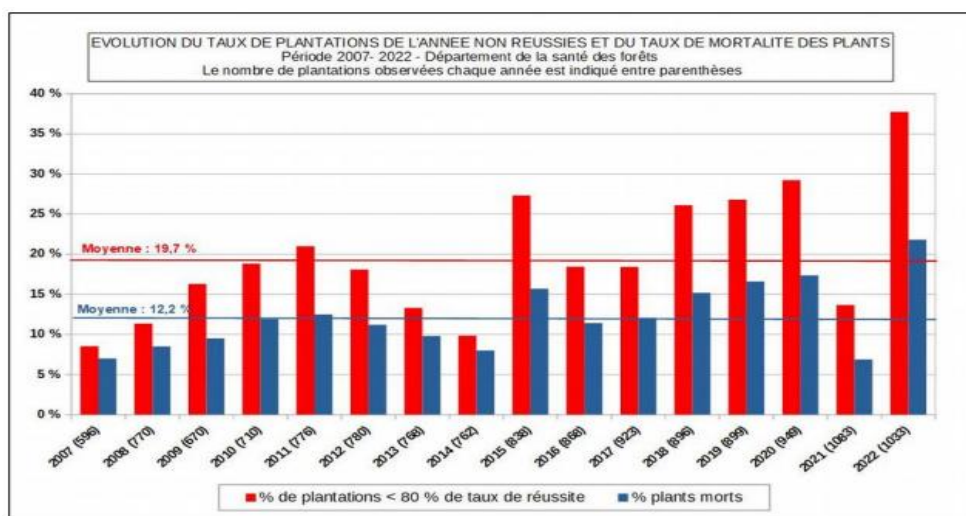


Figure 12 : Evolution du taux de plantations non-réussites et du taux de mortalité des plants

⁸ Qualifiés de petits bois dans l'IFN : diamètre à 1m30 compris entre 7,5 et 22,5 cm

Enfin, les travaux de l'inventaire forestier montrent une hausse de la mortalité des arbres de 54% en une dizaine d'années (IGN, 2023a). Ce chiffre n'est pas anodin et suscite des interrogations au sein des chercheurs et professionnels du milieu forestier. Cependant, cette augmentation de la mortalité est hétérogène sur l'ensemble du territoire, avec des régions plus ou moins impactées. Selon les dernières analyses de l'inventaire forestier, c'est principalement la moitié Sud du pays qui

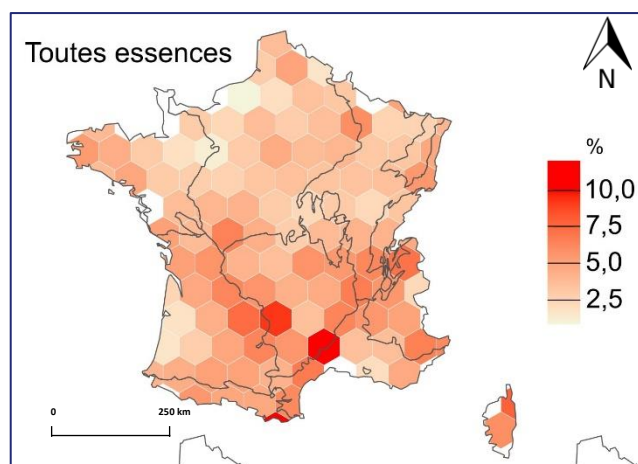


Figure 13 : Taux d'arbres morts sur pied sur la période 2017-2021 (IGN, 2023b)

présente les taux de mortalité les plus élevés, généralement dû aux épisodes de sécheresse de ces 5 dernières années (Figure 13). Une variabilité de la mortalité s'observe aussi entre les essences d'arbres, avec certaines d'entre elles qui ont connu une hausse spectaculaire en l'espace de dix ans, comme le frêne, victime de la chalarose, qui a vu son taux de mortalité augmenter de 550% (Figure 14). Si bien que son statut d'essence de production est remis en cause dans certains territoires du Nord-Est de la France. En moyenne, la mortalité augmente et cette tendance touche la plupart des essences les plus communes. Mais il y a une exception : le Pin Maritime qui a vu son taux de mortalité chuter de 48% (Figure 14).

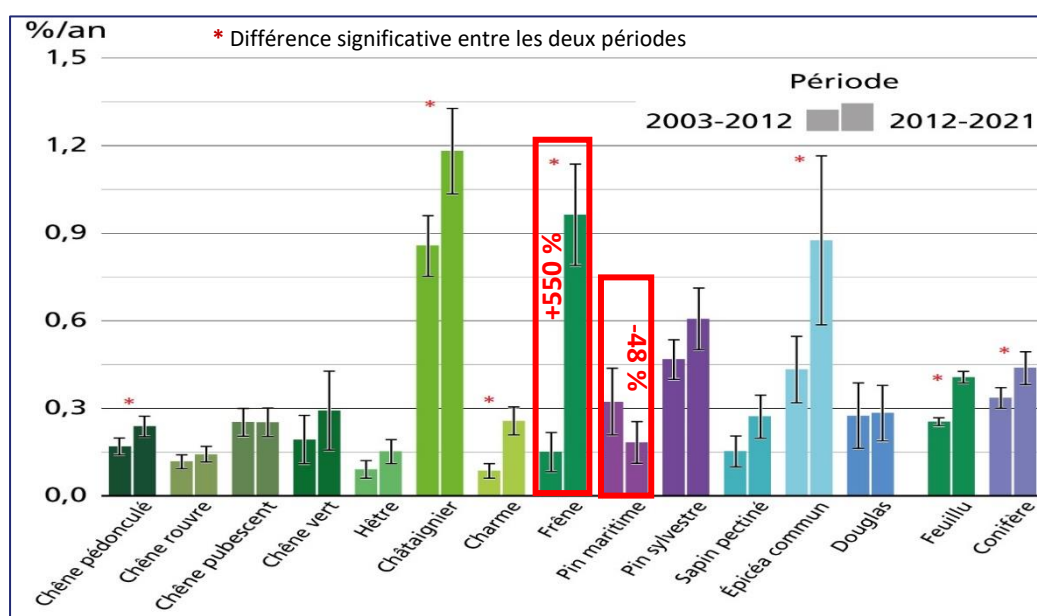
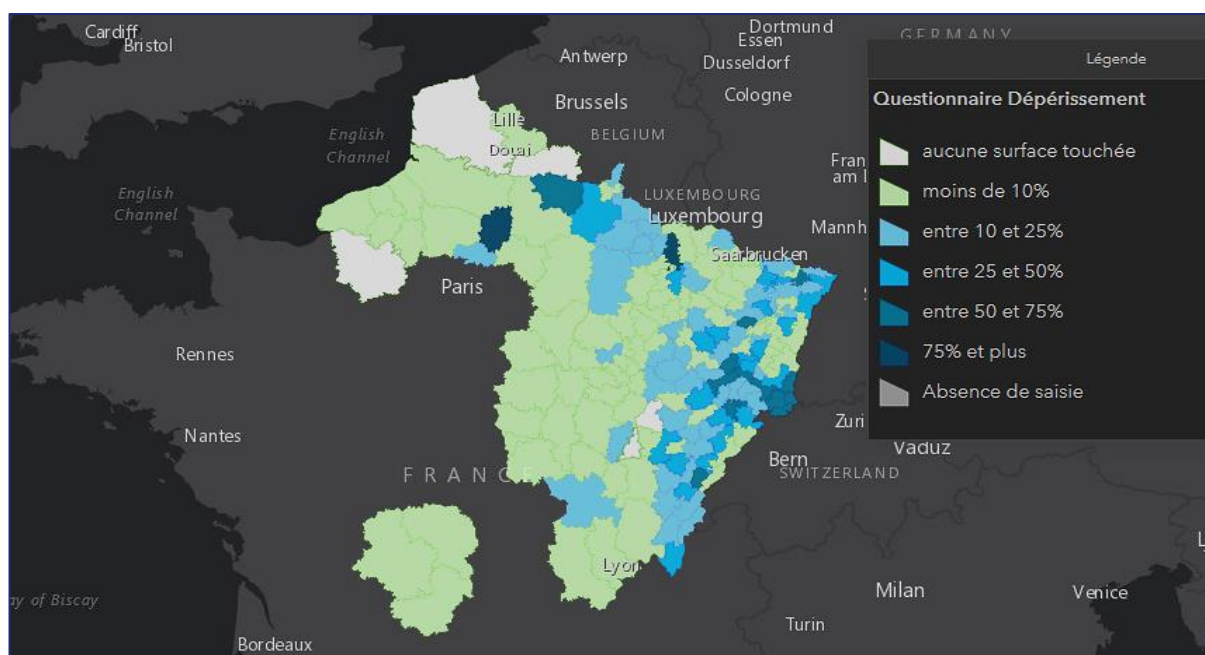


Figure 14 : Taux de mortalité annuel pour les principales essences, pour les périodes 2003-2012 et 2012-2021 (IGN, 2023b)

Cependant, les résultats de l'inventaire forestier n'échappent pas à une certaine incertitude dans les résultats, avec des intervalles de confiance fluctuant, mais aussi à une sous-estimation possible des résultats liés au protocole d'inventaire. En effet, l'inventaire forestier est réalisé tous les cinq ans, ce qui implique qu'entre deux périodes d'inventaire, il se peut qu'un arbre meure et soit coupé sans qu'il ait pu être recensé. Mais, il faut garder à

l'esprit que la forêt française est dans une dynamique d'accroissement positif, ce qui suffit pour l'instant, à compenser largement la hausse de la mortalité des arbres (IGN, 2021).

En conséquence des épisodes climatiques plus intenses et fréquents ainsi que de l'action cumulée de ravageurs, certaines forêts sont victime de dépérissements. Les taux de mortalité présentés ne sont pas toujours représentatifs de la réalité à des échelles plus fine. La mortalité observée varie beaucoup en fonction de la localisation du peuplement et des essences qui le compose. La hausse de la mortalité des arbres s'accompagne d'une augmentation des dépérissements. Depuis 2018, l'ONF estime à plus de 300 000 ha la superficie de forêt touchée par des dépérissements en France, principalement dans la moitié Est du pays mais avec malgré tout des disparités (ONF, 2023a). A partir de ce constat, l'ONF a lancé au travers de son plan d'actions vigilance sécheresse, une enquête pour évaluer l'importance des dépérissements dans les régions les plus concernées à savoir le Grand Est, la Bourgogne-Franche-Comté, les Hauts-de-France, la haute Normandie et quelques départements comme le Rhône ou l'Ain (Figure 15).

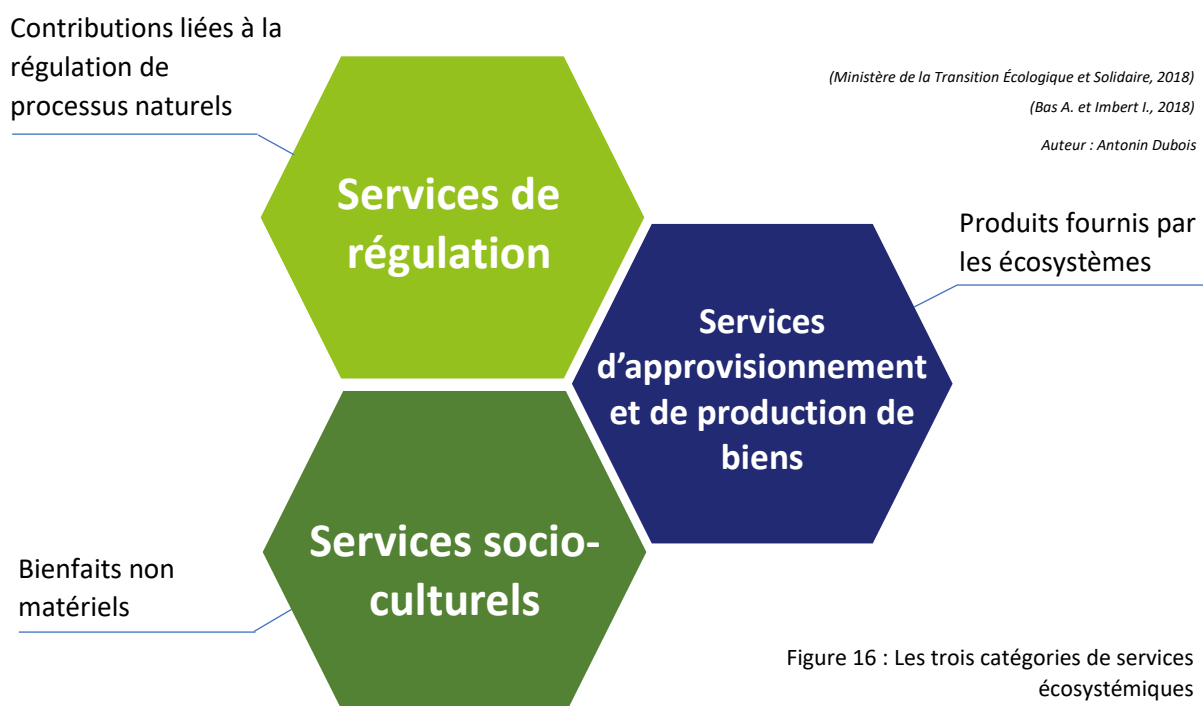


Cette variabilité de la mortalité des arbres dans le temps et dans l'espace implique des modifications dans la gestion et l'exploitation des peuplements. En effet, une hausse de la mortalité induit une hausse du bois à mobiliser et donc des récoltes plus importantes. Selon les prévisions de l'ONF pour l'année 2020, 35% de ses unités territoriales ont enregistrées une augmentation du bois à prélever, ce qui représenterait un supplément de 2,14 Mm³ de bois, soit une hausse de 14,3 % par rapport aux volumes moyens prélevés en forêt publique, qui sont aux environs de 15 Mm³. Cet afflux de bois n'est pas sans risque puisqu'il peut conduire à une saturation du marché et à une dépréciation du bois, si cette hausse n'est pas anticipée (ONF, 2023a).

4. Les services écosystémiques : Importances de la forêt pour l'homme

a. Définition et origine du terme « service écosystémique »

Les services écosystémiques désignent l'ensemble des contributions que la nature apporte à la société. Une première esquisse de cette notion apparaît dans les années soixante avec l'apparition de premières revendications socio-écologiques et l'émergence de la notion de "multifonctionnalité" des écosystèmes et en particulier des forêts. Dans les décennies qui ont suivies, le terme de "services écosystémiques" s'est démocratisé notamment en 1993 avec la première conférence sur la biodiversité, puis avec le lancement de la MEA (Millennium Ecosystem Assessment) en 2000. La MEA fut l'occasion de préciser la définition de cette notion en plus d'identifier et de catégoriser les différents services. Certaines études et autres travaux, ont ensuite repris la définition de la MEA mais en modifiant la catégorisation en distinguant les fonctions écosystémiques des services écosystémiques. C'est notamment le cas de l'EFESE en France. Ainsi, en s'appuyant sur les travaux de l'EFESE, on distingue trois catégories de services écosystémiques (Figure 16) :



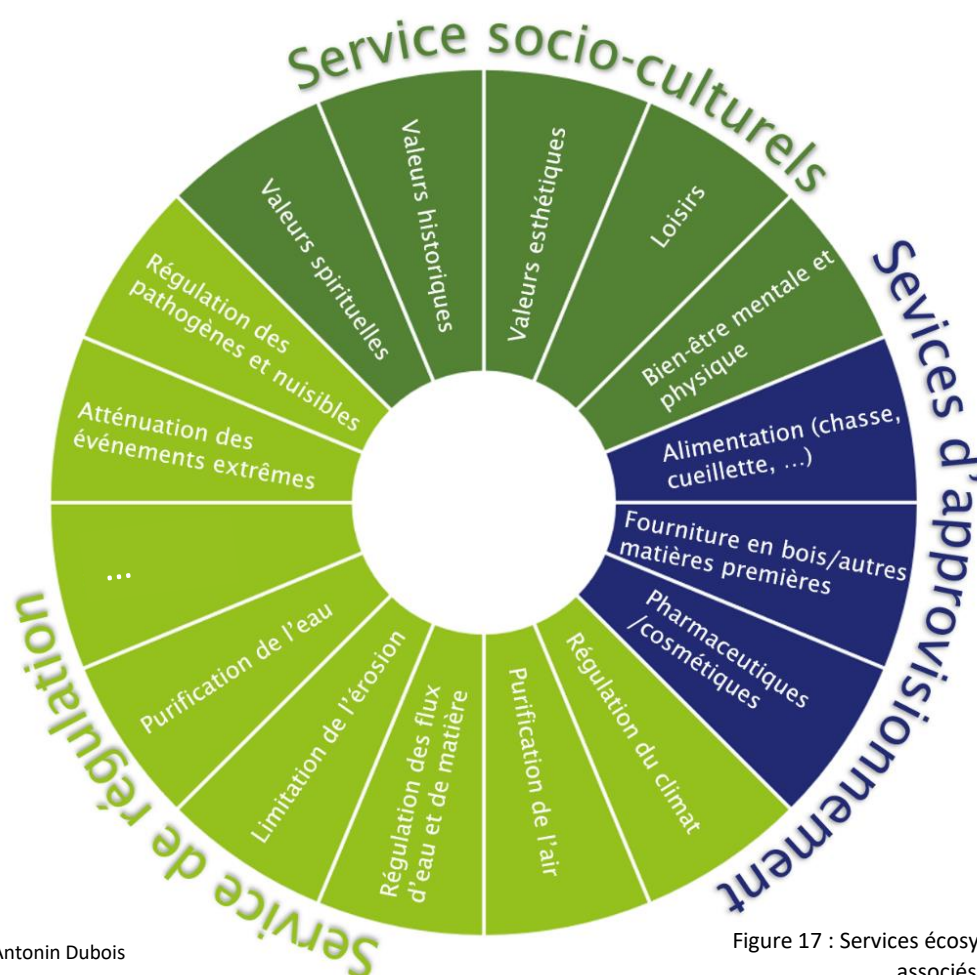
A ces trois catégories de services, sont associées des fonctions écosystémiques ou de supports qui constituent la base de tout écosystème et sans qui un certain nombre de services ne pourrait exister. Ces fonctions essentielles incluent des mécanismes écologiques de bases comme les différents cycles de la matière (cycle de l'eau, du carbone, de l'azote, ...), la pédogénèse ou encore la photosynthèse.

Des synergies existent entre plusieurs services lorsqu'ils sont fournis simultanément dans un écosystème. Le terme de bouquets de services est alors employé pour désigner une association de services durables dans le temps et dans l'espace. A contrario, des conflits entre services peuvent émerger, généralement à cause de volontés humaines qui visent à privilégier

certain services aux détriments d'autres, dont les bénéfices pour l'homme ne sont pas directement perceptibles. C'est par exemple le cas de certains services de régulations qui passent au second plan face à des services de productions qui servent directement l'économie. Il y a donc ici nécessité de garantir un équilibre entre services pour éviter des conséquences néfastes à la fois pour l'Homme et l'environnement, à moyen et long termes (Bas A. et Imbert I., 2018).

b. Les différents services fournis par la forêt

La forêt, en tant qu'écosystème à part entière assure et fournit un ensemble de fonctions et de services qui participe aux activités humaines et contribue au bien-être de chacun. La figure ci-dessous (Figure 17) permet de rentrer plus dans le détail des différentes catégories de services et de ce qu'elles contiennent en présentant des services associés aux forêts :



Auteur : Antonin Dubois

Figure 17 : Services écosystémiques associés aux forêts

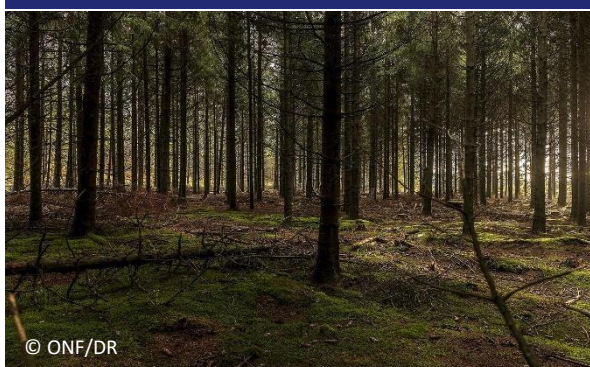
5. Un espace naturel géré : les différents modes de gestion des forêts

Contrairement à l'image naturel et sauvage que l'on s'en fait, la forêt française est principalement une forêt gérée et exploitée : sur les 17,1 millions d'hectares que couvre la forêt métropolitaine, 16,1 millions sont destinées à la production de bois (IGN, 2022). La France ne compte plus de forêts primaires sur son territoire métropolitain, et quasiment toute ses forêts sont ou ont été

exploitées ou influencées par les activités humaines. La gestion forestière se manifeste par le régime de gestion, qui peut-être en futaie, taillis ou taillis-sous-futaie. La gestion forestière se remarque aussi au travers des différentes opérations de coupe et d'entretien qui sont menées en sylviculture. Cependant, les différentes pratiques employées en forêt sont loin de faire l'unanimité au sein de la société, notamment en ce qui concerne les coupes rases généralement employées en futaie régulière. Il y a donc un clivage avec le monde forestier, qui tend à faire évoluer certaines pratiques, mais pousse aussi les forestiers à sensibiliser le public sur les méthodes employées et être plus transparent sur leur activité et leur rôle.

Régimes de gestion

Futaie régulière



Sylviculture dans laquelle les peuplements sont généralement monospécifique et composés d'arbres de même classe d'âge. Ce régime de gestion est rythmé par des cycles de régénérations et coupes rases ou définitives. C'est la gestion la plus proche de l'agriculture intensive, principalement dédiée à fournir du bois d'œuvre et d'industrie de qualité.



Diversité d'habitats dans le temps et bois de qualité



Fort impact paysagé et sur les sols

Futaie irrégulière



Sylviculture dans laquelle les peuplements sont composés d'arbres avec plusieurs classes d'âges, dont les coupes ne concernent que les individus arrivés à maturité. Par conséquent, elles se font progressivement et au cas par cas. La futaie irrégulière est reconnaissable par sa diversité de strates. Contrairement à la futaie régulière, la régénération peut être naturelle.



Impact limité des opérations sur l'environnement et les paysages



Exploitation et entretien difficile

Taillis-sous-futaie



Taillis



Sylviculture dans laquelle les peuplements sont un mixte de taillis et de futaie. Les arbres exploités en taillis sont surmontés par de grands arbres cultivés en futaie. Les cultures en taillis-sous-futaie sont caractérisées par une diversité d'essences et plusieurs strates de végétation.



Diversité d'essences, de strates et assure un revenu régulier



Moins de bois d'œuvre et bois de moindre qualité

Sylviculture dans laquelle la régénération des plants coupés se fait par rejet de souche. Les tiges obtenues à partir des rejets sont de faible dimension et servent principalement pour le bois d'industrie et le bois-énergie. Les cultures en taillis sont reconnaissables par des arbres dont les branches partent du sol ou proche du sol.



Cycle de coupe court et utile pour le bois de chauffe et d'industrie



Inutilisable pour le bois d'œuvre et ne fonctionne pas avec les résineux

Opérations de coupe et d'entretien

Coupe d'éclaircie/coupe d'amélioration

Permet, tout au long de la croissance d'une forêt, aux plus beaux spécimens de se développer en abattant régulièrement des arbres « peu prometteurs ». Cette opération consiste donc à réduire la densité des peuplements pour que les individus les plus intéressants puissent croître plus librement (ONF, s.d.b).

Coupe définitive

En futaie irrégulière, opération qui consiste à couper les derniers arbres d'une classe d'âge, mais uniquement s'il y a suffisamment de jeunes plans au sol pour garantir le renouvellement. Contrairement à la coupe rase, le sol ne se retrouve pas à nu après la coupe. La coupe définitive est une coupe de régénération (ONF, s.d.d)

Coupe rase

En futaie régulière, opération qui consiste à couper tous les arbres de même classe d'âge en même temps, pour ensuite pouvoir planter de nouveaux plans. Une coupe rase peut avoir lieu pour des raisons sanitaires (Peuplement malade, sécheresse intense, ...), pour planter des essences plus adaptées au changement climatique, ou encore dans le cas d'une exploitation de pins où les coupes rases sont nécessaires au renouvellement (ONF, s.d.c).

Coupe de régénération

Permet d'apporter de la lumière aux jeunes pousses par des coupes progressives d'arbres mûrs. Cela permet aux semis naturels de se développer et donc d'assurer la régénération de la forêt (ONF, s.d.a).



Optimisation de la récolte, rentabilité élevée, bénéfices écologiques en variant les milieux ouverts et fermés



Détérioration du paysage, disparition des vieux arbres, destruction d'habitats, déstabilisation des sols, baisse de la qualité des sols

GIP Ecofor et RMT Aforce (2022)

Débardage

Opération consistant à sortir les arbres abattus des exploitations pour les emmener dans une zone de dépôt. Le débardage peut se faire par tracteur, camions, câbles, hélicoptère ou encore par des chevaux (ONF, 2021b)

Martelage

Opération consistant à marquer à la peinture ou à l'aide d'un marteau, les arbres à abattre pour de futures coupes d'amélioration (ONF, s.d.e).

2) ... Qui alimente la filière forêt-bois française

1. Qu'est-ce que la filière forêt-bois

La filière forêt-bois est le secteur d'activité qui est associé à la gestion forestière, à l'exploitation, la transformation et à la commercialisation du bois. La filière se compose de deux parties distinctes, chacune ayant des activités qui leur sont dédiées. D'une part, il y a la partie amont de la filière, dont les activités sont centrées sur les espaces forestiers. C'est donc dans cette composante de la filière que se déroulent les activités de sylvicultures, de gestion des peuplements forestiers, de coupes, de transport et de vente du bois "brut". Il y a, d'autre part, la partie aval, qui est approvisionnée en bois par la partie amont et dans laquelle se déroule les différents processus de valorisation et de transformation du bois en produits du bois, puis à leur commercialisation auprès de différents marchés ou secteurs économiques.

Aujourd'hui, c'est près de 38,9 millions de m³ de bois qui sont commercialisés, sur les 55,8 millions de m³ prélevés chaque année, 70% de ce bois provenant de forêts privées (Figure 18). Les 16,9 millions de m³ de bois non commercialisé correspond au bois autoconsommé, généralement du bois à usage domestique, prélevé en dehors d'un cadre commercial. Le volume total de bois dans la filière, est réparti en fonction des différents produits bois et des usages qui leur sont destinés. Un peu plus de la moitié du bois est utilisé pour du bois d'œuvre, soit 20 millions de m³, donc du bois principalement à destination du secteur de la construction. Environ 10,5 millions de m³ vont servir de bois d'industrie. Ce bois va être principalement transformé en pâte à papier pour l'industrie du papier et du carton, ou en panneau pour l'industrie de l'ameublement. Enfin, les volumes de bois restant, estimés à 8,1 millions de m³, sont utilisés pour produire du bois-énergie et ils vont servir de combustible (Ministère de l'agriculture et de la Souveraineté Alimentaire, 2020), soit pour des usages particuliers (cheminée, chauffage, ...) ou pour alimenter des chaufferies ou des cogénérateurs de biomasse, pour fournir de la chaleur et de l'électricité à une plus grande échelle (du quartier ou de la ville). La répartition des volumes de bois entre les différents produits bois dépend de plusieurs facteurs, qui vont constituer l'offre et la demande. L'offre provient surtout des volumes prélevés en forêts, mais aussi du type de bois. En effet, le bois qualifié de "gros bois", sera surtout destiné au bois d'œuvre, tandis que le bois de mauvaise qualité (issu d'arbre malade/mort/abimé ou ne répondant pas aux critères de qualité requis pour du bois d'œuvre) ou issu de tronc de faibles diamètres, comme le "menus bois", sont plutôt utilisés pour un usage industriel ou énergétique. Il faut tout de même noter que l'usage du bois, directement prélevé en forêt, en tant que bois-énergie est restreint par la directive européenne REDII (Commission européenne, 2021). En effet, la directive précise qu'il est préférable, pour des raisons environnementales et de stockage de carbone, de transformer le bois en produits avec des durées de vie moyennes à longues (quelques années à plusieurs décennies), plutôt que de s'en servir directement comme combustible où le carbone alors stocké dans le bois serait immédiatement relâché dans l'atmosphère (Commission européenne, 2021). C'est pourquoi, la fourniture en bois-énergie provient principalement de résidus d'exploitations en forêt, de co-produit du bois issus de processus de transformation et du recyclage (De Ravignan A. et al., 2021).

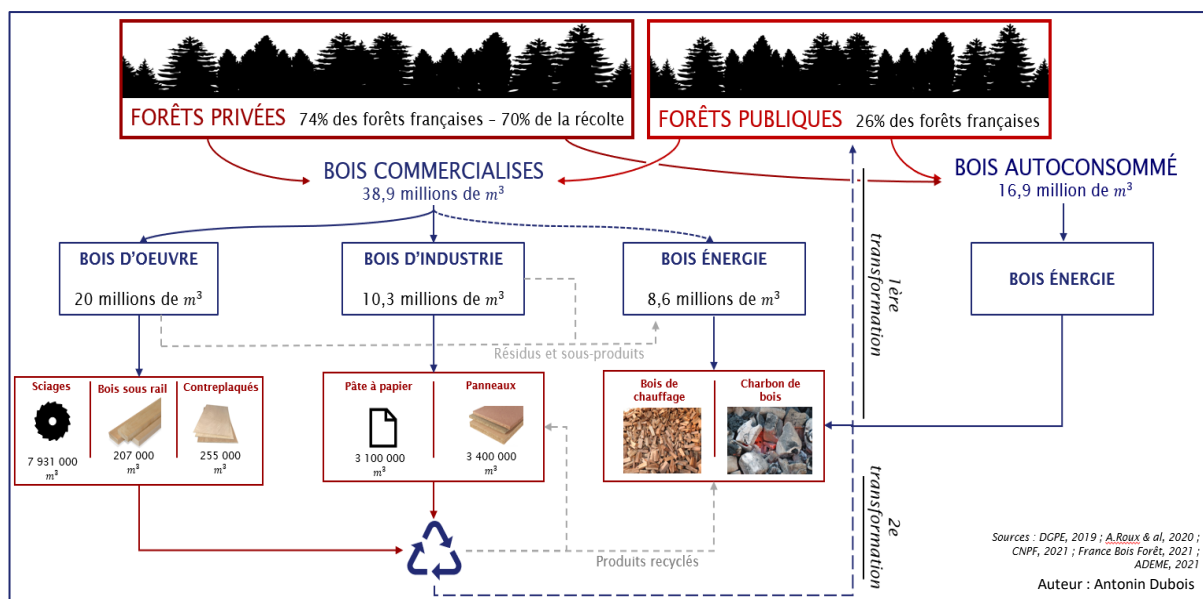


Figure 18 : Volume de bois et usages du bois dans la filière forêt-bois

La filière forêt-bois représente un chiffre d'affaires de 60 milliards € par an (France Bois Forêt, 2021) et emploie au minimum 378 000 personnes (Ministère de l'agriculture et de la Souveraineté Alimentaire, 2020), le tout faisant intervenir un certain nombre d'acteurs. Ce qui en fait un élément important de l'économie française. Cependant, la filière peine à atteindre l'équilibre financier et à se dynamiser, malgré son chiffre d'affaires, à cause d'un déficit commercial avoisinant les 9,5 milliards €, dû à des importations de bois plus importantes que les exportations (Figure 19).

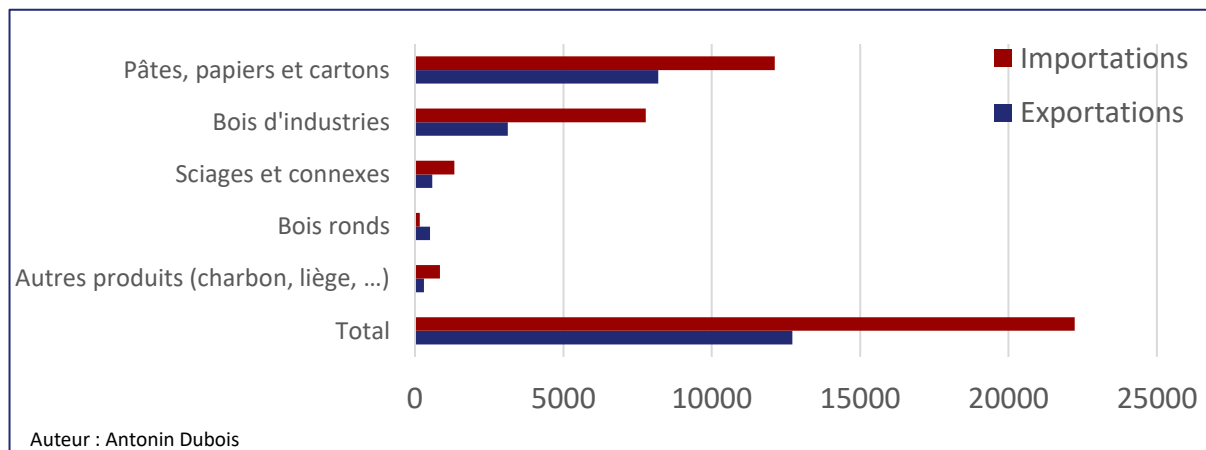


Figure 19 : Balance commerciale de la filière Forêt-Bois en 2022, en millions € (agreste, 2023)

2. Les acteurs de la filière

La filière forêt-bois fait intervenir plusieurs acteurs, issus de plusieurs corps et structures professionnels, privés ou publics. Ces acteurs sont à la fois issus de l'amont et de l'aval de la filière, et contribuent, à plusieurs échelles, à son fonctionnement. Dans la suite du développement, l'attention se portera surtout sur les principaux acteurs de l'amont de la filière, qui sont directement en contact avec la forêt et dont les fonctions seront détaillées. Les acteurs de par leurs natures variées seront répartis en fonction de leur caractère privé, associatif ou institutionnel et civil.

Les acteurs institutionnels et publics

Le Conseil Supérieur de la Forêt et du bois

(C.forest., art D113-1 à D113-5)

Rôles

- **Conseil aux ministres** en charges des forêts, de l'environnement et de l'industrie
- **Examine les politiques nationales et européennes** sur la forêt et son exploitation
- Participe à l'**élaboration**, au **suivi** et à l'**évaluation** du PNFB
- Réalisation de certaines missions par arrêté du ministre en charge des forêts
- **Droit de regard** sur les dotations budgétaires allouées à la forêt et les accords Etat-régions
- **Suit l'élaboration des PRFB** et les travaux des commissions régionales de la forêt et du bois

Composition

- Ministre chargé des forêts ou son représentant (Présidence)
- Ministre chargé de l'environnement (vice-présidence)
- Ministre chargé de l'industrie (vice-présidence)
- Des représentants de l'Etat : directeur du budget, directeur de l'eau et de la biodiversité, ...
- Des élus : 2 députés, 2 sénateurs, 3 représentants des conseils régionaux, 3 représentants des conseils départementaux, 2 représentants des communes, le président de la fédération des parcs nationaux
- Des représentants d'établissements publics et d'institutions : le président du conseil d'administration de l'OFB, le président du conseil d'administration de l'ONF, ...
- Des représentants de l'amont de la filière forêt-bois : 4 représentants des propriétaires forestiers particuliers, un représentant des exploitants forestiers, ...
- Des représentants de l'aval de la filière forêt-bois : Un représentant des scieurs, 5 représentants des industries du bois et de l'ameublement, ...
- Des représentants d'autres parties intéressées : le président de la fédération nationale des chasseurs, le président de la société botanique de France, ...

Au total ce sont près de **92** personnes qui composent le conseil qui doit se réunir au moins 1 fois par an

Description des acteurs institutionnels

Les acteurs institutionnels et publics désignent l'ensemble des acteurs qui dépendent ou représentent l'Etat sur le territoire national. Ils présentent une grande diversité de formes, de rôles et d'échelles d'actions. Le plus haut échelon administratif impliqué dans les forêts étant le Ministère de l'Agriculture tandis que la gouvernance locale est assurée par les maires. D'autres acteurs viennent alors s'ajouter pour assurer des missions de contrôle, de gestion ou de conseil.

Le(s) ministre(s) en charge des forêts

Le Ministre en charge des forêts et officiellement le ministre de **l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire**

➔ Il est chargé de définir et d'élaborer la politique forestière

Cependant, d'autres ministres sont impliqués comme les ministres de la **transition écologique et de la cohésion des territoires** et de **l'industrie** qui ont aussi un rôle à jouer dans la gestion forestière nationale et la politique forestière.

➔ La question des forêts est Trans ministérielle, puisque la forêt représente différents enjeux aussi bien économiques qu'environnementaux.

➔ Chaque ministère se penche sur son domaine d'expertise et est intégré dans les discussions d'élaboration de la politique forestière, en apportant son point de vue.

La commission régionale de la forêt et du bois

(C.forest., art.D113-11 et D113-12)

Rôles

- **Rédige le PRFB**, assure son suivi et dresse un bilan annuel
- **Identifie les besoins** de la filière forêt-bois pour assurer un bon fonctionnement et approvisionnement des industries
- **Adapte et met en œuvre les directives** du PNFB
- **Assure le dialogue entre les acteurs** régionaux de la filière

Composition

- Préfet de région et Président du conseil régional (présidence)
- 5 directeurs régionaux des services de l'Etat
- Des représentants du conseil régional et départemental
- 1 représentant des maires des communes forestières
- Des représentants d'établissements publics et institutions
- Des représentants de la filière forêt-bois
- D'autres acteurs connexes (chasseurs, scientifiques, ...)

(CNPF, 2019)

Le CNPF



Etablissement public à caractère administratif (sous tutelle du ministère de l'agriculture) chargé d'accompagner les propriétaires forestiers dans la gestion de leur patrimoine

Rôles

- Orienter la gestion des forêts privées en validant des CBPS, PSG ou encore RTG réalisés par des entités privées comme des coopératives ou experts forestiers
- Conseiller et former les propriétaires aux bonnes pratiques sylvicoles
- Réduire le morcellement des parcelles forestières pour en faciliter l'exploitation
- Rôle de consultation auprès des pouvoirs publics

(ONF, 2023)

L'ONF



Rôles

- **Commercialisation** de la ressource en bois issu des **forêts publiques**
- **Gestion durable** des silvicultures et **entretien/création d'espaces protégés**
- **Aménagement** d'espaces pour le public
- **Prévention** des risques naturels
- **Prestations de services**, comme la participation à **l'élaboration de plans de gestion**, à destination du public et du privé)
- L'ONF est le **gestionnaire unique des forêts publiques** suite au contrat Etat-ONF valable pour la période 2021-2025

Ministères liés

- Ministère de l'Agriculture et de la souveraineté alimentaire
- Ministère de la transition écologique
- Ministère de l'intérieur et des Outre-mer

Les maires

(URCOFOR-Normandie, 2019)

- **Vieiller à la bonne gestion des forêts** sur le territoire communal
- Intégrer les forêts dans les projets de territoire et d'urbanisme
- Participer à la **valorisation de la filière** forêt-bois locale
- Vieiller à l'accessibilité et à la sécurité en forêt
- Servir de **médiateurs entre usagers et acteurs** de la filière

Les chambres d'agriculture

Rôles

- Accompagnement des propriétaires forestiers : études, diagnostics, création d'associations syndicales, ...
- Accompagnement dans l'organisation de l'aval de la filière et la fourniture de bois
- Accompagnement de groupes de réflexions
(Chambres d'agriculture, s. d.)

Les acteurs associatifs et fédérations

La FNCOFOR

La Fédération Nationale des Communes FORestière est une association représentant **6000** collectivités territoriales à travers le territoire.

Rôles

- **Défense des intérêts** économiques, politiques et sociaux des collectivités
- **Créer des liens** et un réseau national entre élus locaux
- Etude et mise en œuvre d'actions dans des collectivités concernant l'aménagement des forêts, la valorisation des ressources, la protection de l'environnement, ...
- **Promouvoir la forêt** et ses bénéfices
- **Formation et aide à la décision** pour les membres



L'adhésion à la FNCOFOR est aussi ouverte aux départements, régions et personnes privées

(FNCOFOR, 2021)

Description des acteurs associatifs

Il existe plusieurs regroupements d'acteurs qui se distinguent par les personnes qu'ils représentent et leurs intérêts. D'un côté il y a les associations d'élus ainsi que les associations et fédérations de professionnels et de propriétaires forestiers, qui les accompagnent dans la gestion de leur forêt et leur confère du poids notamment face au gouvernement et aux institutions européennes. Ces associations engagent aussi des dialogues entre ces deux types d'acteurs. Enfin, il y a les associations environnementales qui luttent en faveur de la biodiversité et de la protection des forêts.

Fransylva

Rôles

- **Représente les intérêts** des propriétaires forestiers face au gouvernement et institutions
- **Conseils** juridiques et fiscaux
- **Assurances**
- Aide au reboisement
(FRANSYLVA, 2021)

Associations environnementales

Rôles

- **Alerter** l'opinion publique, les professionnels et les décideurs politiques sur les menaces qui pèsent sur les forêts
- Mettre en place des mobilisations, des collectifs dans le but de **mener des actions**
- **Faire pression** sur les pouvoirs publics pour initier des changements législatifs
- **Proposer des solutions** alternatives à certaines pratiques actuelles
- Mener des expertises

(Association Canopée, 2023)

Quelques exemples d'associations

Les associations sont nombreuses et agissent à plusieurs échelles et des thématiques plus ou moins larges. Par exemple :

- La LPO : se concentre principalement sur les oiseaux et la sauvegarde leurs habitats, dont les forêts, en France.
- La WWF : traite de la biodiversité en général dans le monde
- Greenpeace : agit sur tous les aspects de l'environnement
- Canopée : une association française, dédiée aux questions relatives aux forêts
- ...

Les acteurs privés

Les gestionnaires forestiers

(C. forest., art. L315-1)

Rôles

- **Engagés par les propriétaires** forestiers privés pour gérer durablement leurs parcelles forestières
- **Mise en marché du bois** (façonné et sur pied)

Les coopératives forestières

Rôles

- **Regroupement** de plusieurs propriétaires forestiers, dans le but de **mutualiser les moyens** humains et techniques
- Partager les coûts d'exploitation
- Exemple de coopérative : UCFF (UCFF, s. d.)

Les experts forestiers

(EFF - Experts Forestiers de France, s. d.)

- Maîtrise d'œuvre
- Mise en marché du bois
- Elaboration des PSG
- Inventaires forestiers
- Recrutement et management
- Aides administratives (subventions, assurances, ...) à destination des propriétaires forestiers

Description des acteurs privés

La forêt française est détenue à 75% par des propriétaires privés. Mais bien souvent, ils n'ont pas les moyens techniques ou les compétences pour gérer leurs parcelles. C'est pourquoi ils font appel à des gestionnaires ou experts forestiers, indépendant de l'Etat. Cette sphère privée de la forêt est importante pour la filière forêt-bois puisque c'est elle qui fournit le plus grand volume de bois, à hauteur de 70% du volume totale de bois prélevé.

Les propriétaires forestiers

- 12,7 millions d'ha de forêt privée en métropole
- 3,5 millions de propriétaires dont 377 000 détiennent 75% de la forêt privée (en superficie)
- Responsables de la gestion administrative et fiscale de leurs parcelles

(IGN, 2021 ;
Ministère de la
Transition
Écologique et
Solidaire, 2020)

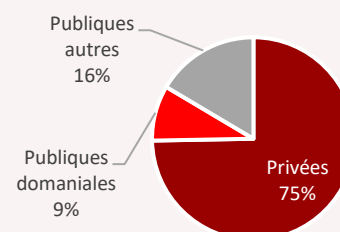


Figure X : Propriété forestière

Les acteurs civils

Le domaine scientifique

Rôles

- **Recherche** de solutions
- **Suivi** des milieux forestiers
- **Analyse** et **optimisation** de la filière
- **Aide** à la prise de décision
- **Enseignement**/formation



Description des acteurs civils

Les acteurs civils représentent des personnes ou des entités qui se trouvent à la croisée des chemins concernant les forêts. Il y a les citoyens, pour qui la forêt est un espace privilégié, pour diverses raisons, ludiques ou culturelles. Le domaine scientifique a aussi été classé dans les acteurs civils, car il peut se trouver à la fois dans le secteur public ou privé, mais en ayant le recul inhérent à la rigueur scientifique. Enfin, les médias complètent cette dernière catégorie d'acteurs.

Les médias

Rôles

- **Porter à connaissance** du grand public
- **Alerter** l'opinion publique
- **Nourrir** les débats
- **Analyses critiques** de la réalité



Les citoyens

Rôles

- **Consommer** les produits du bois
- **Utiliser** la forêt (loisir, bien-être, bois de coupe)
- **Recadrer** les politiques
- **Exprimer** leurs opinions

(D'autres exemples d'acteurs sur donnés en annexe 2)

3. Difficultés de la filière forêt-bois

Un des premiers constats qui peut être fait sur la filière forêt-bois est que, malgré un chiffre d'affaires de 60 milliards d'euros, elle est déficitaire d'environ 9,5 milliards d'euros (agreste, 2023). Comme dit précédemment, ce chiffre s'explique par une balance commerciale défavorable. En effet, la France importe plus de bois qu'elle n'en exporte. Ce déséquilibre viendrait principalement d'un décalage entre l'amont de la filière, qui prélève en majorité du bois de feuillus, et l'aval qui est demandeur de bois résineux. En d'autres termes, il y a un déséquilibre entre l'offre et la demande, à l'échelle nationale. Malheureusement, à l'heure actuelle, il est difficile d'inciter l'aval à utiliser du bois de feuillus sachant que la plupart des scieries françaises sont calibrées pour traiter du bois de résineux (Cessac M., 2021a). Une mutation de l'industrie du bois serait alors nécessaire, mais ne pourrait se faire à court terme et sans financement (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2017). Les feuillus qui trouvent difficilement preneur en France, sont exportés à moindre coût, vers la Chine notamment (Cessac M., 2021a).

Cette difficulté à rentabiliser la filière, se ressent auprès de différents acteurs professionnels, comme c'est le cas pour l'ONF. En effet, depuis plusieurs années, l'office traverse des difficultés économiques. Sur l'année 2021, son déficit a atteint 79 millions d'euros malgré un budget de 700 millions d'euros (Cessac M., 2021b). Pour palier aux pertes, la cour des comptes avait préconisé, en 2009, d'augmenter les volumes de bois prélevés. C'est ce que l'ONF semble faire pour tenter autant que possible d'atteindre l'équilibre financier. L'autre levier sur lequel l'ONF joue pour rendre son activité rentable, est de réduire les effectifs. A titre d'exemple, de 1985 à 2020, le nombre de salariés a chuté de 40%, passant d'environ 15 000 employés à moins de 9 000. Ces pratiques ont eu un impact direct sur les salariés, d'après certains témoignages, qui se retrouvent confrontés de plus en plus à une perte de sens de leurs missions. En effet, d'un côté, ils doivent veiller à la protection de l'environnement et bénéficient même pour certains d'un pouvoir de police de l'environnement. Et d'un autre côté, ils sont chargés d'abattre de plus en plus d'arbres, s'approchant parfois des limites définies par la loi. De plus, les salariés forestiers se retrouvent parfois à devoir gérer des secteurs toujours plus grands pour compenser la baisse d'effectifs. Il se retrouvent donc à devoir réaliser plus de tâches au détriment de la qualité de certaines opérations d'abattages et d'entretiens (Angerand S., 2020). À cela s'ajoute un climat général délétère, d'après certains employés et syndicats (Ducruet C., 2019).

L'Etat français fait en sorte que l'ONF se porte bien en accordant des subventions, mais pas que. Il y a quelques années, le gouvernement semble avoir initié une forme de privatisation de l'ONF, réduisant le nombre d'élus au sein de sa direction. De plus, l'ONF pourrait être en mesure d'engager davantage de contractuels pour assurer des missions généralement allouées aux fonctionnaires de l'établissement. Cette manœuvre s'inscrit dans une optique de réduction des coûts, un contractuel coûtant globalement moins cher qu'un fonctionnaire. Cependant, cela a soulevé un certain nombre de craintes en interne, à commencer par le fait de confier des pouvoirs de police à du personnel contractuel. Avec ces

modifications, c'est une forme "d'industrialisation de la forêt" et plus particulièrement de la forêt publique (L'ONF en est le gestionnaire unique) qui est redouté par certains acteurs politiques et associatifs. D'un côté cela répondrait aux ambitions du gouvernement en termes de production mais remettrait en question la durabilité des pratiques. Ceci dit, ce travail a été l'occasion de rencontrer des agents de l'ONF, qui n'ont pas semblés affectés par la situation difficile dans laquelle semble se trouver l'office. Donc peut-être que la situation s'est atténuée ces dernières années, ou quelle ne concerne que certains groupes de l'ONF. Il se peut aussi que certaines informations relayées par des médias ont été grossies.

Une autre problématique qui touche la filière forêt-bois est le découpage des parcelles forestières et l'accès à la ressource. La France a connu une augmentation de près de 70% de la superficie des forêts depuis la moitié du XIXe siècle. Cependant, une partie de la ressource en bois reste inexploitée ou mal exploitée. 75 % des forêts françaises sont privées, mais sont globalement fragmentées et ne font pas toujours l'objet d'un plan de gestion. En effet, sur les 6 millions d'ha de parcelles de faibles superficies (entre 0 et 25 ha), 4 millions ne sont pas gérés et sont partagés par plus d'un million de propriétaires (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2019). Ce qui rend l'exploitation de ces forêts peu attractives, en raison d'un manque de rentabilité. En effet, les coûts de gestions couplées à des prix du bois relativement bas par rapport aux concurrents européens, n'incitent pas les propriétaires forestiers à exploiter leurs terrains, d'autant plus s'ils sont propriétaires de petites parcelles, plus difficiles à rentabiliser.

C'est pourquoi le gouvernement, via le PNFB, s'est donné pour mission de dynamiser la filière, d'une part en incitant les petits forestiers français à se regrouper en coopératives pour amortir les coûts de gestions, et maximiser l'exploitation du bois à plus grande échelle. D'autre part, d'accompagner la mutation de l'industrie pour qu'elle soit plus compétitive, plus adaptée à la production française et enfin en accord avec la politique de gestion durable de la ressource et de neutralité carbone. Une autre solution existe et a été apportée par la start-up Néosylva⁹ : elle propose à des propriétaires ou des coopératives privés de gérer leur(s) parcelle(s) gratuitement, à leur place, mais en conservant un pourcentage sur les ventes de bois. Cette alternative est encore récente – Néosylva a été fondée en 2017 – mais semble prometteuse et pourrait permettre de remettre en gestion de petites parcelles privées.

Enfin, les contraintes naturelles de certains territoires et le manque de piste pour les engins chargés de la coupe et du transport du bois, rendent certaines forêts totalement inexploitable. C'est le cas, notamment dans les régions montagneuses, où le relief et l'isolement de certaines parcelles rendent toute opération impossible ou difficile sans surcoûts (Figure 20). A titre d'exemple, c'est 65% des forêts de la sylvoécocorégion des préalpes de Nord qui sont difficilement exploitables pour des raisons d'accessibilité (IGN, 2022)

⁹ <https://www.neosylva.fr/>

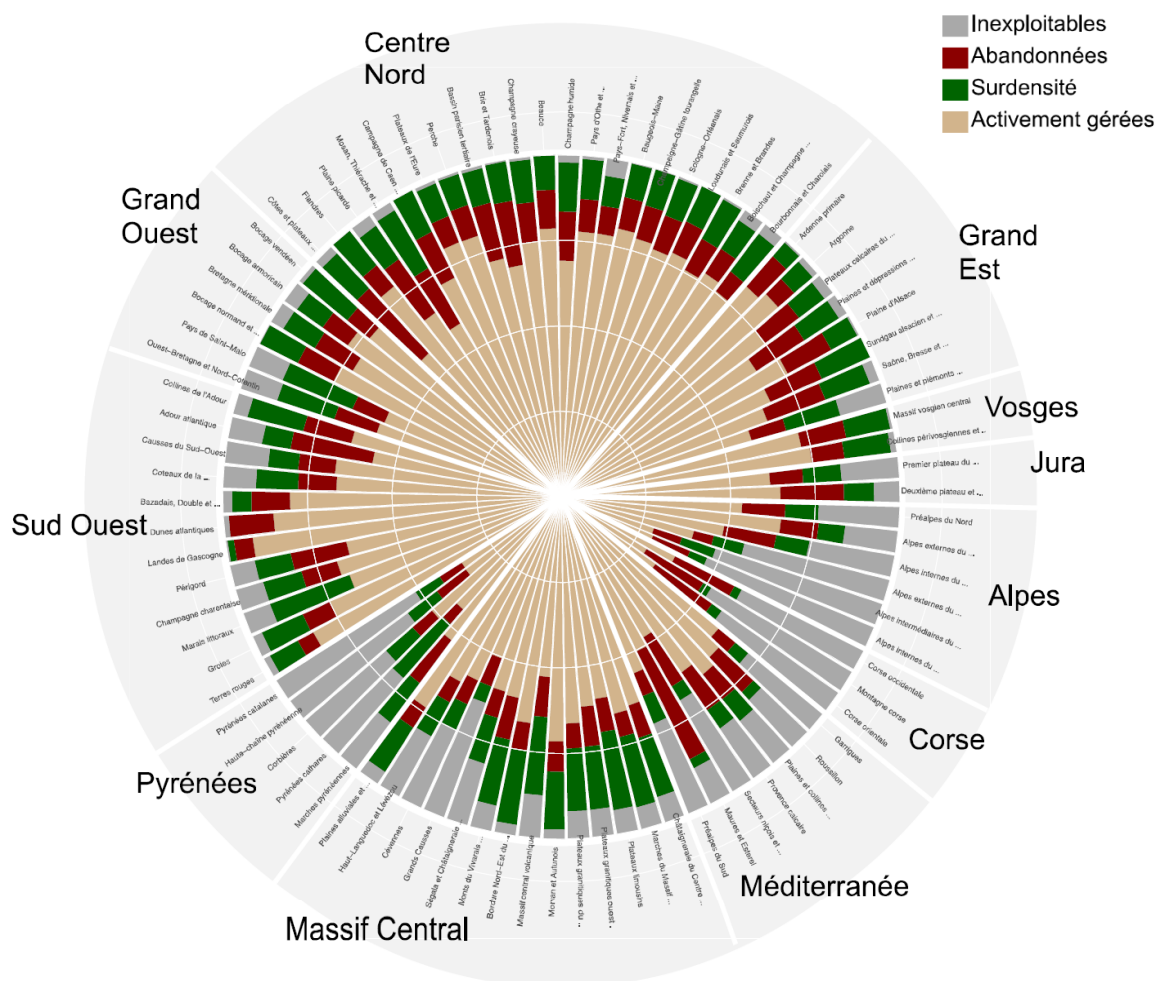


Figure 20 : Différents statuts de gestion des forêts françaises, par sylvoécocorégion (Valade A. et al., 2017)

4. Controverses

a. Mésentente entre ministère ?

Comme il a été indiqué précédemment, la politique forestière dépend surtout du ministère de l'Agriculture, mais d'autres ministères sont impliqués. C'est notamment le cas du ministère de la transition écologique, qui s'occupe entre autres des questions relatives à la préservation et la protection de la biodiversité et de la multifonctionnalité de la forêt. De prime abord, il ne semble pas y avoir d'opposition entre ces deux ministères, puisque tout deux rappellent les mêmes objectifs présentés dans le PNFB. Cependant, dans une note publiée en 2021 dans "Terra Nova", Barbara Pompili, ministre de la transition écologique, évoquait le fait que "la politique forestière française [...] garde l'objectif de maximiser la production de bois [...] Mais, à l'heure où l'accélération du réchauffement climatique menace la pérennité des forêts françaises, il est temps de réorienter cette politique en faveur d'une plus grande résilience, en considérant comme aussi prioritaires les autres fonctions de la forêt" (Pompili B., 2021). Bien que dans la suite de son développement Barbara Pompili nuance son propos et reconnaît l'importance économique de la filière forêt-bois, il n'en reste pas moins que l'équilibre entre enjeux économiques et enjeux environnementaux est encore inexistant, bien que l'écart se soit considérablement réduit ces dernières années. À titre

d'exemple, la ministre de la transition écologique parle dans sa note de gestion sur le long terme, respectant le cycle naturel sylvicole (Pompili B., 2021). Or, dans le PNFB, rédigé par le ministre de l'Agriculture, quelques années auparavant, il est suggéré de réduire la durée des cycles pour pouvoir réaliser des coupes plus précoces, plus régulièrement (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2017). Ainsi, l'économie semble primer sur l'environnement. Ça n'est pas pour autant que la politique forestière ne met pas en place des mesures de protection de la nature et de gestion durable des forêts. Mais bien souvent, ses mesures sont prises au profit d'une maximisation de la ressource, pour en augmenter l'exploitation. En somme, la biodiversité semble vue comme un outil de production industrielle. Ces divergences sur la forêt entre ministères montrent d'une part la complexité de ce type de milieu et sa transversalité, mais questionne aussi la compatibilité entre les activités humaines et les enjeux environnementaux.

b. Des tensions entre ONF et FNCOFOR

En réponse aux difficultés que traverse l'ONF, le gouvernement a proposé, par le biais du contrat Etat-ONF, d'augmenter les frais de garderie¹⁰ des communes, à destination de l'ONF. Il faut savoir qu'une partie du budget des communes forestières est destiné à l'ONF, chargé de gérer leurs forêts. En somme, il a été demandé aux communes forestières de contribuer au comblement du déficit de l'office. Chose que les municipalités ont rejetées en bloc. Face à la pression des maires, l'Etat a annulé son projet d'augmentation du prix de garderie, et a affirmé qu'il veillerait à ce que l'ONF ne devienne pas privé, en réaffirmant son statut d'entreprise publique à caractère industriel et commercial. Cependant, les collectivités ont été invitées à faire des efforts concernant la contractualisation des services de l'ONF (Jabre L., 2023). Aujourd'hui les tensions entre les deux parties se sont atténuées et une convention ONF-FNCOFOR, fixant les orientations pour les forêts communales, a finalement pu voir le jour en décembre 2022 (Jarlier D., 2022). Bien que cet épisode soit clos, il montre que même entre acteurs publics, il peut y avoir des mésententes qui peuvent avoir un impact direct sur les forêts.

c. Désaccord entre l'Union Européenne et les forestiers français

En dépit du fait qu'il soit parfois reproché à l'Union européenne d'être trop évasive sur des mesures de gestions à prendre ou de proposer des solutions, contre le réchauffement climatique notamment, parfois irréalistes comptes tenu des différents contextes locaux, il y a un point qui a récemment provoqué une vague de réaction : la proposition de directive européenne sur les énergies renouvelables (RED III) qui implique une perte de considération du bois-énergie, comme une source d'énergie renouvelable. Bien qu'il soit possible de discuter du caractère renouvelable de la ressource en bois, compte tenu de son temps de régénération, elle joue un rôle essentiel dans la politique de neutralité carbone en France. Le Bois-Energie est d'ailleurs la première source d'énergie renouvelable en France (32,9% des énergies renouvelables). De plus, si le bois perd son statut d'énergie renouvelable, ce sont toutes les subventions qui y sont associées qui risquent de disparaître (Rousselle L., 2023). Or

¹⁰ Les frais de garderie correspondent aux financements des communes à destination de l'ONF pour qu'il gère leurs espaces forestiers

dans un contexte où la filière forêt-bois française a besoin de financement pour se redynamiser, beaucoup de forestiers n'approuvent pas cette proposition de l'Union européenne. Une telle décision pourrait avoir un impact négatif sur la gestion des forêts, la façon de les exploiter et plus généralement avoir des conséquences socio-économiques non-négligeables. Une pétition a été lancée le 14 mars 2023 pour s'opposer à cette directive (Fransylva, 2023). À noter que ce débat prend part à un bras de fer qui oppose la France et l'Allemagne sur la question de l'énergie, et plus particulièrement du nucléaire. Mais il semblerait qu'en juin 2023, un compromis a été trouvé pour conserver le statut renouvelable du bois-énergie.

3) Dont les pratiques sont encadrées à différentes échelles

1. A l'échelle nationale : Un cadre législatif dont découle le PNFB

L'encadrement des pratiques et usages de la forêt commence avec une législation établie : le code forestier. Ce code¹¹, dont la première version date de 1827, avait initialement pour but de restreindre les usages du bois par les habitants et agriculteurs, à une époque où la ressource en bois était encore fondamentale et plus limitée qu'elle ne l'est aujourd'hui, à cause d'une plus forte pression anthropique sur les forêts : dans la première moitié du XIXe siècle, les forêts ne recouvraient que 16% du territoire, contre 31% aujourd'hui (La Rédaction, 2017). Le code forestier a été, dans les décennies et siècles suivants, modifié et remanié à plusieurs reprises, la dernière grande modification datant de 2012. Mais le fond du code est resté le même jusqu'à nos jours, même si des ajouts ont été faits pour le faire correspondre aux enjeux actuels comme la prise en compte de la gestion des risques et les statuts de préservations. Cependant, en 2014, une nouvelle loi, la loi LAAAF, vient ajouter un certain nombre de règles et d'objectifs à destination de l'agriculture et des forêts, pour stimuler l'exploitation des ressources alimentaires et de matière première tout en adoptant des modes de gestion durable (Loi n°2014-1170, 2014). Cette loi impose la création de l'article L. 121-2-2 du code forestier, qui induit la création du Programme National de la Forêt et du Bois (PNFB), qui sert de fondement à la politique forestière actuelle et dont découle les différents documents cadres détaillés par la suite (C.forest., art.L122-2-2). Il faut tout de même préciser que le PNFB est une référence en termes d'orientations et de volonté politique, et bien que le code forestier s'adapte aux différents objectifs, c'est lui qui prévoit et cadre l'élaboration des différents documents.

2. Les programmes régionaux et leurs déclinaisons

Les programmes régionaux de la forêt et du bois (PRFB) découlent directement du PNFB et ont pour but d'adapter, pour chaque région, les objectifs nationaux (Figure 21). Ils sont élaborés par les différentes commissions régionales de la forêt et du bois, puis validés par arrêté du ministre en charge des forêts (C.forest., art.L122-1). Le PRFB, définit et fixe un certain nombre de priorités et de règles à respecter. Dans un premier temps, il fixe les priorités socio-économiques et environnementales par massif forestier. Le but étant de

¹¹ Le code forestier français, a un caractère unique vanté par les forestiers français pour sa longévité et la précision de ses articles

prendre en compte de façon la plus fine possible, les enjeux locaux. Ensuite, il fixe des critères de gestion durable et multifonctionnelle, adaptés aux différents espaces forestiers et à leurs usages. De plus, le PRFB répertorie les massifs forestiers à fort intérêt d'exploitation, qui constituent une source en bois importante, que ce soit en termes de volume sur pied, de maturité du peuplement ou encore d'exploitabilité. Enfin, le PRFB est chargé de mettre en place des programmes d'actions et de définir les voies d'accès à la ressource.

Les programmes régionaux ont une portée plus opérationnelle que le PNFB, et servent de référence à trois autres documents régionaux qui vont s'appliquer sur différentes forêts en fonction de leurs propriétaires (C.forest., art.L122-2) :

- Les directives régionales d'aménagement des bois et forêts (DRA) : Elles s'appliquent uniquement aux forêts domaniales (propriété de l'Etat)
- Les schémas régionaux d'aménagement des bois et forêts (SRA) : Ils s'appliquent uniquement aux forêts communales ou publics ne dépendant pas directement de l'Etat.
- Les schémas régionaux de gestion sylvicole des bois et forêts des particuliers : Ils s'appliquent uniquement sur les forêts privées, après validation par le centre national de la propriété forestière (CNPF).

3. A l'échelle locale : les documents communaux ou intercommunaux

La réglementation des forêts françaises fonctionne comme un système pyramidal, partant du code forestier et du PNFB, pour se décliner ensuite, en plusieurs documents cadre, à plusieurs échelles. Ainsi, les documents régionaux, développer ci-dessus, vont servir de référence à un panel de documents qui vont s'appliquer à une échelle plus fine, généralement communale, inter-communale, voir même à l'échelle de la parcelle. Comme pour les directives et schémas régionaux, les documents locaux se distinguent par leur statut public ou privé. Cependant, ils ont un porté directement opérationnel, la plupart de ces documents étant des plans de gestion forestière ou d'aménagement du territoire, qui vont définir les actions à mener, comment, quand et où les réaliser.

Parmi les documents qui s'appliquent dans le cadre du régime forestier¹², la distinction entre forêt domaniale et forêt communale est maintenue. Les forêts domaniales bénéficient d'un règlement types de gestion (RTG) et des documents d'aménagements qui leur sont propres. Cependant, elles vont avoir, comme pour les forêts communales, un plan de gestion, aussi appelé aménagement forestier, réalisé par l'ONF (ONF, 2017). En ce qui concerne les forêts communales, il existe un nombre plus important de documents, qui ne sont pas spécifiquement dédiés à la forêt, mais qui encadrent de façon plus globale l'aménagement du territoire et l'urbanisme comme le PLU, PLUi, POS ou le PDU (Figure 21). Le dernier document communal qui concerne les forêts, est la charte de la forêt communale, qui est élaborée entre l'ONF et la FNCOFOR, dans le but de définir des objectifs communs entre l'ONF, chargé de la

¹² La réglementation concernant les forêts publiques est aussi appelée "régime forestier"

gestion des forêts publiques (Gouvernement et ONF, 2022), et les collectivités, propriétaires de ces forêts.

Pour ce qui est des forêts privées, seul le règlement type de gestion (RTG) est commun avec les forêts communales, avec quelques variations. Les autres documents, comme le code des bonnes pratiques sylvicoles (CBPS) ou les plans simples de gestion (PSG), leur sont propres (Figure X). Leurs rôles sont de fournir aux exploitants forestiers une marche à suivre, afin de structurer la gestion de leurs parcelles, de façon durable. Cependant, ces documents ne sont pas obligatoires pour des peuplements inférieurs à une certaine superficie (25 hectares pour les PSG). Par conséquent, les propriétaires n'ont pas d'obligations de gestion de leur patrimoine, toujours à condition que leur bien est une faible superficie (CNPF, s. d.).

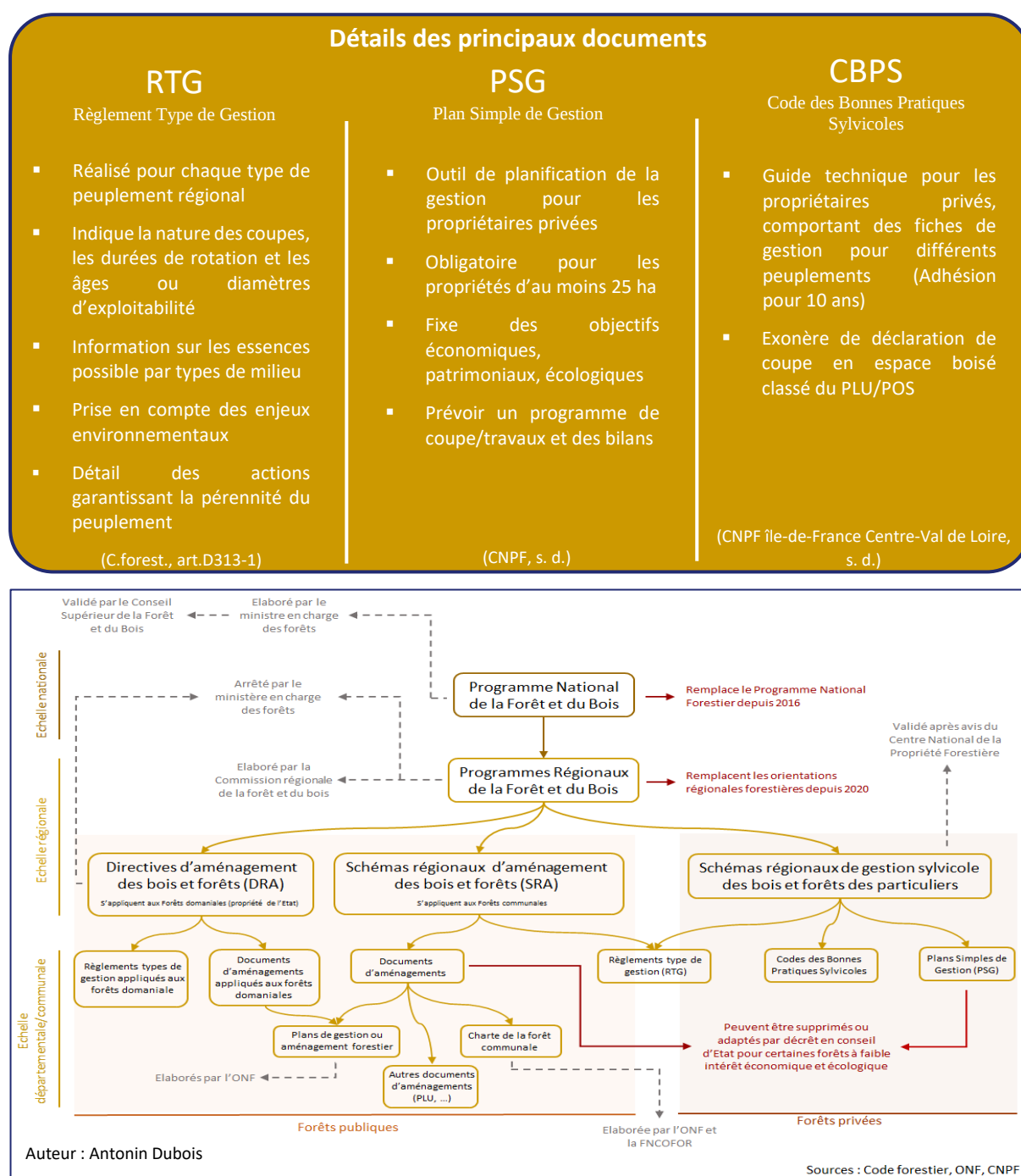


Figure 21 : Vue d'ensemble de la réglementation

4) Et doivent se conformer aux orientations définies par la politique forestière

1. La SFUE : La référence européenne (commission européenne, 2021)

La Stratégie Forestière de l'Union européenne constitue la base des politiques forestières des différents Etats membres. La SFUE énonce un ensemble d'objectifs et de recommandations qui à terme, doivent être prises en comptes dans les réglementations nationales. Trois objectifs figurent dans la politique forestière européenne. Le premier est le renforcement de la protection, de la restauration et de la résilience des forêts, dans une optique de préservation de la biodiversité. Le deuxième objectif est spécialement dédié au changement climatique et consiste à adapter les forêts face aux modifications du climat et à garantir leur capacité à stocker du carbone. Enfin, le troisième objectif est de préserver les fonctions socio-économiques des forêts et stimuler la bioéconomie forestière afin de développer des filières forêt-bois plus durables. En d'autres termes, il s'agit d'augmenter les prélèvements de bois en essayant de le faire de façon durable.

Pour tenter d'atteindre ces objectifs, l'Union Européenne propose des leviers qui permettront pour certains d'atteindre un ou plusieurs objectifs. Parmi ces leviers, figurent : une approche adaptative de la restauration et de la gestion des forêts, encourager l'utilisation du bois dans les constructions, reboiser certains espaces, inciter à consommer plus de bois, développer les connaissances scientifiques ou encore l'écotourisme forestier. Ces leviers conduisent à une proposition de mesures, qui est certes assez générale, mais fixe un premier cadre de référence pour la politique forestière européenne.

Exemples de mesures présentes dans la SFUE

- Réflexion sur la mise en place d'un régime de protection stricte pour les forêts primaires et anciennes
- Protéger 30% du territoire de l'Union Européenne (forêts comprises) d'ici 2030
- Mise en place d'outils d'évaluation de la santé des forêts
- Limiter l'utilisation d'arbres entiers ou de qualités pour le bois-énergie
- Plantation de 3 milliards d'arbres d'ici 2030
- Financement possible au travers de la nouvelle PAC pour aider à l'atteinte des objectifs
- Déblocage d'autres financements à destination des filières forêts-bois notamment via le Fonds Social Européen
- Proposition législative concernant un cadre commun sur l'observation et la transmission de données
- Amélioration des outils d'analyse et de gestion existants (ex : FISE)
- Elaborer un programme de recherche et d'innovation : "Planning Our Future Forest"
- Inciter la collaboration entre le secteur touristique, les forestiers et les services de protection de l'environnement
- ...

2. Un cadre national pour définir les orientations forestières : le PNFB (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2017)

En 2016, le nouveau Programme National de la Forêt et du Bois est finalisé par le ministère de l'Agriculture. Ce document définit, pour une période de 10 ans, les grandes orientations forestières et les objectifs à atteindre concernant la filière forêt-bois. Sont ainsi abordées les questions relatives à la gestion forestière, aux usages du bois, son industrie et l'environnement. Ce programme repose dans un premier temps sur deux défis définis par le gouvernement : le défi économique, visant à accroître la valorisation des ressources issues des forêts et le défi environnemental qui consiste à protéger la forêt, sa biodiversité et la renouveler pour tenter de conjuguer adaptation et atténuation du changement climatique. Dans cette optique, quatre objectifs sont proposés.

Tout d'abord, l'augmentation des prélèvements de bois tout en garantissant le renouvellement des peuplements forestiers. Le ministère de l'Agriculture souhaite prendre le parti-pris d'une intensification de l'exploitation des forêts. Ceci s'explique en partie par le fait que la forêt française est considérée comme sous-exploitée. Depuis la fin du XIXe siècle, avec l'industrialisation et la déprise agricole, les espaces forestiers n'ont pas cessés de prendre du terrain. Par conséquent, la marge est considérée comme suffisamment importante pour accélérer l'exploitation sans pour autant compromettre la forêt. Le but est bien-sûr d'augmenter l'approvisionnement des filières du bois en matière première. En effet, la hausse de bois extrait permettrait, en partie, de redynamiser la filière forêt-bois, qui à l'heure actuelle a du mal à atteindre l'équilibre financier, mais à condition que l'appareil industriel ainsi que la demande soient adaptés. Autre argument avancé par le PNFB : une meilleure gestion des risques naturels. Une exploitation plus intensive permettrait de renouveler les boisements plus régulièrement et donc d'être en mesure d'adapter, dans un délai plus court, les peuplements, notamment face au changement climatique.

Le PNFB fixe comme autre objectif l'intégration des citoyens, de leurs besoins et de leurs attentes dans la politique forestière. Cela concerne entre autres les questions relatives à l'emploi, l'énergie, les loisirs ou encore la sécurité. Le secteur forestier est une source d'emploi non-négligeable puisqu'il représente au minimum 378 000 emplois (Ministère de l'agriculture et de la Souveraineté Alimentaire, 2020), et les usages que l'on peut tirer du bois extrait sont multiples et répondent à un certain nombre de besoins. De plus la forêt est un espace de loisir et de détente très apprécié des français : près de 70% des adultes français se rendent au moins une fois par an en forêt (Commissariat général au développement durable & al., 2021). Ceci étant, un autre enjeu du PNFB, est de sensibiliser le grand public, d'une part sur les questions environnementales. Les espaces forestiers renferment plusieurs écosystèmes riches en biodiversité et apportent un ensemble de services socio-écosystémiques qu'il est important de préserver. Et d'autre part, mieux informer les citoyens sur certaines pratiques sylvicoles souvent mal vues, comme les coupes rases ou tout abattage d'arbres de manière plus générale. Ce dernier point est d'autant plus important sachant que l'objectif du gouvernement est d'intensifier l'exploitation des forêts.

Le troisième objectif, est de préparer la forêt au changement climatique et de garantir son rôle de puits de carbone. La forêt constitue un des piliers essentiels de la Stratégie Nationale Bas-Carbone, qui a pour objectif l'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050. Elle constitue donc un moyen de lutte contre le changement climatique. Cependant, la forêt

française est impactée par l'évolution du climat, ce qui a pour conséquence de perturber ses écosystèmes et sa biodiversité. Or la pérennité de la filière forêt-bois dépend étroitement de la santé des forêts, qui conditionne la disponibilité de la ressource en bois. C'est pourquoi, le PNFB insiste sur la résilience des forêts, pour qu'elles continuent à assurer leurs fonctions, qu'elles soient environnementales comme économiques.

Le quatrième et dernier objectif consiste à trouver de nouveaux débouchés aux produits du bois et d'adapter la production à la demande. Le premier point est directement lié à la volonté d'augmenter l'exploitation des forêts. L'augmentation des volumes prélevés impose de trouver de nouveaux marchés, dans l'hypothèse où la filière actuelle ne serait pas en mesure d'absorber cet afflux de matière première. De plus, trouver de nouveaux débouchés pour les produits bois, serait un moyen de diversifier les activités économiques de la filière. Au-delà de trouver de nouveaux débouchés, se cache une volonté plus générale du gouvernement, qui vise à augmenter la consommation de bois, que ce soit pour la construction, l'industrie ou l'énergie. Enfin, comme il a été dit dans les parties précédentes, la filière forêt-bois fait face à un décalage entre l'offre et la demande en bois, que le gouvernement souhaite corriger via le PNFB. Pour ce faire, deux possibilités s'offrent à la filière : adapter l'industrie du bois pour quelle traite davantage de bois feuillus ou alors modifier les peuplements forestiers pour qu'ils produisent plus de résineux. Dans les deux cas, la filière nécessitera un fort soutien économique.

Pour atteindre ces objectifs, le PNFB se repose sur un plan d'action et plusieurs leviers, parmi lesquels on retrouve la prévention et la gestion des risques naturels, renforcer la recherche sur le changement climatique, encourager la consommation de bois ou encore rendre l'industrie du bois plus compétitive grâce à l'innovation. Cependant, les actions proposées par le PNFB restent assez vagues, du moins dans leur réalisation. C'est une critique qui peut revenir régulièrement concernant les programmes issus du gouvernement. Cependant, le PNFB, dans son déroulé, précise qu'il n'a pas à vocation à être exhaustif et que compte-tenu de la grande diversité du territoire et des forêts françaises, il est quasiment impossible de proposer des mesures qui puissent correspondre aux différents contextes, à une échelle plus locale. C'est pourquoi les PRFB ont été mis en place, avec une certaine marge de manœuvre, pour pouvoir adapter les orientations du PNFB aux contextes locaux. Ceci étant, un objectif majeur du plan d'action ressort : augmenter de 12 millions de m³ les volumes prélevés en forêt, à l'horizon 2026, puis de 0,8 millions de m³/an à partir de 2036. Mais encore une fois, la façon d'y parvenir reste floue, à l'image des financements évoqués pour soutenir la filière.

3. La politique forestière comme partie intégrante de politiques nationales de grande envergure

a. La forêt comme levier de la Stratégie Nationale Bas-Carbone (Ministère de la transition Ecologique et Solidaire, 2020)

Depuis maintenant plusieurs années, la France s'est engagée, à l'issue des différentes COP sur le climat et des exigences de l'Union européenne, dans des objectifs de réductions de ces émissions de gaz à effet de serre (GES). Des résultats encourageants ont pu être

constatés, comme la baisse d'environ 15% des émissions de GES entre 1990 et 1995. Cependant, la France n'est pas exemplaire pour autant. L'empreinte carbone des français a augmenté de 20% entre 1995 et 2018, en atteignant 749 MtCO₂eq, et le budget carbone alloué au pays, a été dépassé sur la période 2015-2018. Par conséquent, les efforts initiés doivent être poursuivis et renforcés. C'est dans cette optique que le gouvernement a élaboré, en 2015 puis révisé en 2019, la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) dont la finalité est la neutralité carbone à l'horizon 2050, c'est-à-dire 0 émission nette. La SNBC, dans sa composition, complète plusieurs politiques sur des questions climatiques et environnementales comme la Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse (SNMB) ou le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC). Elle fixe plusieurs leviers qui seront des éléments clef pour atteindre les objectifs de réduction des émissions. Enfin, la SNBC propose un scénario qui simule l'évolution des émissions et du stockage des GES, en fonctions des actions politiques qui vont être menées dans les décennies à venir. Ce scénario "AMS" est révisé régulièrement pour être le plus représentatif de l'avenir proche, mais n'a pas pour but d'être un outil prédictif, mais montre seulement des trajectoires possibles pour aider à la prise de décisions.

La forêt est présentée comme un des leviers majeurs de la SNBC. Les espaces forestiers et la filière forêt-bois constitue le levier principal pour stocker et séquestrer le carbone et donc compenser les émissions résiduelles des autres secteurs émetteurs de GES. La SNBC définit 3 orientations majeures à destination des forêts, dont la première est d'assurer la conservation et le renforcement des puits de carbone dans la filière forêt-bois et des peuplements face aux stress climatiques. En second lieu, la stratégie donne des objectifs de maximisation des effets de substitution et de stockage du carbone dans les produits du bois. Cette orientation reprend les objectifs du PNFB, dont une augmentation des prélèvements de bois de 12 millions de m³ pour 2026, tout en ajoutant une augmentation de la production de +0,8 millions de m³/an à partir de 2036. Enfin, la SNBC préconise un suivi et une évaluation de la mise en œuvre des différentes politiques climatiques afin de mettre en place un processus d'ajustement itératif pour garantir l'atteinte des objectifs.

b. L'utilisation de la biomasse forestière et la SNMB (Ministère chargé de l'agriculture et al., 2018)

La Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse (SNMB) concerne l'exploitation future de la biomasse qu'elle soit issue des filières agricoles ou forestières, et sa valorisation. La SNMB s'articule avec d'autres politiques comme la SNBC ou le PNFB avec qui elle partage les objectifs d'augmentation du stockage du carbone dans les produits du bois, l'intensification de l'exploitation des forêts et la dynamisation de la filière forêt-bois. À cela s'ajoute un objectif à portée énergétique, visant à donner une place plus importante à la biomasse dans le mix énergétique français.

Toujours dans l'optique d'atteindre les objectifs, la SNMB propose plusieurs moyens pour y parvenir. Tout d'abord, elle rappelle que des soutiens financiers, à destination des forestiers, existent. Pour en lister quelques-uns, il y a le Dispositif d'Encouragement Fiscal à l'Investissement en Forêt (DEFI Forêt), l'exonération totale ou partielle de la taxe sur le foncier

non-bâti (sous certaines conditions), des financements via le Fond Stratégique de la forêt et du bois à l'échelle nationale, ou au travers du FEADER au niveau européen. Ces aides s'inscrivent dans la volonté d'intensifier la production de bois, en incitant les propriétaires forestiers à gérer et à exploiter leurs biens.

Un travail prospectif est présenté au sein de la stratégie pour tenter de mettre en lumière les conditions pour dynamiser la filière forêt-bois. Plusieurs propositions resurgissent de cet exercice. Tout d'abord, pour maximiser l'exploitation forestière, en particulier les petites parcelles privées, la SNMB propose dans son scénario un engagement de tous les propriétaires forestiers à adopter une gestion sylvicole durable ou de céder leurs parcelles à des exploitants, d'ici 2035. Pour réduire l'écart entre l'offre et la demande en bois, un redressement du marché du bois d'œuvre est initié, en exploitant davantage la ressource en bois de feuillus. Et pour finir, un rappel sur la nécessité d'investir dans la filière forêt-bois est de nouveau mis en avant.

La SNMB conclut sur les forêts avec quelques recommandations qui reprennent ce qui a déjà pu être écrit dans le PNFB ou la SNBC, à savoir la lutte contre les risques climatiques, augmenter les prélèvements de bois et améliorer les connaissances techniques et scientifiques pour mieux exploiter la ressource sans compromettre l'environnement. Cependant, une opposition apparaît entre l'intensification de l'exploitation de la ressource et les enjeux environnementaux. Une baisse de biodiversité pourrait être observée, avec une détérioration des trames vertes et de certaines fonctions comme la filtration et la rétention d'eau. Mais la SNMB nuance ces conséquences en disant que les bénéfices en termes d'effet de substitution, de stockage de carbone et de diversification des habitats devraient suffire à compenser les éventuels effets néfastes. Une mise en garde apparaît aussi concernant le bois-énergie qui peut s'avérer tout aussi polluants que certaines sources d'énergie fossile si ça provenance et sa combustion sont mal maîtrisées.

c. Les forêts : un enjeu majeur pour la SNB (Ministère de la Transition Ecologique, 2022)

Avec les deux précédentes stratégies, la forêt est surtout abordée sous un angle productiviste, soit pour l'exploitation de ses ressources, soit pour compenser les émissions de GES d'autres secteurs économiques. Dans la Stratégie Nationale pour la Biodiversité (SNB), l'approche est différente, puisque cette fois-ci, ce sont les écosystèmes, dont les écosystèmes forestiers, qui sont le cœur du sujet et non pas l'homme et ses activités, bien qu'ils soient pris en considération. La première version de la SNB date de 2004 et résulte d'une obligation internationale ratifiée par la France lors de la convention sur la biodiversité biologique de Rio, en 1992. Aujourd'hui, la SNB en est à sa troisième version et prend en compte de nouvelles recommandations internationales issues de la COP15 de Montréal, qui s'est déroulée en 2021. Les objectifs de cette stratégie sont simples : protéger et restaurer les écosystèmes ; lutter contre les pressions anthropiques, biotiques et abiotiques ; apprendre à palier activités humaines avec la nature ; stopper ou inverser le déclin de la biodiversité.

Actuellement, la situation dans le monde est critique pour la biodiversité. C'est 4/5 des habitats et ¾ des espèces dites d'intérêt communautaires qui sont dans un état de conservation défavorable. La situation en France n'est pas meilleure. D'après l'UICN, ce sont 2300 espèces qui sont menacées sur 12500 évaluées. Or, la France est le 6e pays avec la plus grande richesse en termes de biodiversité, richesse qui est principalement concentrée dans les territoires d'Outre-Mer. La France est aussi traversée par deux hotspots de biodiversité : celui du bassin méditerranéen et celui des îles des caraïbes. Ce mauvais résultat s'explique en

Les 5 grands types de pressions humaines sur la biodiversité

- ① Le changement d'usage des terres et des mers
- ② Les pollutions
- ③ La surexploitation des ressources naturelles
- ④ Le dérèglement climatique
- ⑤ L'introduction d'organismes ou d'agents pathogènes invasifs

grande partie par les pressions humaines exercées sur l'environnement. Il en résulte un appauvrissement de la diversité des écosystèmes, un effondrement des populations animales, végétales et fongiques, une perte de services écosystémiques et une diminution des capacités de résilience des écosystèmes.

Pour lutter contre les menaces sur la biodiversité, la SNB s'appuie sur des actions législatives et réglementaires. Des actions fiscales sont aussi en réflexion pour encourager les bons comportements, ou au contraire punir les mauvais. Dans cette continuité, des subventions pourraient être allouées à des activités respectueuses de l'environnement. Comme pour les politiques précédentes, un accent est mis sur la recherche et l'innovation. Enfin, la sensibilisation de la population et des acteurs politiques et économiques prend une part importante et constitue un des leviers principaux de la SNB.

La forêt prend une place importante dans la SNB, en tant qu'écosystème à part entière. Plusieurs propositions de mesures concernent la protection des espaces forestiers et plus particulièrement les forêts primaires et subnaturelles. Le renforcement de la protection des forêts primaires ne devrait pas avoir d'impacts sur les forêts de métropole, l'essentiel des forêts primaires de France se trouvant en Guyane ou dans les caraïbes. Cependant, il subsiste un flou concernant les forêts subnaturelles dont la définition n'est pas encore définitivement arrêtée par le ministère de la transition écologique. Mais ce terme pourrait concerner des forêts qui ont été peu exploitées, ou alors durant une période de temps suffisamment lointaine, ce qui pourrait alors inclure des massifs métropolitains. Hormis le statut de protection, d'autres aspects sont abordés concernant les forêts, notamment la question des financements des projets de biodiversité, le suivi des écosystèmes forestiers ou les processus d'encouragement à la protection de la biodiversité. Cependant, la SNB semble rester en retrait sur la question des forêts, probablement pour ne pas empiéter sur le PNFB et les recommandations du ministère en charge de l'agriculture.

Exemples de mesures proposées par la SNB concernant les forêts

- D'ici 2030, améliorer la protection des forêts primaires et subnaturelles
- Publier un plan national d'action vieux "bois et forêts subnaturelles"
- Mettre en place un observatoire national des forêts
- Lancer un plan interministériel pour la protection des sols forestiers
- Développer les paiements pour services écosystémiques, l'éco-conditionnalité, ...
- Prise en compte des forêts dans le PNACC
- Optimiser l'articulation des financements à l'échelle régionale

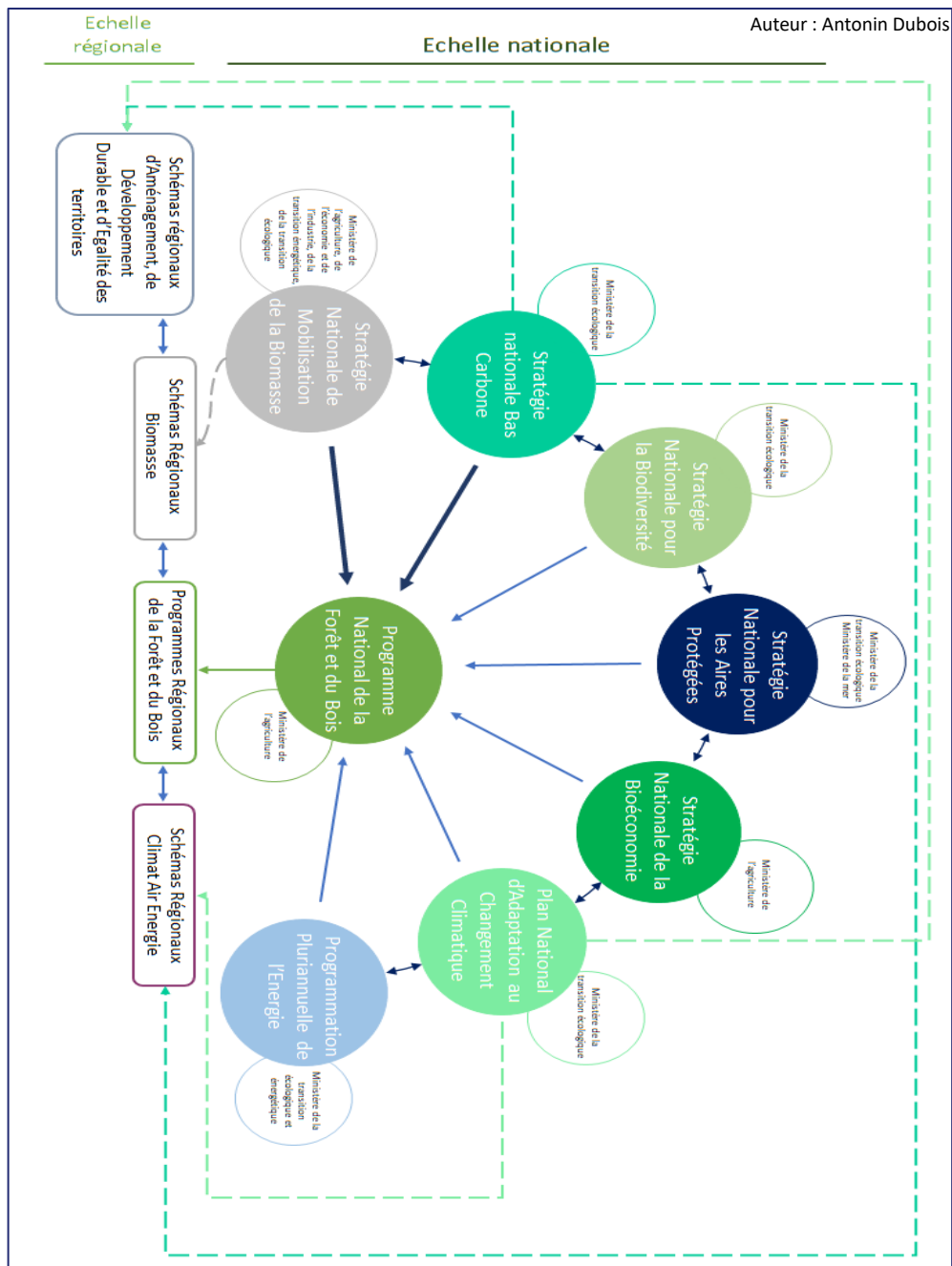


Figure 22 : La politique forestière étendue

4. Les assises de la forêt et du bois : la concrétisation du PNFB (Gouvernement, 2022)

En octobre 2021 sont lancées les Assises de la forêt et du bois, sous la présidence du ministre de l'agriculture, de la ministre déléguée chargée du logement, du ministre délégué chargé de l'industrie et de la secrétaire d'Etat chargée de la biodiversité. Cet événement, qui s'est clôturé en mars 2022, avait pour but de réunir différents acteurs de la filière forêt-bois pour, d'une part nourrir les réflexions sur l'avenir de la forêt française face aux défis climatiques, économiques et sociétaux. Et d'autre part, se mettre d'accord sur des mesures concrètes à appliquer pour la filière forêt-bois. Il faut préciser que ces assises n'avaient pas pour but de contester ou modifier le PNFB, mais bien de s'inscrire dans sa continuité pour proposer des actions concrètes. Au total, les assises ont réuni 480 participants, réparties en 4 groupes de travail, portant chacun sur une thématique ou un "pilier", pour reprendre le terme employé. Chaque groupe de travail se réunissait ponctuellement pour échanger sur leur thématique et proposer des mesures. Il en résulta de ses assises, un ensemble de mesures approuvées, dont une partie est détaillée ci-dessous :



Pilier 1 : Mesures pour relever le défi de la connaissance pour dresser un état détaillé de la forêt, suivre et anticiper ses évolutions, et accompagner les propriétaires forestiers dans leurs choix face au changement climatique

- Mise en place du Programme d'équipement prioritaire de recherche (PEPR) sur la forêt, piloté par l'INRAE et le CIRAD
- Consolidation de l'inventaire forestier de l'IGN avec les Nouvelles technologies (Lidar, IA, ...)
- Lancement de l'observatoire de la forêt au sein de l'IGN, courant 2023
- Actualisation, cartographie et simulation du risque incendie
- Création d'une commission scientifique chargée d'émettre des recommandations sur les essences d'avenir dans le contexte du changement climatique
- Renforcement de la recherche et de la sélection de peuplements d'avenir (1,3M€/an)
- Déploiement de 5M€ supplémentaires via France Relance/France 2030 pour les pépiniéristes forestiers et entreprises de reboisement



Pilier 2 : Poursuivre et pérenniser les financements dédiés au renouvellement de forêts plus résilientes et riches en biodiversité

- Renforcement des exigences en termes de diversification des essences : au-delà de 4ha, les demandeurs de l'aide France 2023 devront obligatoirement inclure plusieurs essences dans leurs projets de renouvellement
- Bonification du taux d'aide pour les parcelles certifiées FSC ou PEFC
- Lancement d'un plan d'action "sols forestiers" dans le cadre de France 2030
- D'ici 2023, doublement des méthodes forestières approuvées
- En juin 2022, appel à projets pour soutenir financièrement la rédaction de Nouvelles méthodes sur les sylvicultures résilientes ou adaptées aux aires protégées (budget : 500 k€)
- Simplification et clarification des règles du label bas-carbone et décentralisation de l'instruction via les DREAL
- En 2022, 78M€ supplémentaires de France Relance pour le renouvellement forestier
- En septembre 2022, France 2030 a pris le relais de France Relance avec 200M€ supplémentaires
- A partir de 2024, 100 à 150M€ dédiés chaque année au renouvellement forestier
- Prolongement des mesures fiscales DEFI pour encourager la gestion active des forêts



Pilier 3 : Investir massivement pour assurer l'innovation et la compétitivité de la filière forêt-bois

- Appel à projets "industrialisation des produits et systèmes constructifs bois et biosourcés" avec un budget de **180M€**
- Appel à projets "Biomasse Chaleur pour l'industrie du bois" avec une dotation de 200M€
- Dispositif pour accélérer la numérisation, augmenter la sécurité et réduire la pénibilité pour les entreprises de travaux forestiers (**20M€**)
- Bonification des taux d'aides publiques France 2030
- Mission expérimentale d'appui à la filière pour identifier les solutions permettant de développer la contractualisation
- Mission expérimentale d'appui à la filière pour l'observation des marchés du bois



Pilier 4 : Expérimenter de nouvelles formes de dialogue national et territorial pour la conduite des politiques forestières et pérenniser les assises

- Développer les interactions et les concertations citoyennes sur la forêt de leur territoire
- Sensibiliser massivement dès le plus jeune âge aux enjeux de la forêt et ses bénéfices
- Améliorer le dialogue entre forestiers et chasseurs avec la mise en place d'un comité technique national de l'équilibre forêt gibier

Les Assises de la forêt et du bois ont permis d'avoir une vision plus claire des actions qui vont être menées au travers du PNFB, et surtout une idée plus précise des financements à destination de la filière forêt-bois. Au total, tout financement confondu, entre 1,1 et 1,4 milliard d'euros seront investis entre 2021 et 2030. Maintenant, il ne reste plus qu'à voir si les objectifs seront bien remplis. Mais pour cela, il faudra déjà attendre 2026, date à laquelle l'actuel PNFB prendra fin, pour dresser un premier bilan. Mais quoi qu'il en soit et peu importe les différentes volontés politiques, qu'elles soient tournées vers une exploitation plus intensive des forêts ou plutôt vers des efforts de protections de l'environnement, il y a un réel besoin de se projeter à l'avenir, notamment dans le contexte actuel, c'est pourquoi depuis quelques années, des travaux prospectifs ont vu le jour.

II. LA FORÊT FRANÇAISE A L'AVENIR : perspectives d'évolutions face au changement climatique

1) Première approche : des scénarios tendanciels à paramètres climatiques constants

Une première partie de l'analyse prospective des forêts s'est basé sur l'étude de scénarii dit « à paramètres climatiques constants », c'est-à-dire qui ne prennent pas directement en compte le changement climatique dans les simulations. Ces scénarii sont à l'heure actuelle majoritaire, avec des horizons d'études fixés à 2050 maximum. L'hypothèse qui justifie la pertinence de ces scénarios pour des prospections sur quelques décennies, est souvent que la modification des paramètres climatiques ne devrait pas être suffisamment impactante pour induire des changements significatifs sur les forêts et les prélèvements de bois aux horizons fixés. Les différentes études et scénarios sélectionnés sont présentés par la suite.

1. Présentation des scénarios retenus

a. **IGN-FCBA** : Une étude prospective de disponibilité de la ressource en bois à l'horizon 2035 (Colin A. et Thivolle-Cazat A., 2016)

La France, conformément aux orientations du Programme National de la Forêt et du Bois, semble se diriger vers une exploitation plus intensive des forêts métropolitaines. C'est dans ce contexte que l'IGN, en collaboration avec l'ADEME et le FCBA, a lancé une étude prospective sur la disponibilité de la ressource en bois, à l'horizon 2035. Cette étude à deux objectifs principaux : fournir des projections possibles de volumes de bois disponibles à l'horizon 2035 et servir d'outil d'aide à la décision pour les politiques en liens avec la forêt. L'étude fournie aussi des tendances sur l'évolution du puits de carbone forestier.

La disponibilité de la ressource est calculée à partir des données de l'Inventaire Forestier National (IFN), qui recense les arbres sur pied en France et y associe plusieurs données comme l'âge, le diamètre du tronc, la hauteur, etc. De cette disponibilité dites "brut", il est déduit les volumes de bois inexploitable, soit pour des raisons techniques (souvent pour cause d'inaccessibilité de la ressource) ou des raisons économiques (exploitation peu rentable). Une fois la déduction faite, les volumes de bois restant constitue la disponibilité "technique-économique", dans laquelle s'effectue les prélèvements en fonction de l'offre et de la demande. Les volumes prélevés estimés sont ensuite répartis selon les différents usages du bois.

L'étude définit deux scénarios qui vont faire varier les paramètres utilisés dans les calculs. Un premier scénario, appelé "Scénario sylviculture constante", se base sur les prélèvements, à la date de l'étude, et simule donc le maintien des pratiques observées. Le second scénario, le "scénario gestion dynamique progressif", simule une gestion plus active des peuplements forestiers de manière à en accroître progressivement l'exploitation, en augmentant le taux de coupe.

Pour les deux scénarios de l'étude, la variable de commande, autrement dit la variable de départ qui va conditionner les résultats, est le taux de coupe. Ce taux est calculé en faisant le rapport entre le nombre d'arbres coupés sur une période de 5 ans et le nombre initial d'arbre vivant sur pied. En faisant varier ce taux en fonction du scénario, l'étude est en mesure de proposer in-fine des volumes de bois prélevés, réparties ensuite en fonction des usages par la filière forêt-bois.

Ce scénario est intéressant pour une première approche, mais ne contient aucune prise en compte, du moins dans les estimations, du changement climatique. Et le fait qu'il soit antérieur aux scénarios qui vont être présenté par la suite, peut induire qu'il soit moins précis ou moins en adéquation avec des tendances plus récentes.

b. **BiCaFF** : Un modèle de projection de la séquestration carbone à l'horizon 2040 (Valade A. et al., 2017)

Le modèle BiCaFF, projet cofinancé par l'ADEME, permet d'obtenir, comme pour l'étude précédente, des projections sur des volumes exploités, la production de produits bois et sur le stockage du carbone, mais à l'horizon 2040. Cependant, le projet BiCaFF se concentre principalement sur le stockage du carbone et la contribution des espaces forestiers à atténuer les effets du changement climatique. L'étude a pour finalité de fournir une évaluation de plusieurs stratégies de gestion forestière et de répartitions des volumes prélevés dans les produits du bois, pour en comparer les bénéfices au regard de la séquestration du carbone.

Le modèle BiCaFF définit quatre catégories de forêts : les forêts inexploitées, les forêts surmatures, les forêts en surdensité et les forêts activement gérées. Les forêts inexploitées sont totalement exclues des projections, l'étude posant l'hypothèse qu'aucun prélèvement ne pourra se faire dans ce type de forêt à l'avenir. Quant aux autres catégories, elles vont servir de base pour cinq scénarios proposés par l'étude, qui vont simuler différentes intensités de mobilisations par catégorie.

Présentation des scénarios

Scénario 1 : Simulation de référence

- Hypothèse d'une continuité par rapport à aujourd'hui
- Pas de changement dans la filière forêt-bois

Scénario 2 : Mobilisation accrue des forêts activement gérées

- Augmentation des prélèvements dans les forêts activement gérées
- Augmentation du nombre de coupes en réduisant progressivement le diamètre de coupe, de -1cm à -10cm selon les simulations du scénario

Variable de commande : diamètres de coupe

Scénario 3 : Mobilisation accrue des forêts surmatures

- Réaliser des coupes dans des forêts peu gérées ou abandonnées
- Augmentation progressive de la surface mobilisée en forêt sur-mature, de 10% à 100% selon les simulations du scénario

Variable de commande : Taux de mobilisation en surface

Scénario 4 : Mobilisation accrue des forêts en surdensité

- Réalisation de coupes d'éclaircissement dans des parcelles qui n'en faisait pas l'objet
- Augmentation progressive de la surface mobilisée en forêt en surdensité, de 10% à 100% selon les simulations du scénario

Variable de commande : Taux de mobilisation en surface

Scénario 5 : Mobilisation accrue de toutes les forêts

- Regroupement des 3 scénarios précédents

Le modèle BiCaFF adopte une approche originale dans ses scénarios en choisissant d'agir sur l'exploitation plus ou moins intense de certains types spécifiques de forêts. Cette approche fait écho au problème de non-exploitation de certains peuplements alors qu'ils ne font pas l'objet de contraintes techniques particulières. Cependant, l'étude ne se base que sur des peuplements purs et ne prend pas directement en compte le réchauffement climatique (Description plus détaillée du modèle en annexe 4).

c. **AMS** : Un scénario issu de la Stratégie Nationale Bas-Carbone, pour l'horizon 2050 (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2020)

Le gouvernement français a pour obligation de réaliser des scénarios d'émissions et de bilan carbone pour respecter ses engagements auprès de l'Union Européenne, des Nations Unis et de l'Agence Internationale pour l'Energie. C'est un devoir de transparence auquel le pays doit se plier pour évaluer ses émissions et sa lutte contre le changement climatique. D'autre part, les scénarios prospectifs ont aussi pour but de fournir une aide à la décision pour les politiques et servent de références pour les différents programmes du gouvernement (Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires & Ministère de la Transition énergétique, 2021). C'est le cas du scénario AMS utilisé dans la SNBC.

Ce scénario général prend en compte les mesures politiques actuelles et en ajoute de nouvelles, de sorte que la France atteigne la neutralité carbone en 2050. Plusieurs objectifs énergétiques et climatiques intermédiaires sont intégrés au scénario, aux horizons 2025 et 2030. Par exemple, le scénario tient compte de l'objectif de réduction de 40% des émissions de GES en 2030, par rapport à 1990. Par conséquent, le scénario AMS ne porte pas uniquement sur les forêts, mais sur tous les secteurs économiques et en dresse le bilan carbone. Pour que le scénario reste le plus pertinent possible, il est prévu de le réviser tous les 5 ans pour y apporter des ajustements et y intégrer de nouvelles données basées sur les tendances observées. Cependant, le scénario AMS n'a pas de but prédictif. Certains événements sont imprévisibles, en particulier les événements climatiques et les catastrophes naturelles. De plus, il est orienté par des volontés politiques qui vont influencer certaines trajectoires. Ainsi, Il est conçu pour ne refléter qu'un avenir possible.

d. **NégaWatt** : Un scénario énergétique et de production de matériaux à l'horizon 2050 (Association NégaWatt, 2022)

Le scénario NégaWatt est un scénario réalisé par un collectif d'expert réunis par l'association NégaWatt. Il a pour vocation de projeter, à l'horizon 2050, l'évolution de la consommation d'énergie et les besoins en matériaux de la France. Le scénario prend un ensemble de parti pris. Tout d'abord, il prend comme point de départ le contexte actuel, avec des données actuelles, puis fait tendre ces données vers un objectif plus durable en suivant des tendances définies à l'avance (basé sur les politiques de neutralité carbone et de sobriété énergétique), dans un horizon le plus proche possible. Ensuite, les évolutions présentées sont induites par des mesures considérées comme raisonnables et soutenable de maîtrise de la consommation et de développement des énergies renouvelables. Enfin, le scénario suppose malgré tout de l'investissement de la part des politiques et un engagement fort des citoyens.

Concernant les forêts, le scénario va se poser la question de la meilleure stratégie de gestion pour limiter l'exposition des exploitations forestières aux événements extrêmes. Deux stratégies opposées ressortent : l'extensification et l'intensification. Etant donné qu'il est actuellement difficile de trancher entre l'une ou l'autre, le scénario fait le choix de se situer entre les deux, en penchant légèrement du côté de l'extensification, au premier abord. En effet le scénario considère qu'il y a d'avantages de bénéfices sociaux et environnementaux associés à cette stratégie de gestion à long terme. Cependant, une mise en garde est formulée concernant ce choix. D'une part l'extensification serait surtout efficace sur le "court terme" (<30 ans) concernant la séquestration du carbone et la production de biomasse, tandis que l'intensification aurait des résultats plus intéressants, mais sur le long terme (>30 ans). De plus, les stratégies ne doivent pas trop se reposer sur la capacité des forêts à séquestrer le carbone, car avec l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes à prévoir, elle deviendrait trop incertaine.

A l'image du scénario AMS, le scénario Négawatt est assez transversal et s'applique à plusieurs secteurs économiques. Mais il n'a pas la complexité ou de dimension aussi technique que les deux premières études qui reposent principalement sur des modèles prospectifs. Le scénario Négawatt, bien qu'il prenne certaine liberté et explore ses propres pistes – en prenant comme variable de commande, des objectifs de volumes de bois à prélever en fonction des différents usages – repose en partie sur des études existantes, comme celles de l'IGN ou de l'ADEME.

e. **Afterres2050** : Un scénario porté sur l'agriculture, l'alimentation et la biomasse à l'horizon 2050 (Association Solagro et al., 2016)

Le scénario Afterres2050 est une étude prospective, réalisé en 2015 et actuellement en cours de révision, portant principalement sur la production alimentaire et la production de ressources autres liées à l'agriculture et à la foresterie, à l'horizon 2050. L'étude se décline en deux scénarios, l'un reposant sur la mixité des acteurs impliqués dans la production de biomasse, un autre se focalisant sur l'intensité et le type de productions.

Présentation des scénarios

- **Scénario participatif** : Intégration de plusieurs acteurs dans les projets (conseil scientifique, élus, agriculteurs, forestiers, agents territoriaux, ...)
- **Scénario d'orientation de la production et ses quatre déclinaisons** :
 - **SAB** (Santé, Alimentation, Biodiversité) : scénario qui impose une production 100% "bio", avec un accent sur les enjeux environnementaux
 - **REP** (Résilience et production) : scénario avec une orientation productiviste
 - **Afterres** : scénario médiant, qui constitue un compromis entre les deux précédents scénarios
 - **Tendanciel** : scénario qui suit les tendances d'exploitations et de consommations actuelles

D'un point de vue méthodologique, l'étude Afterres2050 part d'un modèle de quantification des flux de matières, de la source jusqu'à la consommation, en prenant dans le cas des forêts, le taux de prélèvement de l'accroissement naturel comme variable de commande. Ensuite la méthode est décrite comme "ascendante". C'est-à-dire que les flux

sont décomposés en fonction des différentes productions qui composent les secteurs de l'agriculture et de la foresterie. Les scénarios prennent ensuite forme par agrégation d'informations concernant les différentes productions et leur consommation, pour obtenir des résultats à l'échelle nationale. Afterres2050, est articulé avec le scénario NégaWatt, avec qui il partage certaines sources et résultats.

f. **IGN-INRAE** : Une étude prospective multi-modèle, à l'horizon 2050 (Roux A. et al., 2020)

L'étude qui va être décrite ici, est une version révisée d'une étude réalisée par l'IGN et l'INRAE en 2017. Au regard des autres scénarios et études développées précédemment, cette dernière est la plus complète en termes de bilan carbone, de production de biomasse et de prise en compte du changement climatique dans les estimations. Cette étude prospective parvient à simuler, au travers de trois scénarios (détails en annexe 5), des tendances de prélèvements de bois, de répartition des volumes au sein de la filière forêt-bois, le tout en évaluant le bilan carbone de la filière. Une première projection est faite sans prise en compte du changement climatique, en utilisant le modèle MARGOT développé par l'IGN, pour simuler la production de biomasse forestière, et le modèle FFSM développé par AgroParisTech, pour modéliser la filière forêt-bois et la consommation de bois. Une seconde projection intègre cette fois-ci le changement climatique, en combinant les deux précédents modèles au modèle GO+ de l'INRAE, permettant d'intégrer des paramètres biophysiques aux scénarios de l'étude.

Présentation des scénarios

Scénario 1 : Extensification

- Allègement des prélèvements
- Gestion passive notamment face au changement climatique
- Les sylvicultures se veulent plus ressemblantes à la nature
- Pas de renouvellement de la filière forêt-bois
- Stockage rapide du carbone
- Sensibilité accrue face aux risques naturels et au changement climatique

Variable de commande : Volume prélevé

Scénario 2 : Dynamiques territoriales

- Maintient des prélèvements au niveau actuel
- Gestion active seulement après des crises importantes
- Légère augmentation de la collecte mais très inégale spatialement
- Augmentation forte des usages du Bois-Energie
- Sensibilité face aux risques naturels et au changement climatique

Variable de commande : Taux de prélèvement de l'accroissement naturel

Scénario 3 : Intensification

- Augmentation des prélèvements
- Gestion proactive des forêts
- Dynamisation de la filière forêt-bois
- Freinage du stockage du carbone dans les écosystèmes
- Sensibilité modérée face aux risques naturels et au changement climatique
- Augmentation forte des usages du Bois-Energie
- Plan de reboisement pour compenser la hausse des prélèvements

Variable de commande : Taux de prélèvement de l'accroissement naturel

Les auteurs précisent que les scénarios proposés ont pour but de nourrir les réflexions concernant l'évolution possible de la filière forêt-bois et du stockage du carbone, dans un contexte de changement climatique. De plus, cette étude peut être considérée comme un premier exercice prenant vraiment en compte le changement climatique dans ses simulations. Par conséquent, elle constitue une première approche encore imparfaite, notamment en raison de la grande incertitude inhérente aux modifications des paramètres climatiques et des conséquences qu'elles peuvent entraîner.

2. Comparaison des différents scénarios

Une fois les scénarios sélectionnés, il s'en est suivi un travail de comparaison afin d'identifier d'éventuelle tendance. La méthodologie appliquée est la suivante : d'abord une sélection des indicateurs à comparer entre chaque scénario¹³, une extraction des données associées, une homogénéisation des données extraites – elles n'étaient pas toutes sous la même forme ou avec la même unité d'un scénario à l'autre – puis un classement des scénarios selon leur philosophie (extensive, intermédiaire ou intensive), basée sur le taux de prélèvement de l'accroissement naturel des forêts

Volume de bois en forêt et dans la filière forêt-bois¹⁴

Cette partie se consacre à la comparaison entre tous les scénarii, classés selon l'intensité de la gestion choisie. Le classement se base sur le taux de prélèvements de telle sorte que les scénarii qui ont un taux inférieur à 50% sont considérés comme extensif, ceux dont le taux est compris entre 50 et 70% sont qualifiés d'intermédiaire et les scénarii qui ont un taux supérieur ou égal à 70% sont considérés comme intensifs.

Pour l'ensemble des scénarios, le taux de prélèvement est compris entre 39 et 75% (Figure 23), ce qui n'est pas aberrant, sachant que le taux actuel est d'environ 50%. De plus les différents taux sont cohérent avec la philosophie de chaque scénario, par conséquent ces résultats rassurent sur la pertinence des différentes études. A partir de la répartition choisie, il apparaît que les scénarios extrêmes sont assez peu représentés (1/3 des scénarios présentés) et correspondent à des partis-pris forts : limiter ou augmenter fortement l'exploitation des forêts. Les autres scénarii présentent des taux intermédiaires qui varient de 50 à 65% (Figure 23). Parmi ces scénarii, deux catégories se distinguent : les scénarios "tendanciels" qui suivent les tendances actuelles et les scénarios médians qui vont volontairement se situer à mi-chemin de scénarios extrêmes existants (c'est le cas pour Afterres2050). Concernant le modèle BiCaFF, l'analyse est plus complexe puisque chacun des scénarios se place dans une volonté d'intensification de l'exploitation, mais uniquement sur des espaces forestiers spécifiques ou des classes d'arbres en particulier. On se retrouve donc avec des gestions plus ou moins intensives, mais qui ne concerne pas toute la forêt française.

¹³ Les indicateurs sélectionnés sont : le taux de prélèvement de l'accroissement naturel, le stock de bois sur pied, les volumes de bois dans la filière selon les usages, le stockage du carbone

¹⁴ Les détails des résultats par scénarii sont donnés en annexe 7

C'est pourquoi et au regard des résultats obtenus par le modèle, ses scénarios sont considérés comme intermédiaires.

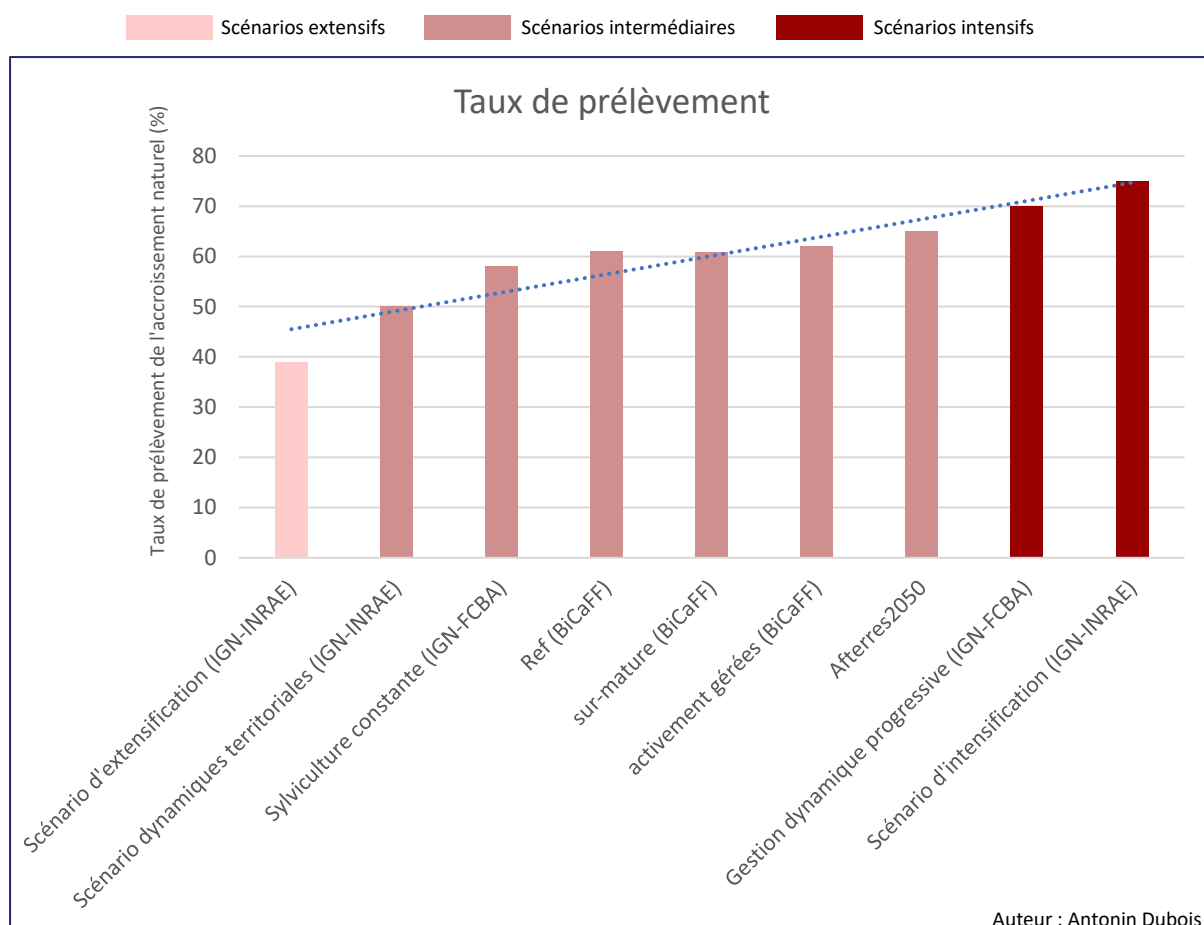


Figure 23 : Taux de prélèvement par scénarios en 2050

Le stock de bois sur pied suit globalement une tendance inverse au taux de prélèvements ce qui paraît évident puisque plus le scénario est intensif, plus on prélève de bois, donc moins le stock de bois sur pied croît vite (Figure 24). Ainsi l'intensification des prélèvements induirait un ralentissement de l'accroissement du stock, mais pas une diminution, puisque tous les volumes issus des scénarios sont supérieurs au stock actuel qui est d'environ 2800 Mm³ (IGN, 2022). De plus, jusqu'à l'horizon 2050, la forêt française devrait encore se trouver dans une dynamique de croissance, ce qui renforce l'hypothèse d'un stock croissant pour les décennies à venir. Cependant, cette tendance n'est pas exactement inversement proportionnelle au taux de prélèvement. En effet, on constate que les stocks de bois vivant sur pied, sont de nouveaux élevés – plus élevés que pour les scénarios intermédiaires – pour les scénarios les plus intensifs. Ce résultat peu paraître surprenant et contre-intuitif puisque les scénarios intensifs prélèvent le plus de bois. Deux explications à ce phénomène ont été identifiées :

- La première est liée aux hypothèses des scénarios. Dans le cas de l'étude IGN-INRAE, le choix a été fait d'introduire un plan de reboisement dans le scénario intensif pour rehausser le stock de bois en forêt.

- La seconde explication vient directement de l'intensification des prélèvements. En effet, la hausse des prélèvements va contribuer à réduire la densité des peuplements et donc la compétition entre les plants d'arbre. La croissance des plants restant va donc être facilitée et les arbres vont pouvoir gagner en volume plus rapidement. Ce phénomène porte un nom : c'est l'effet densité-dépendance.

Mais au final, c'est le scénario d'extensification qui contribue le plus à l'accroissement du stock forestier.

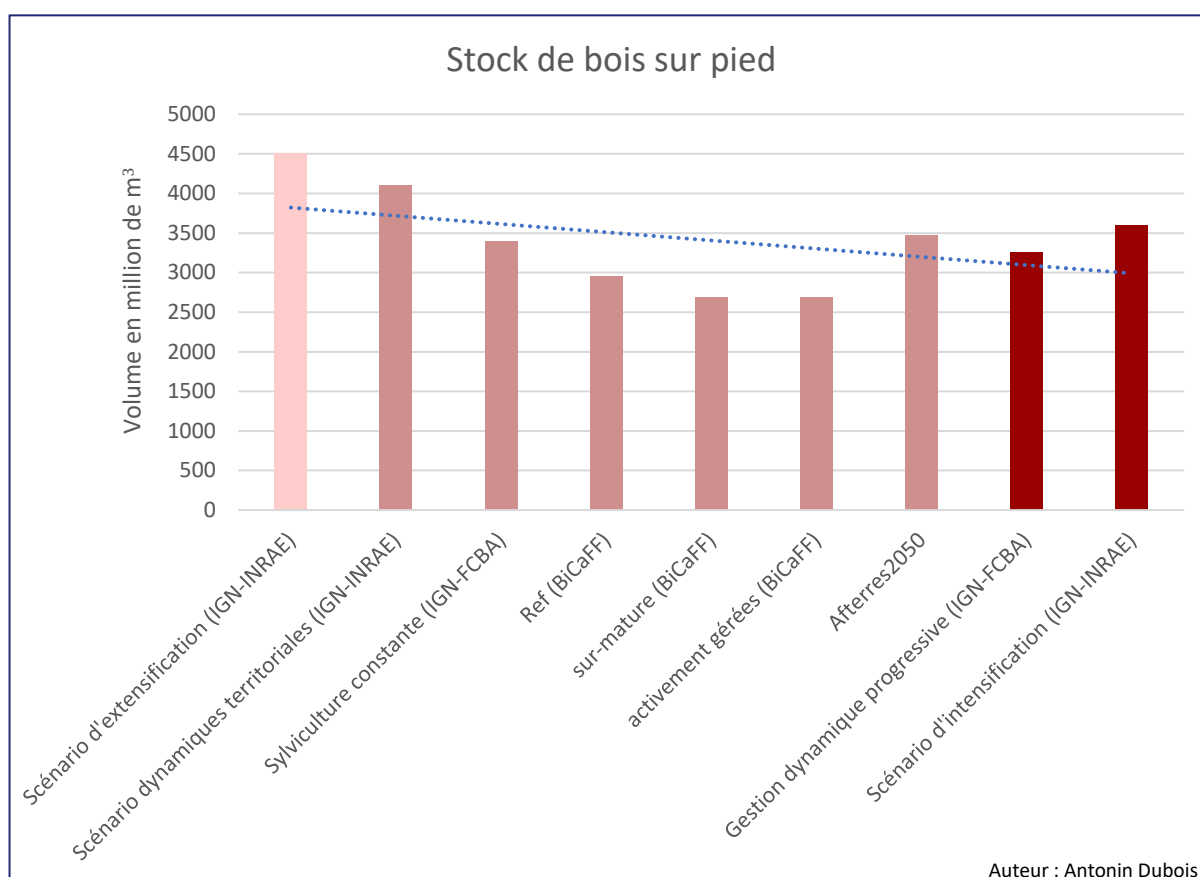


Figure 24 : Stock de bois sur pied par scénario

Concernant les volumes de bois à l'aval de la filière forêt-bois, les différents scénarii oscillent entre 42 et 81 Mm³/an de bois répartis dans les différents usages (Figure 25). C'est le scénario Afterres2050 qui va proposer le plus gros volume avec un écart de 7,4% par rapport au scénario d'intensification. Ce chiffre, surprenant pour un scénario classé comme intermédiaire, s'explique par une estimation optimiste de la production biologique, de l'ordre de 140 Mm³/an – la production biologique actuelle est estimée à 87,8 Mm³/an (IGN, 2022) –, qui permet de dépasser en volume les scénarii avec des taux de prélèvement supérieurs. Les parts attribuées aux différents usages du bois sont plutôt variables d'un scénario à l'autre, plus précisément d'une étude à l'autre. Afterres2050 et Négawatt partent de l'hypothèse que les usages énergétiques du bois vont potentiellement augmenter et que les déchets et co-produits du bois seront mieux valorisés en BE. Par conséquent, ces deux scénarios estiment respectivement à 43,2% et 45,6% la part de bois destiné au BE contre 38% pour les scénarios

IGN-INRAE. A l'inverse, les scénarios de l'étude IGN-FCBA misent plutôt sur le BO qui représente alors près de 50% des volumes de bois utilisés. Les différentes politiques nationales (PNFB, SNBC, ...) sont favorables à une augmentation de l'utilisation du BO notamment dans le secteur de la construction (pour des effets de substitution) ce qui pourrait induire une hausse de la demande et donc de la production qui explique en partie la répartition des usages dans l'étude IGN-FCBA. Cependant, ce parti-pris paraît peu réaliste si l'on tient compte d'un ralentissement du nombre de constructions nouvelles, corrélé à un ralentissement de la croissance démographique, dans les décennies à venir.

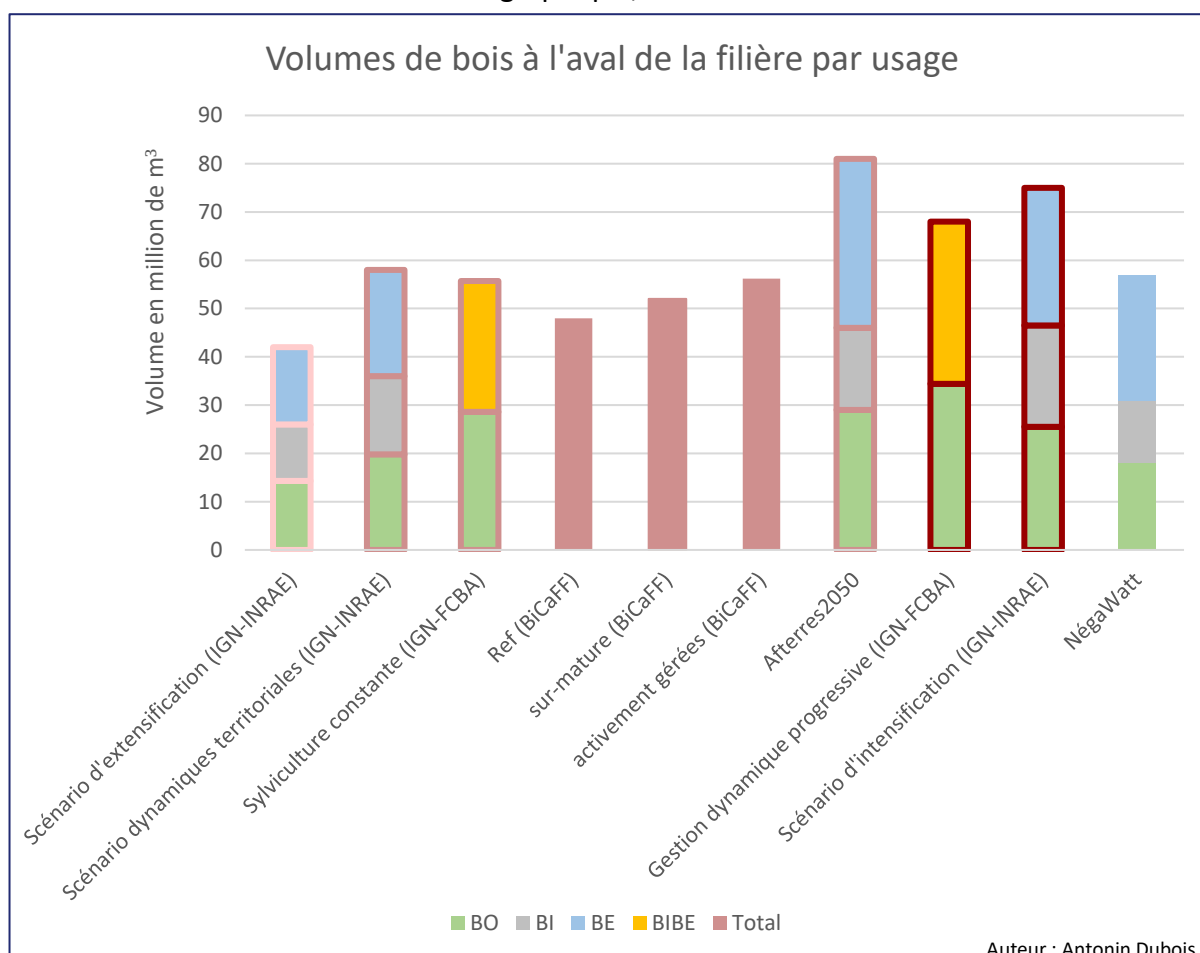


Figure 25 : Volume de bois à l'aval de la filière par scénario et par usage

Bilan carbone de la filière forêt-bois¹⁵

La mise en relief des différents scénarii montre une forte disparité entre les scénarios issus des études de l'IGN et les autres. En effet, les scénarii de l'étude IGN-INRAE ont un bilan carbone compris entre 135 et 170 MtCO₂eq/an soit une différence d'au minimum 60% avec le scénario AMS de la SNBC2 qui présente un bilan du même ordre de grandeur que ceux provenant du modèle BiCaFF (Figure 26). Plusieurs hypothèses peuvent être émises pour expliquer ces différences :

¹⁵ Les détails des résultats par scénarii sont donnés en annexe 8

- La première explication peut provenir de ce qui est réellement pris en compte par les différentes études. Est-ce qu'il s'agit d'un stockage net ou bien d'un stockage brut, sans déduction de potentiels rejets liés aux activités de la filière ou à des événements extrêmes ? A priori, les scénarios IGN-INRAE correspondent à la seconde option.
- Un autre point qui pose question est la distinction entre stockage et séquestration. Les différents scénarios utilisent les deux termes sans pour autant réellement les définir. Par conséquent, est-ce qu'on compare la même chose ?
- L'incertitude sur les flux de carbone contribue à la variabilité des résultats, d'autant plus si elle est cumulée aux incertitudes liées aux méthodes de calculs. L'incertitude ne suffit pas à justifier les écarts entre scénarios mais y contribue sûrement.
- Les choix faits dans chaque étude, notamment concernant les coefficients pour calculer le stockage de carbone dans les produits du bois ou les effets de substitutions, peuvent varier d'une étude à l'autre, et induire des différences.

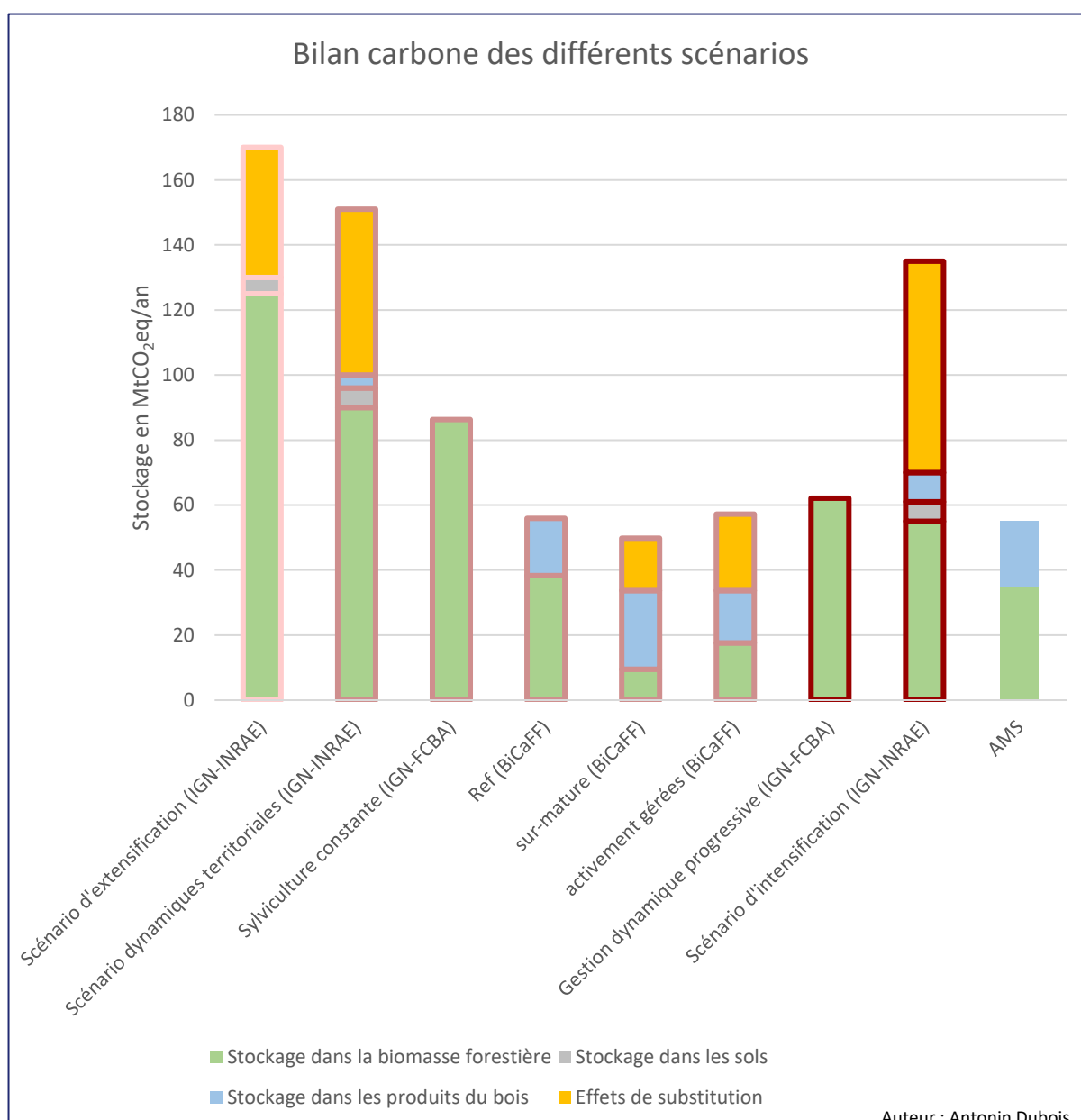


Figure 26 : Bilan carbone des différents scénarios

Il est difficile d'avoir une vision claire de l'évolution des volumes en forêt et prélevés, il en va de même pour le stockage et la séquestration du carbone. La variabilité des scénarii et des acteurs qui les soutiennent ne facilite pas la tâche. Chaque scénario se distingue par ses hypothèses et ses résultats, avec des différences parfois importantes. Il est donc difficile de dire lequel est le plus pertinent, le plus sérieux ou le plus réaliste d'autant plus que chaque étude précise que les scénarios présentés ne représentent qu'une possibilité et non pas de buts prédictifs. Cependant, il s'avère que le scénario extensif, de l'étude IGN-INRAE, est toujours le plus favorable avec un taux de prélèvement minimum, un stock de bois sur pied qui atteint les 4,5 milliards de m³, un stockage de carbone qui dépasse celui des autres scénarios et des volumes entrant dans la filière équivalant à ceux d'aujourd'hui.

Les différentes études analysées ne sont pas forcément animées par le même objectif de fond. Par exemple, les études de l'IGN qu'elles soient en collaboration avec l'INRAE ou le FCBA, ont une approche très pragmatique et objective sur la façon dont les forêts évoluent et sur l'état de la filière forêt-bois. A l'inverse, le scénario AMS va être contraint et orienté par différentes volontés politiques pour correspondre aux différents objectifs économiques, énergétiques et de neutralité carbone. Est-ce que ces différences fondamentales justifient les différences de résultats ? Peut-être pas totalement, mais il semble plausible que cela est une incidence. Quoiqu'il en soit, il est important de bien identifier qui sont les porteurs des différents scénarios, puisque leurs volontés et leurs objectifs peuvent être intégrés aux études et donc orienter les résultats dans des directions parfois opposées.

2) Deuxième approche : la prise en compte du changement climatique et tentative de réponse sur les conséquences possibles

Depuis plusieurs années, la communauté scientifique alerte sur les effets du changement climatique sur les forêts. Mais aujourd'hui ces effets commencent à se faire ressentir notamment au travers d'un dépérissement progressif de certaines essences, à commencer par le Sapin ou le Hêtre. La vitesse à laquelle évolue le climat semble bien trop rapide par rapport aux capacités naturelles d'adaptation et de migration des arbres (Musch B., 2021), il y a donc une réelle nécessité de se questionner sur l'avenir des forêts en France et sur la façon d'appréhender la modification des paramètres climatiques. Cependant, les gestionnaires forestiers et les politiques forestières se heurtent à la complexité et au caractère incertain des phénomènes à l'œuvre, rendant difficile la tâche de proposer des mesures de gestions qui permettent à la fois d'assurer la pérennité des écosystèmes forestiers tout en répondant aux impératifs de production de bois et de stockage du carbone voulus par l'Etat. Comme il a été montré précédemment, plusieurs exercices de prospectives ont déjà été initiés, mais peu d'entre eux prennent en compte le changement climatique dans leurs calculs, montrant une fois de plus la difficulté à évaluer et anticiper ses impacts. L'objet de cette partie sera donc de faire l'état des connaissances et prospections actuelles pour tenter

d'anticiper les changements futurs et d'étudier les pistes envisagées pour adapter les milieux forestiers.

1. Focus sur le changement climatique : Les changements observés et à venir

a. Changements à l'échelle mondiale : les prévisions du GIEC

Depuis 1988, le GIEC évalue l'évolution du climat, tente d'en comprendre les causes et d'anticiper ses évolutions futures. A l'heure actuelle, la température moyenne de la planète a déjà augmenté de 1,1°C en moins de 200 ans. En vue des prévisions du GIEC, liées à des émissions de GES toujours élevées, la hausse moyenne de la température risque de s'accroître dans les décennies à venir si rien n'est fait à l'échelle mondiale pour enrayer le phénomène (Figure 27). Selon le GIEC, en 2100, la température moyenne à l'échelle du globe atteindra inévitablement une hausse de 1,5°C par rapport à la période préindustrielle. Ce chiffre montre l'inertie du phénomène qui implique que même si l'humanité venait à atteindre la neutralité carbone du jour au lendemain, espérée pour 2050 au sein de l'Union Européenne, les conséquences des émissions de GES se répercuteraient des décennies voir des siècles plus tard. Par conséquent, il est déjà trop tard pour stopper véritablement le réchauffement climatique, mais il semble encore temps de le contenir.

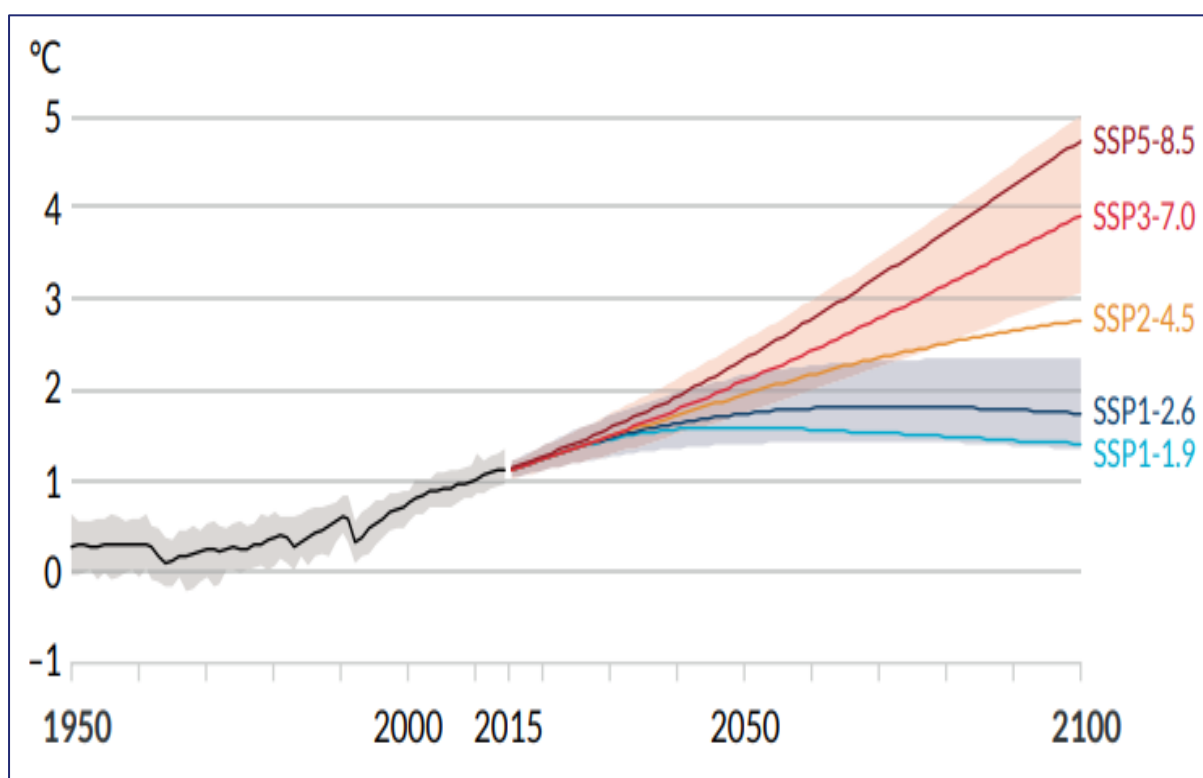


Figure 27 : Evolution de la hausse de la température à la surface de la planète par rapport à 1850-1900 (IPCC, 2021)

Il faut rappeler que la Terre a connu, au cours de son histoire, plusieurs bouleversements et modifications de son climat, alternant entre phases de réchauffement et phases de refroidissement, dont la dernière date d'il y a environ 12 000 ans. Cependant, le réchauffement que l'on connaît actuellement est inédit de par son ampleur et son origine.

Sur une estimation du GIEC, qui remonte jusqu'à 2000 ans dans le passé, il apparaît un pic de température dont l'origine temporelle correspond à la période durant laquelle l'industrie a commencé à se développer, en contraste avec les 1850 années précédentes dont la température moyenne était vraisemblablement inférieure d'au moins 0,5°C par rapport à aujourd'hui et stables voir à la baisse (Figure 28). Il y a donc un lien évident et incontestable entre le réchauffement climatique actuel et les activités anthropiques.

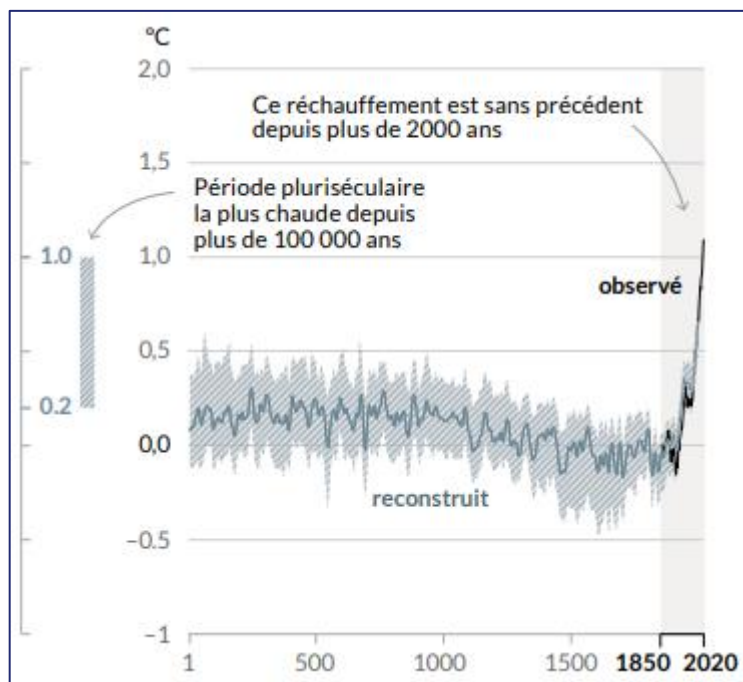


Figure 28 : Changement de la température moyenne à la surface de la Terre sur la période 1- 1850 (estimation) et 1850-2020 (mesuré) (IPCC, 2021)

Les estimations du climat futur du GIEC se basent sur cinq scénarii d'émissions qui visent à fournir des tendances climatiques de la plus optimiste à la plus pessimiste (Figure 27). A partir des climats futurs possibles, un ensemble de changements sont évalués comme la hausse du niveau de la mer ou les migrations humaines causées par des événements climatiques extrêmes. Ainsi, le GIEC estime que la fréquence et l'intensité des événements extrêmes risquent d'augmenter dans les années à venir. Dans le cas des vagues de chaleur décennales¹⁶, elles pourraient survenir entre 2,8 et 9,4 fois plus souvent en fonction du scénario. Le régime de précipitation risque aussi d'être impacté avec des conséquences sur la biodiversité, les sols et les activités humaines. Cependant, ces changements sont loin d'être homogènes sur l'ensemble du globe. Certaines régions vont connaître une hausse des précipitations alors que d'autres vont s'assécher. Il en va de même pour la hausse des températures qui se montre plus intense et plus rapide dans les régions les plus froides comme l'Arctique (IPCC, 2021). L'hétérogénéité des changements couplée à l'incertitude des effets que ce soit sur les écosystèmes ou les activités humaines rendent les exercices de projections complexes, notamment à des échelles plus fines.

b. Le réchauffement climatique en France : analyse des changements à l'échelle nationale

Le constat en France est similaire à celui du GIEC à l'échelle mondiale. La température moyenne annuelle, actuellement aux environs de 12,9°C¹⁷, est en hausse sur l'ensemble du territoire métropolitain. Depuis 1990, 18 années sont au-dessus des normales de

¹⁶ Événement de forte intensité dont l'occurrence est estimée autour d'une dizaine d'années

¹⁷ Moyenne de référence calculée sur la base des relevés annuels de la période 1991-2020

températures, avec l'année 2022 qui détient le record avec une température annuelle moyenne de 14,5°C soit 11% supérieur à la normale (Figure 29; MétéoFrance, 2023).

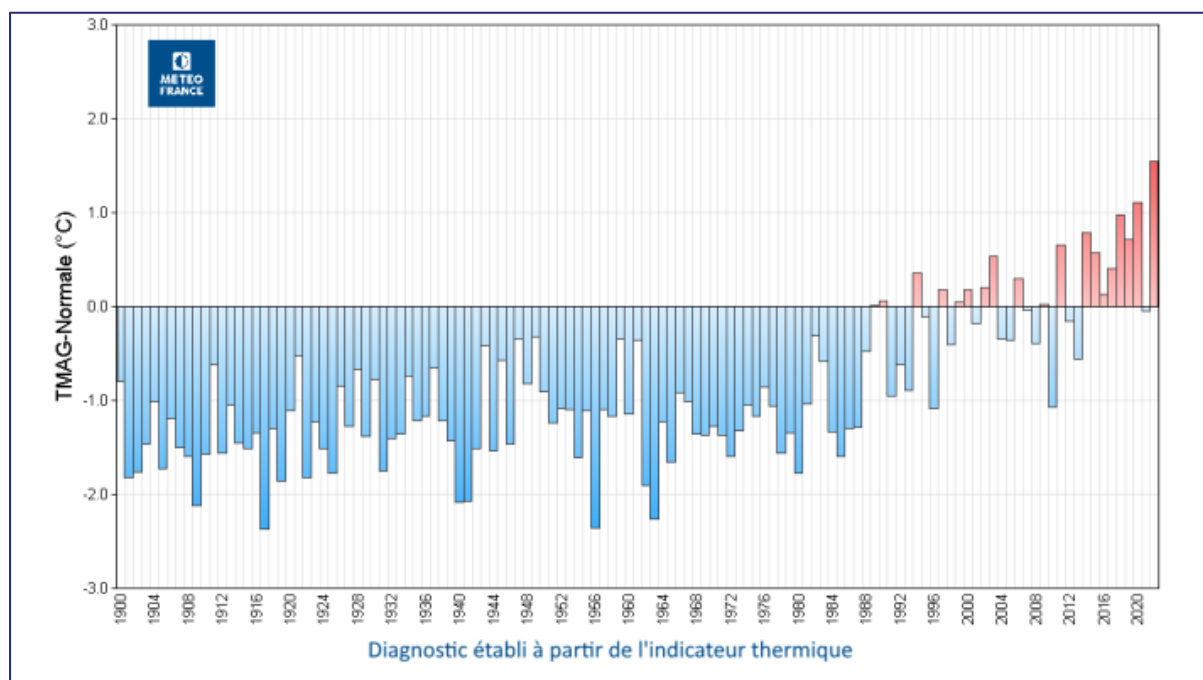


Figure 29 : Ecart à la normale sur la période 1991-2020 des températures moyennes annuelles de 1900 à 2022

A l'horizon 2050, la température moyenne pourrait atteindre une hausse comprise entre 0,6°C et 1,3°C sur la base des scénarios du GIEC. Cette hausse s'accompagnerait de vagues de chaleur plus fréquentes et plus longues, en particulier dans le sud du pays qui souffre déjà d'épisodes de sécheresse importants. A l'inverse, les hivers seront plus doux, notamment dans le Nord-Est du pays, avec une diminution des jours anormalement froids. Ces tendances risquent de se poursuivre à l'horizon 2100, mais encore une fois avec une grande variabilité des événements sur le territoire (MétéoFrance, 2020). Ces changements, qui s'opèrent sur le climat, vont s'accompagner de répercussions directes sur le pays, son environnement et sa population. En effet, entre les épisodes de sécheresse, le développement d'espèces invasives et la hausse du risque incendie, ce sont les écosystèmes qui sont menacés, mais aussi

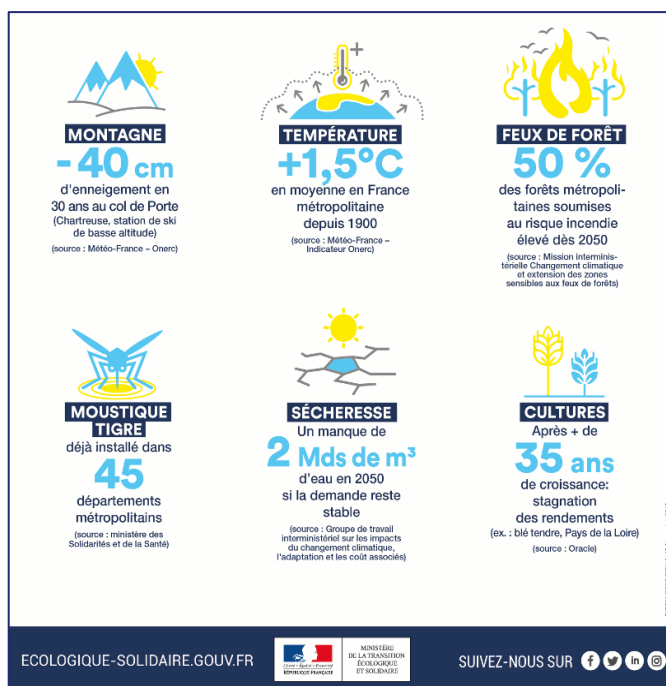


Figure 30 : Les principaux effets du changement climatique en France

l'équilibre socio-économique du pays avec entre autres des situations de stress hydrique et un ralentissement de la production alimentaire plus que probable (Figure 30).

2. Les impacts sur les forêts métropolitaines

a. La modification des aires de répartition et mutation des peuplements liées aux changements des conditions climatiques

La forêt, en tant qu'écosystème, va nécessairement connaître des mutations à cause du changement climatique, que ce soit sur les fonctions qu'elle remplit que dans sa composition spécifique, sur des échelles de temps à moyen et long terme. C'est sur ce dernier point que va commencer l'étude des changements qui vont toucher la forêt dans les décennies à venir. En effet, comme vu précédemment, des dépérissements sont déjà observés avec des essences qui sont plus touchées que d'autres, ce qui pose la question de ce qui va advenir des essences les plus sensibles : est-ce qu'il va y avoir une hausse significative de la mortalité ? Est-ce qu'elles seront en mesure de s'adapter ? De migrer ? En somme, quelles seront les aires de répartition futures des essences forestières que l'on rencontre actuellement en France ?

Pour cette partie, seules les dix espèces d'arbres les plus fréquentes et les plus exploitées en France (Annexe 3) ont été sélectionnées, puis l'évolution de leurs aires de répartitions à l'échelle nationale a été analysée à partir de l'outil Climessences du RMT AFORCE¹⁸. Cet outil repose sur le modèle IKS qui permet d'obtenir des cartographies représentant la compatibilité géographique d'une espèce en fonction de trois facteurs limitants, qui varient en fonction du degré d'optimisme des scénarios climatiques pris en compte (CNPf et ONF, 2020). En se plaçant à l'horizon 2050, trois catégories d'espèces se distinguent par l'évolution de leur aire de compatibilité : Les espèces dont l'aire de répartition ne devrait pas varier ou peu, les espèces qui vont connaître une réduction des aires propices à leur développement et les espèces qui vont voir leur aire de répartition s'étendre. Sur les dix essences retenues, le Chêne pubescent et le Châtaignier commun ne semblent pas vraiment impactés par l'évolution du climat. Cependant, des espèces comme le Hêtre commun ou l'Épicéa commun présentent des résultats plutôt négatifs avec un retrait des deux tiers du territoire pour le Hêtre et de la quasi-totalité pour l'Épicéa qui n'occuperait plus que 10% de la superficie qu'il occupe actuellement (Assemblée Nationale, 2023), selon le scénario le plus pessimiste (Figure 31). Ces espèces plutôt inféodées aux milieux montagnards vont subsister dans ces milieux, mais risquent de disparaître totalement en plaine. A l'inverse, des

Les indicateurs ou facteurs limitants d'IKS

- Déficit hydrique annuel (facteur limitant : stress hydrique)
- Température minimale annuelle (facteur limitant : température)
- Somme des degrés jours annuelle (facteur limitant : température)

¹⁸ Réseau mixte technologique chargé d'accompagner les forestiers en leur fournissant des données et conseils pour renforcer la résilience des forêts face au changement climatique

espèces comme le Pin maritime, voient leur aire de répartition potentielle s'étendre au nord et dans des zones de petites et moyennes montagnes (Figure 31).

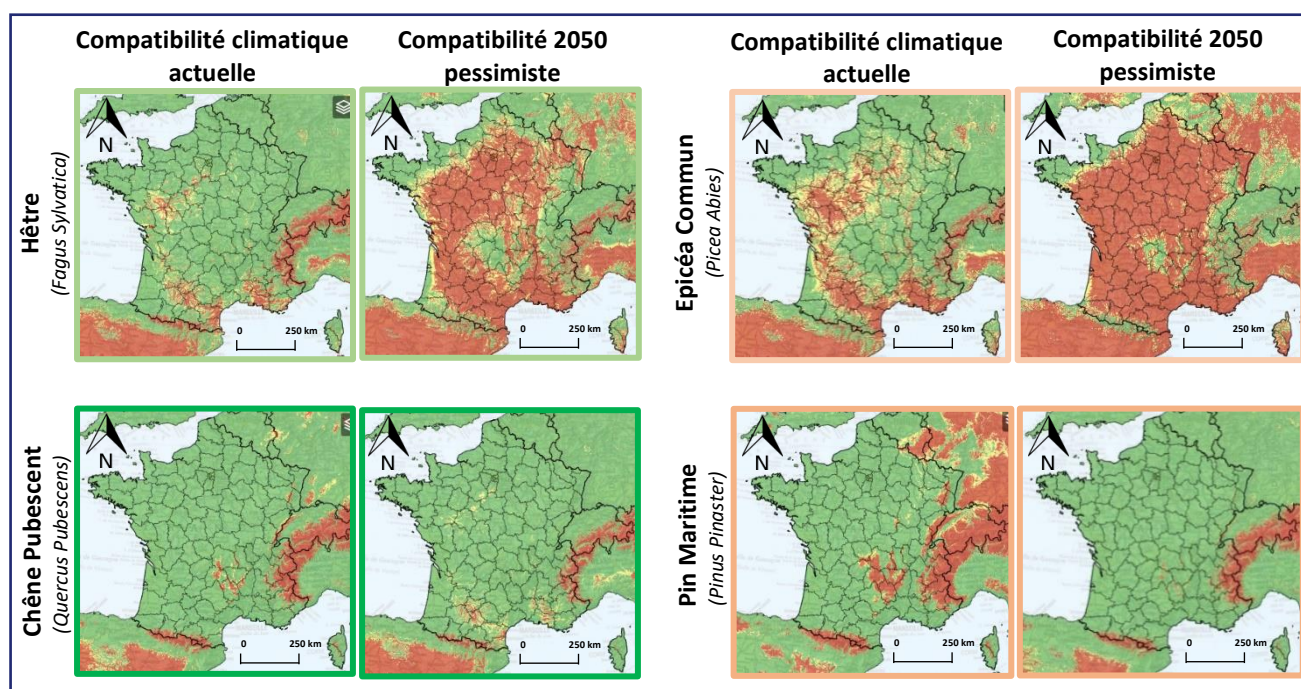
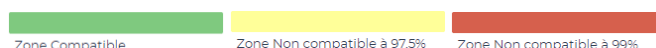


Figure 31 : Compatibilités climatiques actuelles et futures pour 4 espèces forestières (climessences)



Des changements dans la composition spécifique des forêts françaises sont donc à prévoir pour les trente à quarante prochaines années, mais sans pour autant qu'ils soient radicaux, d'autant plus que les projections présentées ne sont pas certaines et montre une trajectoire pessimiste du futur¹⁹. De plus, ces prévisions ne prennent pas en compte les capacités d'adaptations dont peuvent faire preuve les arbres. On distingue deux types d'adaptation possibles : l'adaptation à court-terme ou plasticité phénotypique (de l'année à la décennie) et l'adaptation à long-terme ou évolution du génotype (siècles). La plasticité phénotypique, est caractérisée par la variation d'un caractère ou d'un mode de fonctionnement physiologique chez un individu, en réponse à une variation de l'environnement. Chez les plantes, cette adaptation peut se manifester par des floraisons plus ou moins précoces en fonction des conditions météorologiques, ou par la sécrétion de substances chimiques pour se protéger de prédateurs. La plasticité des différents individus d'une espèce va dépendre du génotype, donc du patrimoine génétique de chaque individu, et de mécanismes épigénétiques qui vont moduler l'expression de certains gènes en réponse à un stress (Davi H. et al., 2015).

De son côté, l'évolution adaptative va entraîner une modification du génotype, ce qui implique un processus d'adaptation plus long et plus complexe que pour la plasticité phénotypique. Elle repose essentiellement sur la sélection naturelle qui dépend elle-même de l'intensité de la sélection et de l'hérédité du caractère le plus adapté à l'environnement,

¹⁹ Les compatibilités avec des scénarios climatiques optimistes et médians sont présentés en annexe 3

au sein d'une population. La diversité génétique au sein de la population est importante puisqu'elle contribue au potentiel adaptatif au même titre que la capacité de reproduction de l'espèce et le brassage génétique, qui va conditionner la capacité d'évolution du génotype d'une population sur le long-terme (Davi H. et al., 2015).

Cependant, ces mécanismes d'adaptations font face à plusieurs contraintes et limites (Figure 32). Les mécanismes génétiques d'adaptations, bien qu'ils soient influencés par des conditions environnementales, conservent un caractère aléatoire qui peut ralentir la transmission d'un caractère ou engager l'évolution dans une autre direction, qui s'oppose à la sélection (évolution mal-adaptative). Mais ce brassage génétique aléatoire au sein d'une population reste essentiel pour maintenir un certain degré de diversité. De plus, la plasticité phénotypique peut aussi s'avérer déterminante pour l'évolution génotypique puisqu'elle conditionne en partie l'évolution sur le long-terme (Davi H. et al., 2015).

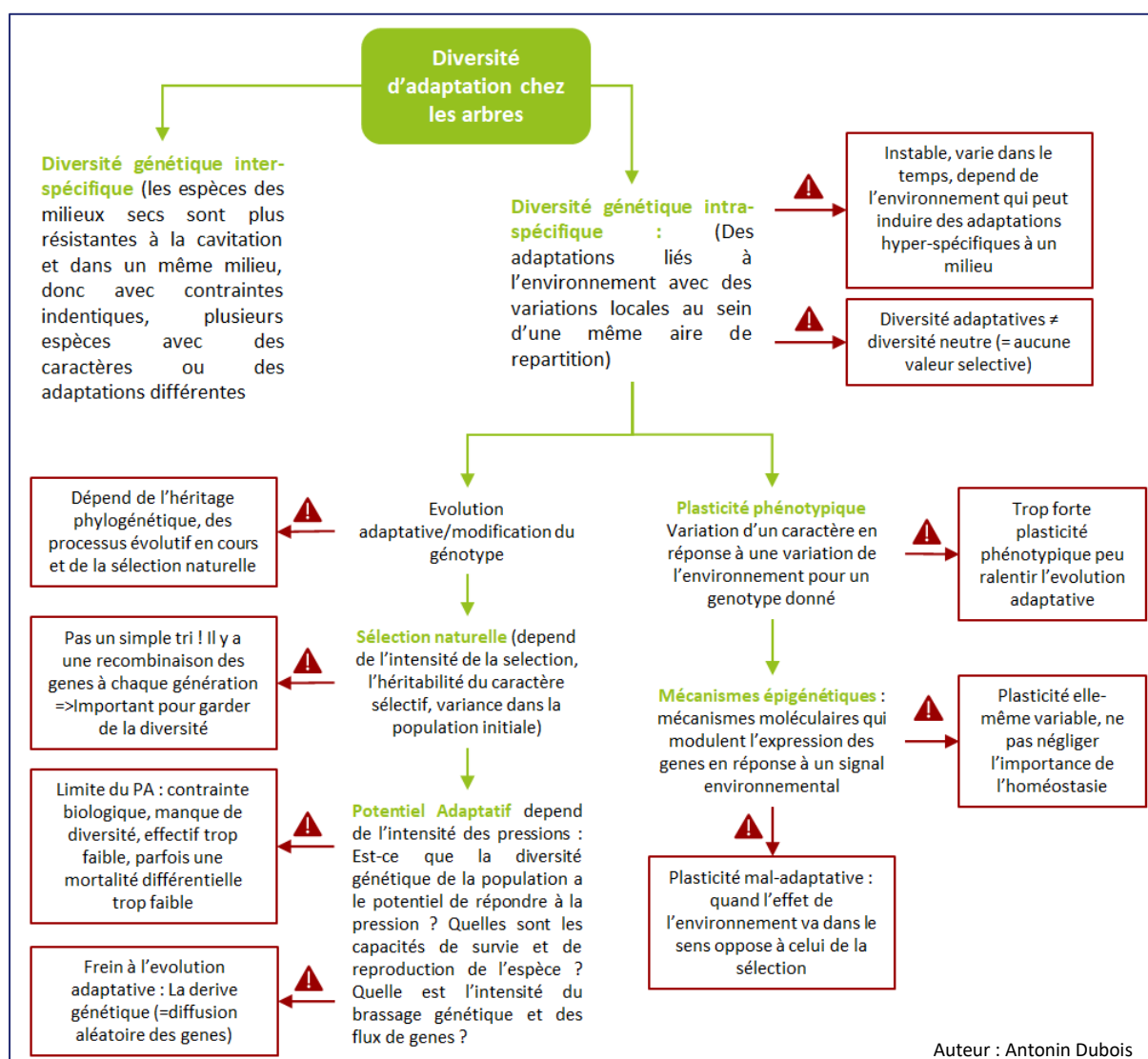


Figure 32 : Capacité d'adaptation et plasticité des arbres

Enfin, les différentes réponses adaptatives des arbres pourraient se retrouver limitées face au changement climatique. La rapidité à laquelle il évolue constitue une contrainte forte

dans l'adaptation des peuplements forestiers. En effet, c'est un phénomène qui s'intensifie depuis déjà plus d'un siècle, ce qui peut paraître lent à l'échelle d'une vie humaine, mais pas tant que ça au regard des mécanismes d'adaptation génétique. De plus, les capacités d'adaptations à court terme risquent de ne pas être suffisantes si les conditions environnementales excèdent la gamme de tolérance des populations (BassiriRad H. et Gutschik V., 2003). Cependant, même si certaines espèces semblent déjà proches de leurs limites, il reste difficile d'évaluer la marge de tolérance et d'adaptation des différentes essences pour qui l'évolution du climat pourrait constituer une menace. Au-delà du simple changement climatique, des événements climatiques majeurs difficiles à anticipés risquent de contraindre davantage les forêts et leur adaptation.

b. Qui va potentiellement s'accompagner d'une hausse des événements climatiques extrême et mettre à rude épreuve les forêts

Comme l'indiquent les travaux du GIEC, il semble inévitable que la fréquence des événements climatiques extrêmes augmente, exposant les forêts à des stress plus intenses et réguliers. Ces événements exceptionnels, sont caractérisés par une occurrence et une intensité difficilement prédictible. Ils sont généralement classés selon leur échelle temporelle probable d'occurrence. Par exemple, on parle de crues décennales, centennales, ou autre pour des crues d'une certaine intensité dont la périodicité est estimée à quelques années jusqu'à un siècle, voir plus (BassiriRad H. et Gutschik V., 2003). Dans le développement qui va suivre, l'évolution de différents événements climatiques va être étudiée pour en déceler les impacts potentiels sur les forêts françaises.

Sécheresse et stress hydrique

Une sécheresse est une période sèche caractérisée par un déficit en eau important pouvant causer des déséquilibres au sein des écosystèmes et sur certaines activités humaines comme l'agriculture. Depuis quelques décennies, ces épisodes se montrent plus fréquents et touchent une part grandissante du territoire métropolitain (Figure 8), avec un assèchement des sols et du sous-sol qui peinent actuellement à se recharger en eau suite à la sécheresse de 2022 et une période hivernale peu pluvieuse (BRGM, 2023). Selon les projections de MétéoFrance, la situation ne devrait pas s'améliorer à l'horizon 2050, avec une hausse globale du nombre de jours de sécheresses à l'échelle nationale, avec une exposition forte au risque dans le quart Nord-est et la moitié Sud du pays (Figure 33). Selon certaines projections, le climat méditerranéen, sujet aux épisodes de sécheresses, pourrait couvrir 50% du territoire métropolitain en 2100, alors qu'il n'en couvre que 15 % aujourd'hui (CNRS et al., 2021).

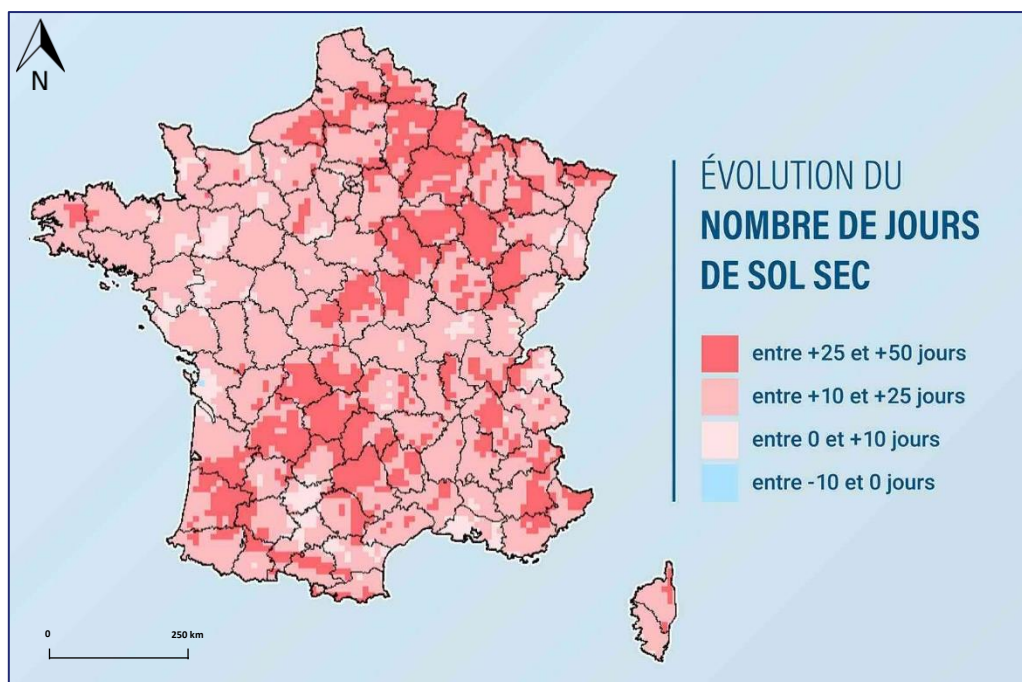


Figure 33 : Evolution du nombre de jours sec à l'horizon 2050 (Météofrance, 2023c)

Comme on a pu le voir dans la première partie, la sécheresse a des conséquences parfois sur le long-terme, sur les peuplements forestiers. Cette sensibilité des arbres va surtout dépendre de l'eau contenue dans les sols. Lorsque la température augmente, l'évapotranspiration de l'arbre s'accroît. Par conséquent, il doit puiser plus d'eau pour compenser les pertes. Donc si l'eau du sol vient à manquer, l'arbre ne satisfait plus ses besoins et rentre dans une phase de stress hydrique qui va se manifester par un flétrissement suivi d'une chute de ses feuilles. Si les sécheresses viennent à se répéter dans des laps de temps court ou à se prolonger, la photosynthèse va se retrouver entravée et l'arbre ne pourra plus synthétiser du carbone et se développer normalement. Ce qui va contribuer à l'affaiblir et à le rendre vulnérable à des parasites et maladies. A cela, peut s'ajouter le risque de cavitations, lorsque le stress atteint une certaine limite. Ce phénomène est caractérisé par la formation de bulle d'air dans les vaisseaux de l'arbre permettant la circulation de la sève, et couplé aux autres effets de la sécheresse, il peut entraîner la mort de l'arbre. Certains arbres sont naturellement adaptés à ses épisodes de sécheresse, comme les espèces méditerranéennes, et ont développé plusieurs stratégies pour limiter l'incidence des sécheresses sur leur cycle de vie, notamment en modifiant leur comportement²⁰ ou en s'enracinant plus profondément (ONF, 2023).

En croisant la carte de l'évolution du nombre de jours de sol sec (Figure 34) avec les régions de France, on remarque que 5 régions pourraient être plus sévèrement touchées que les autres, à savoir : la Nouvelle-Aquitaine, l'Auvergne-Rhône-Alpes, L'Occitanie, le Grand Est et la Bourgogne-Franche-Comté. Or, ces régions sont celles dont la couverture forestière est la plus importante avec 70,3% de la couverture forestière métropolitaine (FCBA, 2022). Il est

²⁰ Les arbres peuvent réduire leurs pertes en eau en contrôlant l'ouverture de leurs stomates, mais au détriment de la photosynthèse

envisageable de supposer que pour des régions comme la Nouvelle-Aquitaine, les peuplements essentiellement constitués de Pins Maritimes, tolérants à la sécheresse, ne soient pas les plus impactés. Mais pour les espaces de petites et moyennes montagnes, comme les Vosges et le Massif Central, et certaines zones du Nord du pays, les peuplements risquent de subir des stress importants en cas de sécheresse.

Le risque d'incendie

Le risque grandissant de sécheresse va avoir une influence directe sur l'occurrence du nombre d'incendies. Avec la hausse des températures et des stress hydriques plus réguliers, plus longs et plus intenses, les conditions en France métropolitaine se montrent de plus en plus propices aux incendies de grande ampleur ou méga-incendies.

Règle des "trois 30"

Les conditions optimales pour qu'un feu de forêt se déclenche et devienne vite incontrôlable sont :

- Une température supérieure ou égale à **30°C**
- Humidité de la végétation inférieure à **30%**
- Des vents à plus de **30 km/h**

(France Inter, 2023)

Les prévisions de MétéoFrance (Figure X (b)) font état d'une extension géographique du risque d'incendies vers le nord d'ici 2050, avec plus de 50% du territoire concerné. Des prémices de cette progression des incendies se sont déjà fait ressentir en 2022 avec des incendies exceptionnels qui se sont déclenchés dans des départements habituellement peu touchés par ce phénomène, comme le Morbihan, le Jura ou encore la Haute-Saône (Assemblée Nationale, 2023). D'ailleurs, en plus de détenir le record d'une des années les plus sèches jamais enregistrées en France, l'année 2022 a connu des incendies d'une rare ampleur avec environ 72 000 ha touchés dont 50 000 ha uniquement en Gironde (Assemblée Nationale, 2023). Bien que cela ne représente que 0,4% de la superficie total du couvert forestier, cette

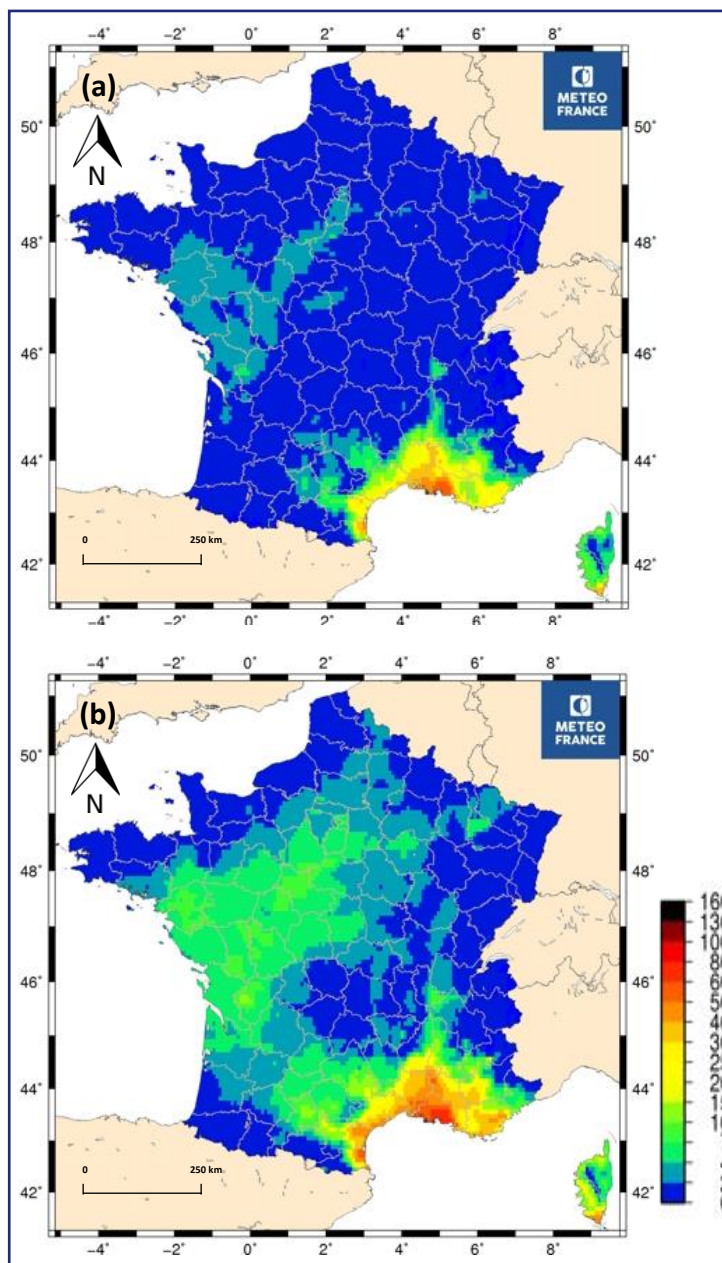
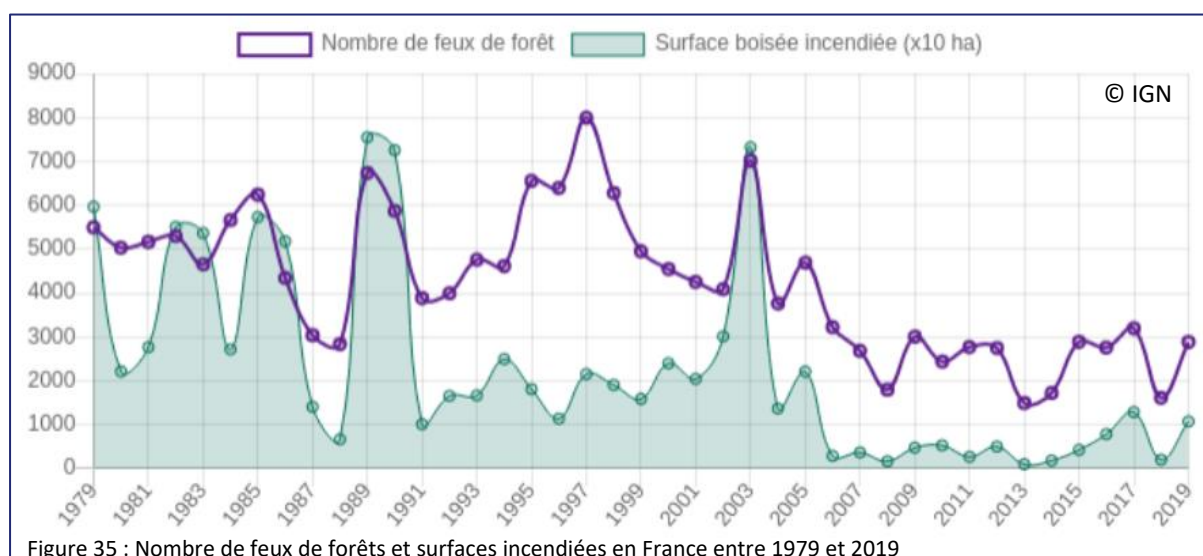


Figure 34 : Comparaison de la médiane du nombre annuel de jours avec un IFM > 40 (définition en annexe 11) entre (a) 1990 et (b) 2050 (MétéoFrance, 2023d)

perte d'espaces boisés pourrait à l'avenir enrailler la dynamique d'expansion des forêts, avec des superficies détruites supérieures ou égales à l'accroissement naturel moyen, qui est évalué aujourd'hui à environ 80 000 ha/an (IGN, 2022).

L'expansion du risque d'incendie est aussi temporelle avec un allongement de la saison des feux en dehors des périodes estivales, qui sont classiquement les plus propices, avec de potentiels feux hivernaux dans certaines régions. MétéoFrance estime que dans les régions les plus méridionales, la saison des feux pourrait durer un à deux mois de plus qu'aujourd'hui, à l'horizon 2100 (MétéoFrance, 2023d). Un rapport du sénat, datant de 2022 se veut moins optimiste en prévoyant une période à fort risque trois fois plus longue à l'avenir (Bacci J. & al., 2022).

La France n'est pas désarmée face aux incendies. Depuis les années 80 avec la mise en place de la stratégie d'attaque massive sur feux naissants puis d'un ensemble de dispositifs de prévention et de surveillance, le pays a pu être en mesure de réduire drastiquement les surfaces ravagées par les incendies. Sur la période 1980-1990, 42 364 ha/an de forêt étaient incendiés en moyenne contre 18273 ha/an pour la période 1991-2001 et seulement 4818 ha/an entre 2007 et 2017 (Figure 35). Par conséquent, hormis l'année 2022, les dix dernières années présentent des chiffres bien inférieurs à ceux des années antérieures à 1990, malgré l'évolution du climat. Cette diminution des surfaces forestières incendiées est en grande partie due aux stratégies de lutte et de prévention contre les incendies qui ont pu démontrer leur efficacité.



Cependant, le pays n'est pas à l'abri d'épisodes extrêmes comme le démontrent les années 2003 et 2022. De plus l'évolution de la répartition géographique et temporelle du risque incendie suscite des inquiétudes au sein de la Sécurité Civile qui doit repenser ses stratégies et ses dispositifs sur le territoire national. Par exemple, les dispositifs de renfort et les bases aériennes sont configurés pour intervenir et soutenir préférentiellement la partie Sud du pays. Or avec la propagation du risque vers le Nord, il y a la nécessité de développer de nouvelles installations aériennes et logistiques pour avoir une couverture renforcée sur une part croissante du territoire (Sapeurs-pompiers de France, 2021).

Les tempêtes de grande intensité

Une tempête est une perturbation météorologique dont les vents dépassent une vitesse de 89 km/h (Annexe 12) pour une durée d'au minimum 10 minutes. Elle se caractérise par de grandes masses nuageuses pouvant couvrir plusieurs milliers de km², s'accompagnant de vents violents et de fortes précipitations dans des zones avec des écarts de températures élevés (Géorisque, s. d.). En Europe, les tempêtes représentent la première cause de détérioration des forêts avec 51% des dommages qui leur sont attribuées (Assemblée Nationale, 2023). La typologie des dégâts peut être assez variable en partant d'une inclinaison de certains arbres en passant par des bris de cimes, jusqu'au déracinement ou l'arrachage d'arbres (Assemblée Nationale, 2023).

L'occurrence des tempêtes est très variable d'une année sur l'autre et d'une période à l'autre. Une tendance à la baisse du nombre d'événements a été observée depuis le début des années 2000 avec seulement 8 tempêtes majeures enregistrées entre 2000 et 2015, contre 24 entre 1980 et 1995 (Figure 36). Cependant, depuis 2017, l'occurrence des tempêtes semble de nouveau à la hausse, mais aucune corrélation avec le changement climatique n'a pu être mise en lumière. Le GIEC fait état d'un faible degré de confiance sur les projections concernant les vents et les tempêtes dans l'hémisphère Nord. De plus, aucune tendance significative ne semble se dégager à l'horizon 2050 ou 2100 sur la fréquence et l'intensité des tempêtes (MétéoFrance, 2020).

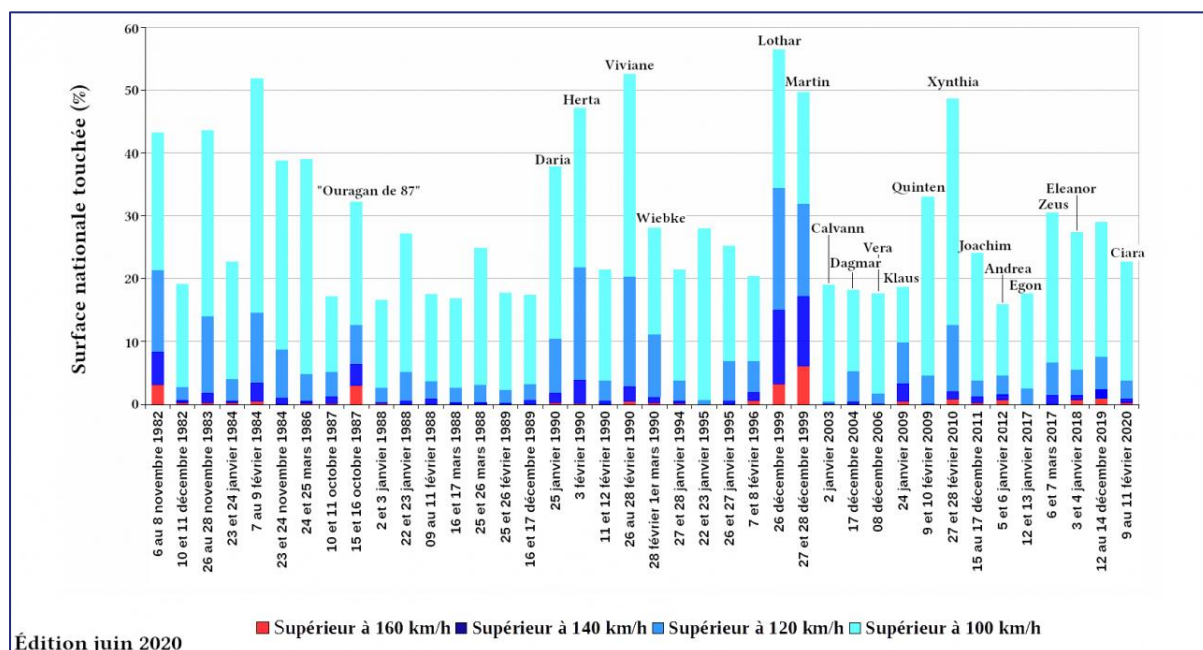


Figure 36 : Les 40 tempêtes majeures qui ont touchées la France métropolitaine entre 1982 et 2020 et la part de la surface nationale touchée par des vents à plus de 100 km/h (MétéoFrance, 2020)

Ainsi, les tempêtes représentent un phénomène météorologique très incertain et difficile à évaluer pour les décennies à venir. La forêt française n'est pas à l'abri d'une nouvelle tempête de forte intensité, à l'image des épisodes Lothar et Martin survenus du 26 au 28 décembre 1999. Durant ces deux tempêtes, 6% de la forêt française a été durement touchée, pour un total de 968 000 ha endommagés, ce qui constitue à ce jour une des plus grandes catastrophes ayant touchées les forêts métropolitaines (ONF, 2019). Les Futaies régulières de conifères font partie des peuplements les plus touchés (Figure 37) avec environ 440 000 ha d'endommagés, principalement en Aquitaine et en Lorraine, qui concentrent la moitié des



Figure 37 : Photographie de chablis de pins dans la forêt domaniale de Haguenau (Bas-Rhin) après Lothar et Martin

dégâts constatés. En conséquence, la filière forêt-bois s'est retrouvée avec un afflux massif de bois avec 97 millions de m³ de chablis qui se sont ajoutés à d'autres débris de bois collectés, portant le volume total à 139,6 millions de m³, soit 325% de la récolte moyenne annuelle (IF, 2003). Il aura fallu près de dix ans avant que les massifs les plus touchés retrouvent leur aspect initial (ONF, 2019).

Il en ressort des différentes sources, que les effets du changement climatique sur les vents et la formation des tempêtes sont difficiles à évaluer, compte tenu de la complexité et de la variabilité des phénomènes climatiques. Mais les événements précédents ont montré d'une part la faiblesse des peuplements de résineux monospécifiques - toujours les plus impactés par les incendies et les tempêtes - mais aussi la capacité de résilience des forêts qui, combinée à l'action des forestiers, a permis de renouveler les espaces endommagés.

Les épisodes extrêmes constituent donc une source d'incertitudes et de menaces pour les forêts, surtout si l'on se base sur les chiffres actuels du DSF, qui montrent que les événements abiotiques sont la cause majeure de dépérissement des espaces forestiers. Cependant, les tempêtes, incendies ou sécheresses peuvent aussi être considérées comme un catalyseur pour l'adaptation et l'évolution des arbres. En effet, la plupart des événements extrêmes ne détruisent ou perturbent que partiellement les peuplements forestiers atteints dont une partie des individus survivant sont les plus résistants ou les plus adaptés au stress subit, ce qui donne une impulsion à la sélection naturelle. De plus, avec les modifications engendrées sur l'écosystème, une nouvelle répartition des coûts et bénéfices pour les organismes végétaux a souvent lieu après que l'épisode extrême soit survenu (donc durant la phase de récupération des peuplements), ce qui influe sur des mécanismes de sélection

comme la compétition pour les ressources et d'évolution comme la coévolution et le concept de la reine rouge²¹. Le changement climatique seul et la hausse graduelle des températures, ne seraient pas suffisants pour induire une réponse adaptative forte. Ce sont les événements climatiques extrêmes et la menace qu'ils représentent qui pourrait véritablement accélérer les adaptations. Cependant, et comme évoqué dans la partie précédente, les adaptations ne peuvent se faire qu'au cours d'un laps de temps suffisamment long et dans la limite des capacités d'acclimatation des espèces (BassiriRad H. et Gutschik V., 2003). Les événements extrêmes peuvent aussi faire "table rase" sur certaines parcelles, donnant l'opportunité aux forestiers d'implanter de nouveaux peuplements plus adaptés et plus résistants.

c. A cela s'ajoute une hausse possible du nombre de ravageurs et de pathogènes

Les ravageurs, parasites et autres pathogènes constituent une menace pour les écosystèmes forestiers, qui risque de s'accroître avec le changement climatique. Un certain nombre de pathogènes identifiés ces dernières années, comme le champignon phytophthora ramorum, proviennent de régions tropicales et voient leur implantation facilitée dans des régions plus septentrionales par la hausse globale des températures. La plupart de ces organismes parasites ont été introduits, involontairement, sous nos latitudes à cause du commerce international et peuvent engendrer d'important dégâts sur des essences locales qui ne sont pas adaptées (Académie des sciences, 2023). Par exemple, le champignon *Phytophthora cinnamomi*, responsable de la maladie de l'encre, s'est implanté dans l'Ouest de la France à cause d'échanges de plans contaminés entre plusieurs pépinières européennes et se répand depuis quelques années dans les plantations de chênes (Marçais B., 2018). On peut aussi citer l'exemple du Frêne qui est la cible d'un champignon asiatique appelé *hymenoscyphus fraxinus*. Il a été détecté pour la première fois en France en 2008 et touche principalement le Nord et l'Est du pays. Entre 2015 et 2018, le volume de Frênes morts à cause de ce champignon est passé d'environ 2 Mm³ à près de 5 Mm³. A cela, s'ajoute une mortalité de 30 à 40% des semis, ce qui remet en cause le statut d'essence de production du Frêne dans les régions touchées (Assemblée Nationale, 2023).

L'évolution des paramètres climatiques a aussi une incidence sur les ravageurs présents initialement sur le territoire et l'intensité des attaques. La température va conditionner la survie, la reproduction et la dissémination de certains nuisibles comme les scolytes. Avec la hausse des températures, les périodes hivernales sont susceptibles d'être plus douces ce qui va limiter la régulation naturelle de certaines populations invasives et stimuler leur prolifération durant les périodes estivales. En plus de ce risque d'attaques plus conséquentes, les événements extrêmes comme les sécheresses ou les tempêtes, fragilisent les défenses immunitaires des arbres et ce cas de figure semble voué à se répéter à l'avenir. Ainsi, les épisodes climatiques extrêmes facilitent l'invasion de certains parasites. Par exemple, les peuplements d'Épicéa présent dans le Nord et l'Est de la France font face à des attaques récurrentes de scolytes notamment à cause des sécheresses à répétitions (Figure

²¹ Concept théorisé par Van Valen dans les années 70 qui explique que les espèces sont en évolution perpétuelle pour maintenir leur aptitude à survivre face à d'autres espèces elles mêmes en évolution dans un environnement dynamique

38). Rien que sur la Bourgogne et la Franche-Comté, le volume estimé de bois contaminé par les scolytes s'élève à 19 Mm³ (Assemblée nationale, 2023), soit 34% de la récolte nationale annuelle de bois. Cependant, la hausse des températures peut aussi avoir un impact positif. En effet, tout comme les arbres, certains agents pathogènes et ravageurs sont sensibles aux variations de températures. Des champignons comme *l'Hymenoscyphus fraxinium* ou le phytophthora de l'aulne se retrouveraient entravés lors d'épisodes de fortes chaleurs, durant lesquels une baisse des contaminations a pu être observée. De plus, l'humidité est un facteur important dans le cycle de vie des parasites (des champignons notamment). Par conséquent les déficits hydriques et les sécheresses peuvent constituer un frein à leur développement (Marçais B., 2018).

Des solutions existent pour limiter l'expansion de certains ravageurs et parasites. A l'échelle du massif, des coupes préventives peuvent être effectuées pour limiter la propagation vers des individus sains. La mixité des essences au sein des peuplements semble aussi être une solution pour réduire les dégâts en cas d'invasion ou de contamination. En effet, si par exemple, une seule essence d'arbre est vulnérable à un certain pathogène, le peuplement plurispécifique ne sera que partiellement atteint. Cette perspective remet en question la durabilité des peuplements monospécifiques qui sont alors les plus vulnérables (Académie des sciences, 2023).

d. Des conséquences sur la biodiversité forestière

A l'échelle mondiale, la biodiversité est en déclin notamment à cause des activités humaines, de la destruction d'habitats naturels, des changements d'usages des sols et du changement climatique. La situation en France métropolitaine n'est pas non plus des plus favorables avec 871 espèces animales et végétales menacées de disparition (UICN et MNHN, 2022), sachant qu'une partie des espèces fait l'objet d'une évaluation. Au premier abord, les écosystèmes forestiers



Figure 38 : Epicéas atteints par des scolytes

La biodiversité forestière en France métropolitaine

-  190 espèces d'arbres
-  73 espèces de mammifères
-  120 espèces d'oiseaux forestiers
-  >30 000 espèces d'insectes
-  >30 000 espèces de champignons / bactéries

(Assemblée Nationale, 2023)

semblent faire office d'exception avec une certaine stabilité de leurs populations végétales et animales, à l'image des populations d'oiseaux qui n'ont connus qu'une faible diminution de leurs effectifs, contrairement aux oiseaux habitués aux milieux ouverts et agricoles dont les populations se sont effondrées ces dernières années (Académie des sciences, 2023). Mais la biodiversité forestière doit faire face à trois contraintes majeures : le changement climatique, les pratiques de gestions forestières et la fragmentation des habitats naturels.

Avec le changement climatique, les milieux forestiers vont connaître des transformations en termes de composition spécifique, comme on a pu le voir précédemment avec l'évolution possible des aires de répartitions. Ce changement concerne aussi certaines populations animales, qui en fonction de leur capacité à se déplacer, vont migrer vers le Nord ou gagner en altitude. D'après une estimation réalisée sur les oiseaux nicheurs d'Europe, ils pourraient migrer de 550 km en moyenne vers le Nord, dans le cas d'une hausse de la température moyenne de 3°C (Feehan et al., 2009). De plus, le changement climatique peut influencer sur le cycle de vie et la reproduction de certaines espèces thermosensibles comme certains insectes nuisibles. Ce qui fait qu'en plus de connaître une mutation de la composition spécifique, certains milieux vont connaître une modification de l'abondance de certaines espèces, ce qui peut constituer une perturbation supplémentaire. Finalement, le changement climatique va engendrer une forme de boucle de rétroactions dans laquelle il perturbe les écosystèmes et les paramètres abiotiques, ce qui modifie la répartition, le cycle de vie et l'abondance des organismes vivants, qui peuvent à leur tour perturber eux-mêmes l'écosystème dans lequel ils vivent et ainsi de suite. Au-delà d'un déclin global, la biodiversité pourrait se retrouver totalement chamboulée à des échelles plus restreintes, pouvant causer la disparition de certaines espèces. De plus, la hausse des températures pourrait favoriser l'implantation d'espèces exotiques invasives créant de la compétition interspécifique avec les espèces autochtones, pouvant conduire à leur disparition dans leur milieu d'origine (Feehan et al., 2009).

La façon dont les forêts sont gérées peut avoir un impact tout aussi significatif, si ce n'est plus, que le changement climatique sur la biodiversité. Les pratiques sylvicoles actuelles on réduit fortement la part de gros et très gros arbres dans les forêts, notamment à cause de leur faible valeur commerciale (Kraus D. et Krumm F., 2016). Or, ces gros arbres, généralement très vieux, constituent des habitats pour une multitude d'espèces (Académie des sciences, 2023). Ces arbres sont qualifiés d'arbres-habitats en raison des différents micro-habitats qu'ils fournissent, comme des cavités ou des fissures. Les cavités représentent l'exemple le plus courant et le plus documenté de micro-habitats. Elles sont soit creusées par des oiseaux excavateurs comme les pics ou suite à des processus de décomposition causés par des invertébrés ou des champignons. Les cavités constituent un habitat tempéré et protégé des intempéries à fort intérêt faunistique, en servant de reposoir pour les chauves-souris ou de nid pour les oiseaux et certains insectes. Mais la valeur écologique d'un arbre augmente à mesure qu'il vieillit. Il faudrait alors changer les pratiques de gestions pour permettre aux arbres d'avoir un temps de maturation plus long et donc d'accroître la valeur écologique des peuplements forestiers. Cependant, à en croire les différentes politiques en liens avec la forêt, la tendance serait plutôt inverse, avec une intensification de l'exploitation

des peuplements forestiers et une accélération des rotations²². Cette tendance, s'observe aussi à l'échelle européenne, avec en moyenne 0,2 à 2 arbres-habitats par hectare dans les forêts exploitées, alors qu'elles peuvent atteindre des densités de plusieurs milliers d'arbres par hectare, uniquement destinés à un usage commercial (Kraus D. et Krumm F., 2016). De plus, les sylvicultures modernes ont tendance à retirer les débris et bois morts des milieux forestiers. Or, ce bois mort constitue un apport en matière organique dans le milieu et contribue à sa richesse spécifique, qui augmente tout au long du processus de décomposition de la matière. Le bois mort profite notamment aux espèces dites saproxyliques qui vont y réaliser tout ou une partie de leur cycle de vie. On estime que plus de 25% des espèces présentes en forêt dépendent du bois mort et des micro-habitats, et une partie d'entre elles sont considérées comme sensibles (Figure 39). Il y a donc un réel enjeu de conservation associé aux vieux arbres et au bois mort. Depuis quelques années maintenant, des îlots de sénescence sont mis en place dans certaines parcelles afin de conserver des arbres remarquables et du bois mort (Kraus D. et Krumm F., 2016).



Figure 39 : *Mycetophagus ater*, insecte saproxylique d'intérêt patrimonial de niveau 3 (= espèce peu abondante ou très localisée)

La fragmentation des territoires impacte la biodiversité à toutes les échelles et touche quasiment tous les milieux terrestres. En construisant des routes, des barrières et en artificialisant les sols, l'Homme a divisé les milieux naturels, isolant certaines populations animales et limitant leurs déplacements. La perte de connectivité entre habitats peut mettre en péril la survie de certaines métapopulations²³ animales en empêchant la venue d'individus extérieurs et limitant le brassage génétique. La capacité des animaux à migrer est aussi réduite, ce qui est d'autant plus problématique dans un contexte de changement climatique où beaucoup d'espèces seront probablement contraintes à se déplacer pour survivre (Kraus D. et Krumm F., 2016). Cependant, des mesures sont mises en place en France et ailleurs pour créer ou restaurer des corridors écologiques permettant aux animaux de franchir des obstacles comme des autoroutes (Figure 40).

D'autres méthodes existent comme tout simplement replanter des haies entre deux massifs forestiers ou bien laisser des vieux arbres se développer à des positions judicieuses pour servir de pas japonais²⁴ pour certaines espèces.

²² Une rotation fait ici référence à un cycle de sylviculture

²³ Concept utilisé pour désigner des sous-ensembles d'une population d'une même espèce, séparés spatialement mais connectés par des échanges et des déplacements d'individus

²⁴ Terme utilisé pour désigner une connectivité écologique discontinue où les populations animales se déplacent "de point en point"



Figure 40 : Ecoponts au-dessus de l'A26

e. Ce qui mènera à des effets sur les volumes de bois sur pied et les volumes prélevés

Les effets sur les volumes de bois sur pied et l'accroissement des forêts : Les résultats du projet MOPROF (Jourdan M. & al, 2023)

La plupart des études et scénarios de prospection forestière analysés précédemment ne prennent pas directement en compte l'évolution du climat dans leurs simulations. L'hypothèse qui revient souvent est que l'horizon d'étude, qui varie entre 2035 et 2050, n'est pas suffisamment éloigné temporellement pour qu'il y ait des changements significatifs du climat et donc des conséquences sur les volumes de bois. Une autre explication est que les modèles utilisés n'étaient pas suffisamment développés pour prendre en compte, de façon pertinente, des paramètres climatiques dont l'évolution est très incertaine. En 2023, l'IGN et l'ADEME ont publié une étude, le projet MOPROF, qui cette fois-ci prend directement compte des scénarios climatiques. MOPROF fait office de pionnier puisque c'est la première fois qu'une étude intègre à ce point le climat pour évaluer l'évolution de la ressource forestière et ce jusqu'à l'horizon 2100. Cependant, les auteurs de l'étude précisent qu'il s'agit d'un premier essai, encore imparfait, mais qui est voué à s'améliorer dans les années à venir avec l'amélioration des connaissances et l'évolution des modèles théoriques.

Le projet MOPROF utilise deux modèles pour ses simulations : le modèle MARGOT, déjà utilisé pour l'étude IGN-INRAE, et le modèle CASTANEA. Ce modèle permet de simuler le développement de peuplements forestiers soumis à des contraintes environnementales. C'est cette spécificité qui a permis d'intégrer le changement climatique dans les projections. Le modèle MARGOT a reçu quelques améliorations notamment pour prendre en compte le phénomène de densité-dépendance au sein des peuplements. Pour pallier aux lacunes du

modèle dans la prise en compte de la variation du climat, une fonction de transfère a été ajoutée pour coupler les projections climatiques de CASTANEA aux simulations de MARGOT. Pour simplifier l'exercice de prospection, les modèles ne prennent en compte que cinq essences forestières à savoir le Chêne sessile, le Chêne pédonculé, le Hêtre, l'Épicéa commun et le Pin sylvestre qui font partie des essences les plus représentatives de la forêt française. Ensuite, plusieurs scénarios ont été définie pour guider les simulations :

- Les scénarii climatiques RCP 4.5 et RCP 8.5 du GIEC
- 3 modèles de circulation générale d'atmosphère (CNRM, Hadgem, MPI)
- 2 scénarios d'effet biophysique du CO₂ sur les couverts forestiers (effet de fertilisation par le CO₂ atmosphérique) : Un scénario avec effet qui évolue au cours du temps (CO2_ev) et un scénario à effet fix (CO2_fix)
- 3 scénarii de gestion issu de l'étude IGN-INRAE de 2020 (extensif, dynamiques territoriales/tendanciel, intensif). L'étude rappelle que les différents scénarii ont des variables de commandes différentes avec les scénarii tendanciel et intensifs qui se basent sur un taux de prélèvement respectivement du stock et de l'accroissement naturel, tandis que le scénario extensif part d'un volume total de récolte. Dans le projet MOPROF, les taux de prélèvement des différents scénarii ont été majorés de 5 à 10% car les cinq espèces d'arbres sélectionnées font l'objet d'une gestion active.

Les simulations de CASTANEA permettent d'avoir une évolution de la productivité des espèces simulées et leur stock de bois sur pied à l'échelle nationale, selon les différents scénarii climatiques et de gestion. Il apparaît que la productivité et le stock sur pied sont impactés différemment par les différents paramètres. Les effets biophysiques semblent jouer un rôle significatif dans la productivité en volume pour toutes les espèces simulées. Par exemple, dans le cas des chênes pour le scénario extensif, Il y a un écart d'environ 32% en 2090 entre la productivité avec effet biophysique (estimée à 5 m³/ha/an) et celles sans effet biophysique (estime à 3,4 m³/ha/an) (Figure 41 (a)). Cependant, on constate une baisse ou une stagnation générale de la productivité, au cours du temps pour toutes les espèces d'arbres simulés, avec une baisse moyenne de 27,2% pour un écart-type de 20,2 (Tableau 2).

Tableau 2 : Pourcentage de la diminution de l'accroissement en volume du bois entre les decennies 2010 et 2090 sur les simulations de CASTANEA

		Chênes (variation en %)		Hêtre (variation en %)		Épicéa (variation en %)		Pin sylvestre (variation en %)	
		RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
Avec effet biophysique du CO ₂ atm	Extensif	-27	-16	-39	-33	-3	+3	-33	-24
	Tendanciel	-20	-8	-35	-27	+6	+13	-29	-19
	Intensif	-16	-3	-32	-24	+9	+16	-27	-16
Sans effet biophysique du CO ₂ atm	Extensif	-39	-44	-50	-58	-24	-41	-46	-55
	Tendanciel	-33	-38	-45	-55	-15	-34	-42	-51
	Intensif	-30	-36	-43	-52	-13	-32	-42	-51

Le stock de bois sur pied semble plutôt dépendant du scénario de gestion, qui va conditionner la quantité de bois prélevée, avec des volumes de bois en 2090 qui s'élèvent à environ 500 m³/ha (scénario extensif – avec effet biophysique) contre environ 410 m³/ha (scénario intensif – sans effet biophysique) pour le hêtre (Figure 41 (b)). Mais peu importe le scénario climatique, le stock de bois continue de progresser, de 22% en moyenne (Tableau 3). Cette progression est d'autant plus marquée avec la prise en compte de l'effet biophysique du CO₂. Cependant, la croissance du stock connaît un ralentissement ou une stagnation en fonction des espèces à partir de 2080 (Figure 41 (b)). La tendance est même à la décroissance si les effets biophysiques ne sont pas pris en compte.

Tableau 3 : Evolution du stock du bois sur pied à la fin de chaque décennie, simulé par CASTANEA selon les scénarios de gestion, les scénarii climatiques et l'effet biophysique du CO₂ par espèces

		Chênes (%)		Hêtre (%)		Epicéa (%)		Pin sylvestre (%)	
		RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
Avec effet biophysique du CO ₂	Extensive	+32	+41	+19	+26	+71	+83	+36	+50
	Tendancielle	+15	+23	+5	+11	+40	+48	+28	+41
	Intensive	+2	+10	-2	+4	+33	+40	+25	+39
Sans effet biophysique du CO ₂	Extensive	+28	+19	+12	+8	+51	+41	+32	+33
	Tendancielle	+6	-2	-2	-5	+25	+12	+20	+22
	Intensive	+2	-4	-8	-12	+18	+3	+23	+23

Le modèle CASTANEA montre dans ces simulations, que peu importe le scénario climatique et l'espèce considérée, la gestion extensive permet toujours d'avoir un stock de bois en 2100 supérieur à celui de 2010 (Figure 41 (b)).

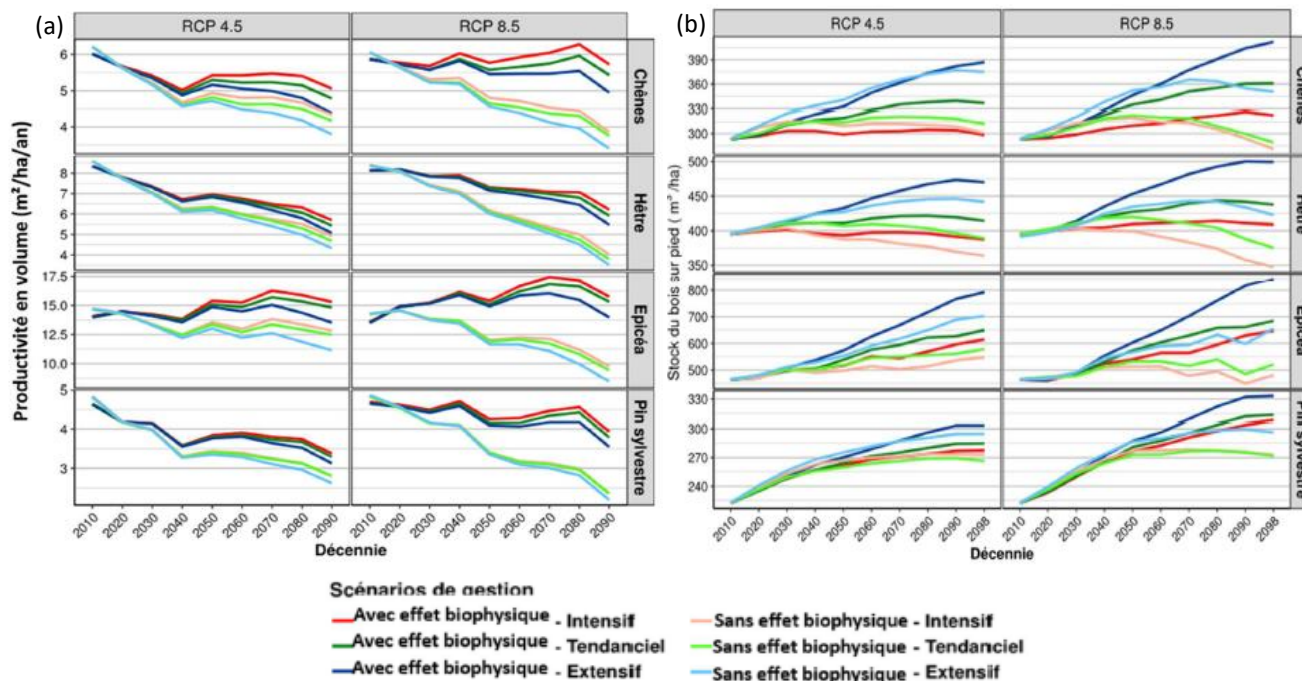


Figure 41 : Evolution de la moyenne décennale de la productivité en volume de bois (a) et évolution du stock de bois sur pied à la fin de chaque décennie (b), simulés par CASTANEA

Le modèle MARGOT permet d'obtenir l'évolution de la production biologique décennale et l'évolution décennale du stock sur pied. Jusqu'en 2040, la production semble surtout influencée par les conditions climatiques avec quelques tendances qui diffèrent entre les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5. Cependant, à partir de 2040 environ, pour toutes les espèces, la gestion semble être un facteur déterminant, puisqu'à partir de cette année la production biologique prend des trajectoires très différentes d'un scénario de gestion à l'autre (Figure 42). Une distinction se fait aussi en fonction des espèces. Les chênes²⁵ et le Hêtre ont une production biologique globalement croissante qui, en 2090, est supérieure ou égale à celle de 2010, en tout cas avec la prise en compte des effets biophysiques. Cependant, l'épicéa et le pin sylvestre suivent une tendance décroissante sur la période de simulation. La prise en compte des effets biophysique limite cette tendance pour le Pin sylvestre mais pas pour l'Épicéa qui pourrait voir sa production biologique réduite de 57% à terme, par rapport à 2010 (RCP 8.5 – scénario intensif_modCO₂evo; Figure 42). Un autre constat qui peut être fait est l'influence du CO₂ qui prend des proportions significatives pour le scénario RCP 8.5. Pour les Chênes, la production biologique annuelle en gestion extensive avec la prise en compte des effets biophysiques du CO₂, est supérieur de 36% par rapport au scénario où les effets du CO₂ ne sont pas pris en compte (Figure 42).

Le stock de bois sur pied suit une courbe croissante pour les chênes, le Hêtre et le Pin sylvestre, peu importe le scénario climatique. Cependant, dans le cas d'une gestion intensive, le stock a tendance à stagner, surtout pour les chênes et le Pin sylvestre. Mais pour l'Épicéa, hormis dans le cas d'une gestion extensive, le stock de bois sur pied décroît, notamment avec une baisse de 41% entre 2010 et 2100 dans le cas du scénario RCP 8.5 couplé à une gestion intensive et avec la prise compte des effets biophysiques du CO₂ (Figure 42).

Les tendances entre la production biologique et l'évolution du stock sur pied ne sont pas identiques. Il arrive que la production biologique soit décroissante, à cause d'une hausse de la mortalité des arbres ou d'un stress quelconque qui affecte leur croissance. Cependant, ça n'est pas pour autant que le stock va baisser. En effet une production décroissante ne signifie pas une production nulle ou négative. C'est pourquoi, le stock de bois pour l'Épicéa, dans le cas le plus favorable continue d'augmenter malgré une baisse d'environ 47% de sa production biologique (Figure X). Cela soulève aussi la question de l'inertie de l'accroissement du stock. Bien que le changement climatique ait une influence globalement négative sur les forêts, il faudrait attendre plusieurs décennies²⁶ avant que ses effets ne se ressentent sur les volumes sur pieds, à l'échelle nationale. De plus, les émissions de CO₂, en grande partie responsables de la modification des paramètres climatiques contribuent à stimuler la croissance des plantes comme le montre la prise en compte des effets biophysiques sur les volumes de bois dans le projet MOPROF. Cependant, ce phénomène paraît largement surestimé dans cette étude, ce qui pourrait mener à des conclusions contradictoires : la prise en compte de cet effet, fait du pire scénario climatique le plus favorable pour l'accroissement du stock de bois forestier.

²⁵ Les deux essences de Chênes ayant des résultats proches ont été regroupés dans les simulations d'où l'utilisation de "les Chênes" pour la suite de l'analyse.

²⁶ Sous réserve d'un enchainement d'événements climatiques extrêmes.

Enfin, le choix du mode de gestion est déterminant pour la pérennité du stock de bois sur pied et son accroissement en volume. D'après les différents résultats, le scénario extensif permet de maintenir des stocks élevés même dans les conditions climatiques les moins favorables. Cependant, il faut rester prudent avec les résultats de l'étude, notamment à mesure que l'on s'éloigne de notre temporalité. De plus, bien que le scénario extensif soit le plus favorable dans le contexte de l'étude, il pourrait se transformer en scénario intensif si l'accroissement naturel venait à être négatif. Ce changement possible de nature est dû à son hypothèse de départ qui est de prélever un volume de bois fixe. En effet, il pourrait s'avérer préjudiciable si le stock de bois chute, puisque dans ce scénario, le volume prélevé n'est pas proportionnel au stock.

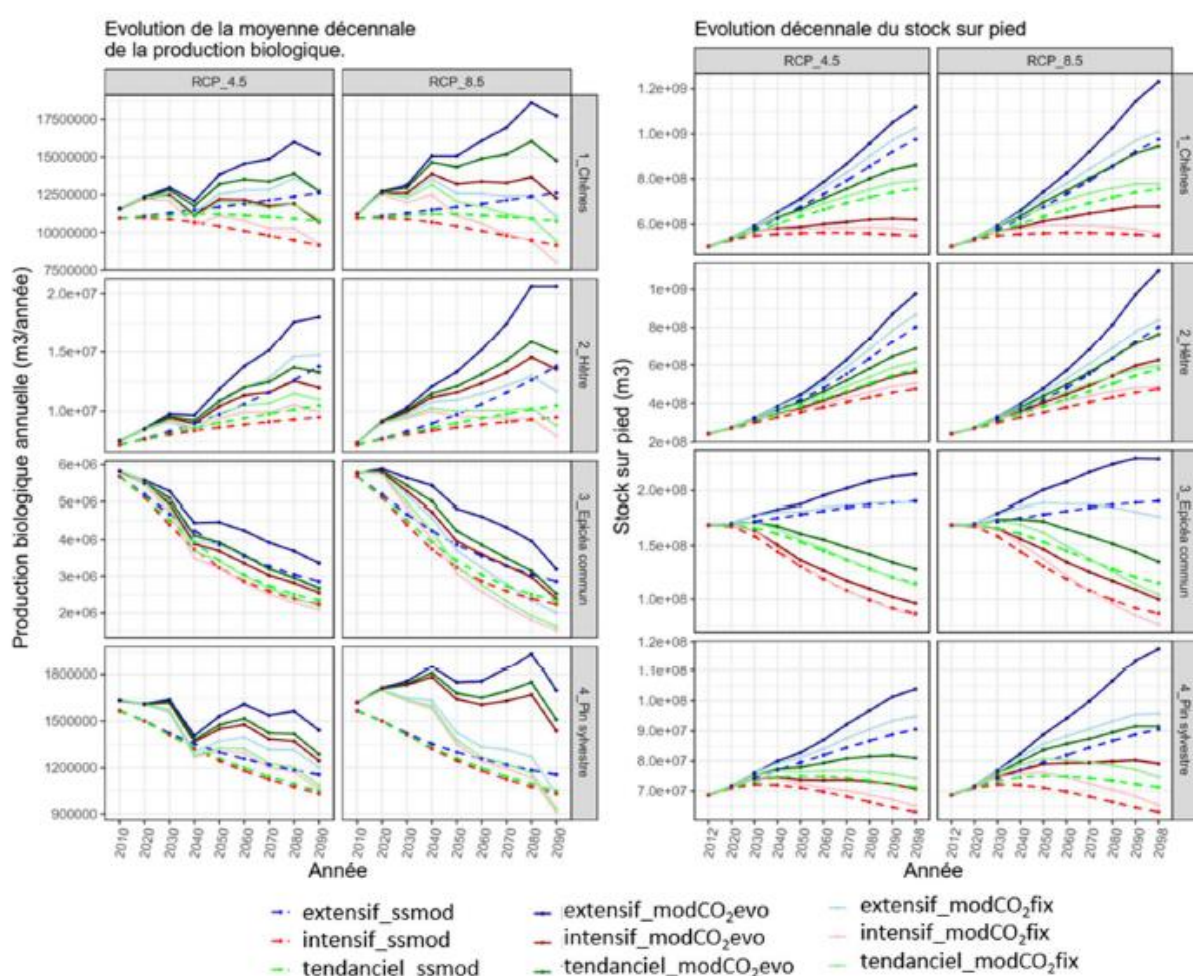


Figure 42 : Simulations Margot de la production biologique (à gauche) et des stocks sur pied (à droite). Les courbes en pointillées représentent les simulations MARGOT sans prise en compte du climat. Les courbes continues représentent les simulations de MARGOT couplé avec les modificateurs climatiques issus de CASTANEA

En se référant aux tendances actuelles et celles simulées dans le projet MOPROF, la ressource en bois devrait continuer à croître dans les décennies à venir grâce à la dynamique d'accroissement des forêts, même avec le changement climatique. Les auteurs de l'étude mettent en garde sur le "défaitisme climatique" et la surestimation du changement climatique. Bien qu'il soit une menace majeure, tout n'est pas encore perdu et les forêts

métropolitaines ont encore une marge de manœuvre. Cependant, cela ne veut pas dire qu'il faut attendre avant d'agir, au contraire, c'est maintenant qu'il faut commencer à adapter la forêt et la façon de gérer les espaces forestiers. L'inertie dont bénéficient les forêts françaises donne un sursis pour leur adaptation, mais sans nouvelle impulsion cette inertie va s'essouffler face au changement climatique, qui lui est toujours en pleine accélération.

Les effets du changement climatique sur la fourniture de bois pour la filière forêt-bois : Les résultats de l'étude IGN-INRAE

L'étude IGN-INRAE, mais cette fois-ci avec la prise en compte du changement climatique, montre aussi des résultats positifs concernant les volumes entrant dans la filière forêt-bois. La prise en compte du changement climatique induit une baisse de 10% du volume, à l'horizon 2050, pour le scénario intensification, par rapport à la projection sous climat actuel (Figure 43). Mais peu importe le scénario, les volumes de bois sont égaux ou supérieurs aux volumes de 2015. Ainsi, cette étude est plutôt rassurante pour la filière à l'horizon 2050, puisqu'à priori, il ne devrait pas y avoir de difficultés d'approvisionnement. Au-delà de 2050, il y a peu de visibilité. Mais si l'on se fie à la progression des stocks de bois sur pied, de l'étude MOPROF, on peut supposer que l'approvisionnement de la filière, à des niveaux au moins égaux à ceux actuels, devrait encore être assuré. De plus, il est plausible de penser que les effets du changement climatique sur la filière forêt-bois soient décalés dans le temps par rapport aux effets sur les forêts. En effet, dans le cas où les forêts viendraient à dépérir et à décroître, les volumes de bois, même mort, pourront encore alimenter la filière. Il se pourrait même qu'il y ait une augmentation du bois dans la filière, liée à l'augmentation de la mortalité. Mais ce cas de figure n'est qu'une possibilité, réaliste que si aucune adaptation n'a eu lieu, et surtout temporaire puisqu'il précéderait un effondrement des volumes prélevés.

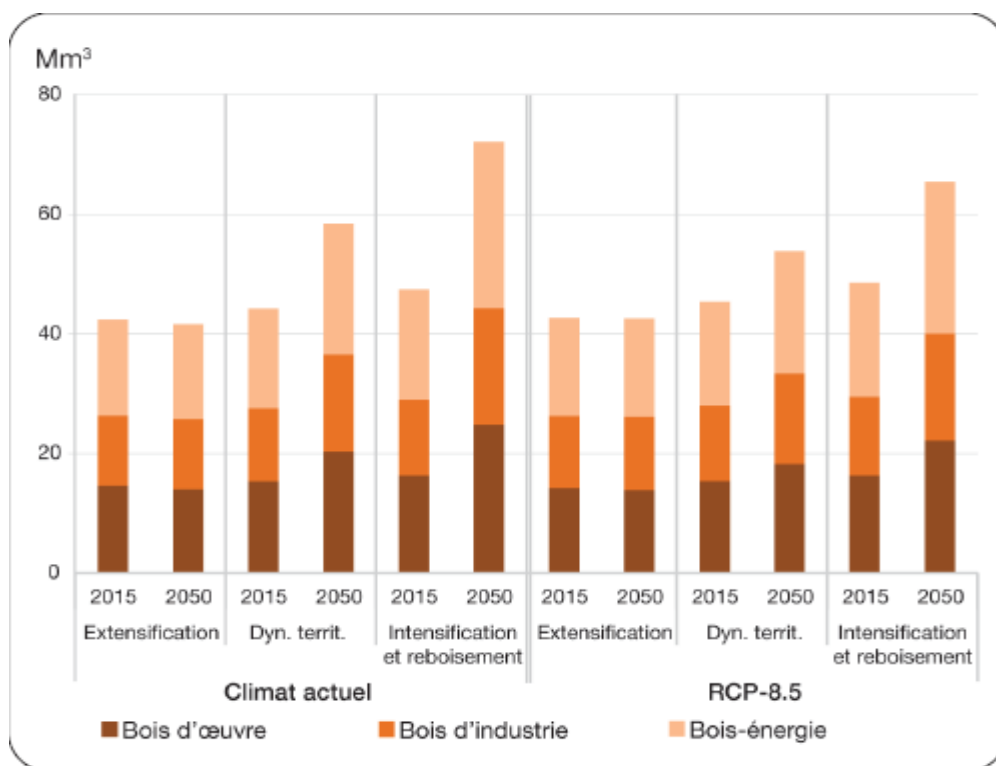


Figure 43 : Répartition des volumes de bois entrant dans la filière en 2015 et 2050 selon les usages (Roux A. et al., 2020)

f. Des effets sur la capacité des écosystèmes forestiers à stocker du carbone (Roux A. & al, 2020)

Les forêts constituent un élément central de la stratégie nationale bas-carbone notamment avec leur rôle de puits de carbone. Cependant, le changement climatique pourrait mettre en péril cette capacité qu'ont les forêts à séquestrer puis à stocker du carbone. Les forêts pourraient alors devenir une source de CO₂. Une étude du Citepa (rapport SECTEN), montre une diminution du stockage de carbone dans les forêts avec une chute de 60% entre 2013 et 2021

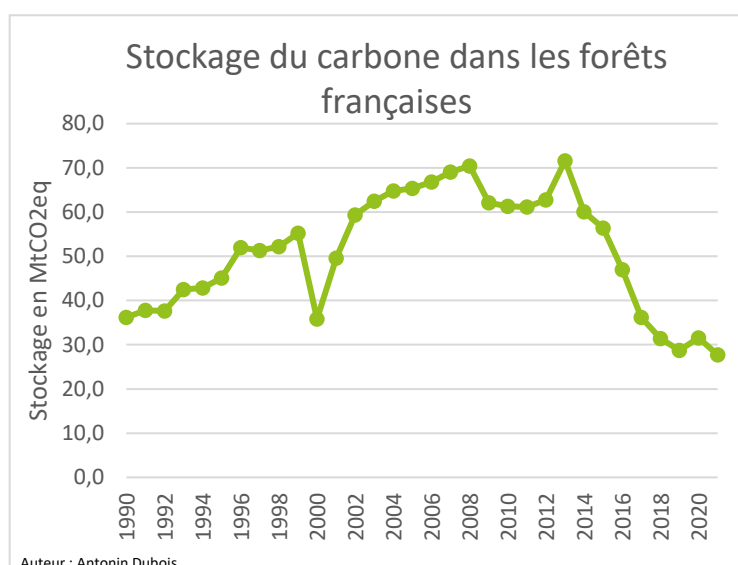


Figure 44 : Evolution du stockage dans les forêts (Citepa, 2023)

(Figure 44). Cette tendance à la baisse suscite des inquiétudes d'autant plus que des forêts du Grand Est et des Hauts-de-France auraient déjà un puits négatif, principalement à cause des épisodes de sécheresses de ces dernières années (Vasseur J., 2023). Ces chiffres et ses informations peuvent paraître surprenant sachant que la forêt française est en pleine dynamique d'accroissement et que logiquement, le puits de carbone devrait s'accroître en conséquence. Il est donc important d'utiliser les données du Citepa avec prudence, non pas parce que c'est donné sont fausses mais simplement parce qu'il est difficile de savoir ce quelles représentent exactement. Est-ce qu'il s'agit d'un flux net de carbone obtenu après déduction des prélèvements et des émissions issues des forêts ? Ou est-ce qu'il s'agit d'un flux brut ? Les résultats du Citepa sont aussi surprenant si on les compare à ceux de l'étude IGN-INRAE, sur la période 2016-2020. Le Citepa montre une absorption de CO₂ qui s'élève à environ 30 MtCO₂eq/an tandis que l'étude IGN-INRAE obtient un stockage de 80 MtCO₂eq/an pour la même période. Il y a donc une différence de 63% entre les deux études. Mais est-ce que ces données sont réellement comparables ? L'étude IGN-INRAE montre un stockage, donc le flux de CO₂ brut qui alimente le stock de carbone forestier. Tandis que pour le Citepa ce serait à priori un flux net.

Par conséquent, il faut faire preuve de recul sur les chiffres que l'on peut croiser dans des études ou dans des articles de presse aux titres alarmistes et surtout faire preuve de prudence dans l'interprétation de ces chiffres. Il est évident que le changement climatique a et va avoir des effets néfastes sur les forêts, mais en ce qui concerne le puits de carbone, il faut avoir à l'esprit qu'il fluctue naturellement, qu'il est difficile à évaluer et donc qu'il est difficile de déterminer la part du changement climatique dans ces fluctuations. Les études de

l'IGN, de l'INRAE ou encore de l'ADEME sont aussi à prendre avec du recul puisqu'elles aussi sont soumises à des incertitudes²⁷.

La suite du développement s'appuiera sur l'étude IGN-INRAE pour l'étude de l'évolution du puits de carbone de la filière forêt-bois à l'horizon 2050, qui intègre deux scénarios climatiques : Climat actuel et RCP 8.5. Le modèle MARGOT, utilisé dans cette étude, a été, dans une seconde partie, couplé au modèle GO+ de l'INRAE pour intégrer les effets du climat sur les simulations. Le modèle GO+ joue ici un rôle similaire au modèle CASTANEA utilisé pour le projet MOPROF.

Dans les écosystèmes forestiers, l'intégration du scénario climatique RCP 8.5 induit un stockage annuel 35 à 39% inférieur en 2050, par rapport au stockage en climat actuel (Figure X). Le changement climatique induirait donc un ralentissement de la séquestration du carbone, mais qui resterait positive jusqu'en 2050, peu importe le scénario de gestion. La dynamique d'accroissement des forêts permet de maintenir une séquestration positive pour encore plusieurs décennies, d'après l'étude, mais le changement climatique devrait être encore plus impactant sur les forêts, au-delà de 2050, contraignant leur rôle de puits de carbone. Le scénario de gestion extensive, reste le plus important en termes de stockage de carbone. A l'inverse, le scénario intensif, induit une décroissance de la vitesse de stockage (Figure 45). Par conséquent, comme pour le stock de bois sur pied étudié précédemment, le puits de carbone dépend en grande partie du mode de gestion qui peut réduire ou bien accentuer les effets du changement climatique sur les peuplements.

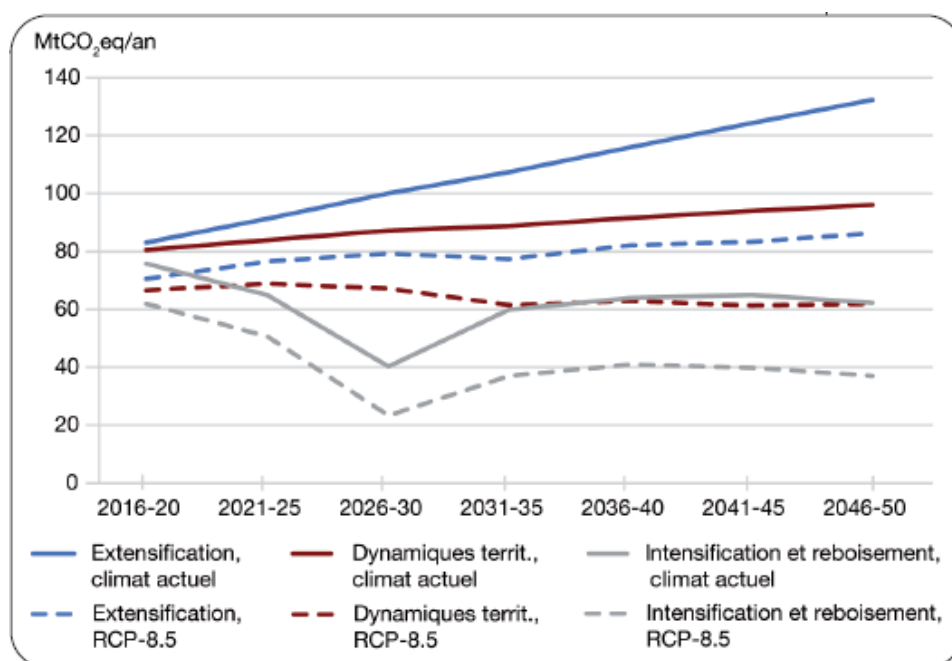


Figure 45 : Stockage annuel du carbone dans l'écosystème forestier sur la période 2016-2050, selon trois scénarios de gestion et deux scénarios climatiques (Roux A. et al, 2020)

²⁷ Voir la thèse de Baptiste Kerfriden, partie 5.1, sur l'évolution du puits de carbone forestier français et son analyse statistique qui montre une volatilité des intervalles de confiances (figure 5.2) : <https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-03970190>

Le stockage de carbone dans les produits du bois varie peu et reste faible en fonction du scénario climatique (Figure 46). Il y a un pic du stockage sur la période 2026-2030 pour le scénario intensification qui correspond à une hausse des prélèvements en forêt, qui implique une baisse du stock de bois en forêt, mais une hausse de la production de produit du bois. Ce pic se stabilise ensuite par la mise

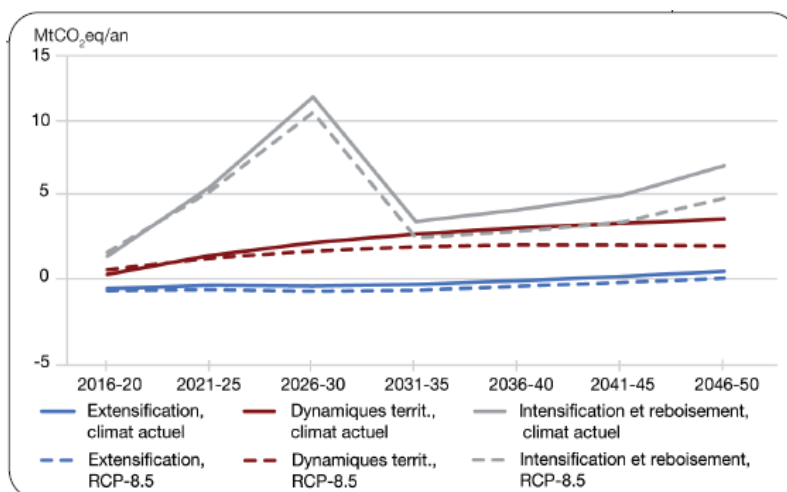


Figure 46 : Stockage annuel du carbone dans les produits de la filière bois sur la période 2016-2050, selon trois scénarios de gestion et deux scénarios climatiques (Roux A. et al, 2020)

en œuvre d'un plan de reboisement prévu dans le scénario. Cependant, il pourrait y avoir à nouveau une hausse du stockage dans les produits du bois, au-delà de 2050, à cause d'une quantité de bois mort plus importante, liée aux effets croissant du changement climatique. Les effets de substitution devraient eux aussi être peu impactés par le changement climatique. Ils pourraient même constituer un levier pour compenser le ralentissement du stockage dans les écosystèmes et pour contribuer à la lutte contre le changement climatique.

En dressant le bilan carbone, tout compartiment de la filière forêt-bois compris, les scénarios subissent un ralentissement de la séquestration du carbone qui se matérialise par une différence qui va de 21% pour le scénario intensif à 23 % pour le scénario extensif, par rapport aux résultats sous climat actuel (Figure 47).

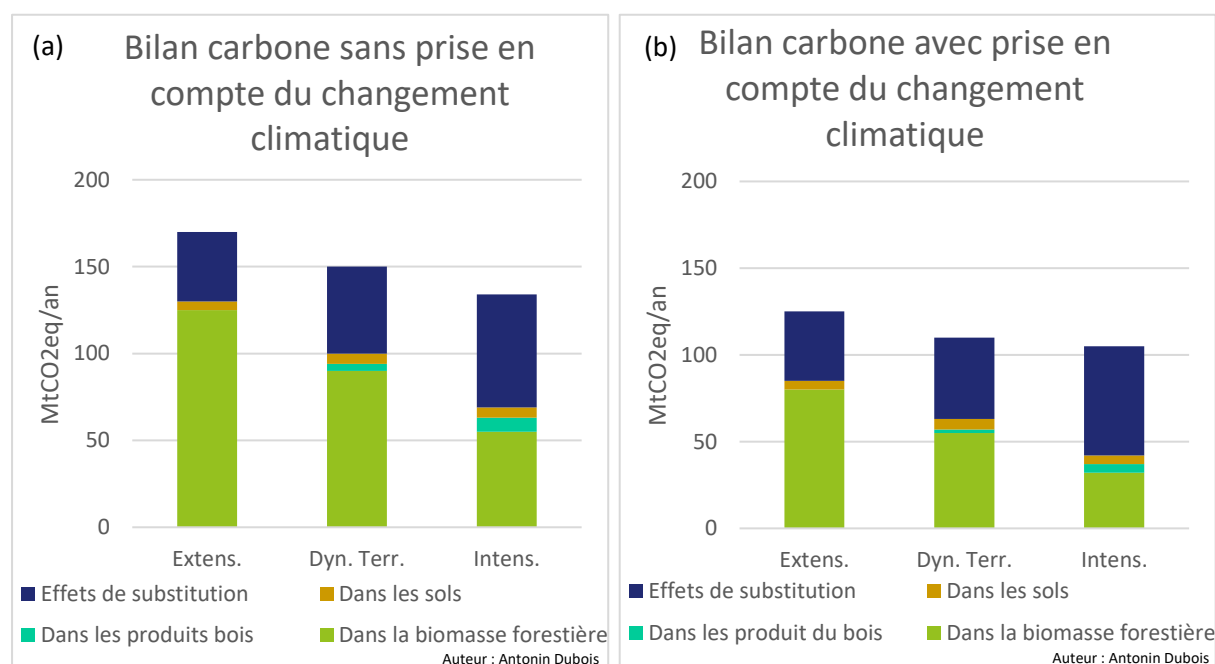


Figure 47 : Bilan carbone de la filière forêt-bois à l'horizon 2050, selon trois scénarios de gestion sans (a) et avec (b) prise en compte du changement climatique (Roux A. et al, 2020)

Le scénario extensif est celui qui subit la plus grande baisse, mais reste le scénario qui permet de stocker le plus. Cette projection montre que les effets de substitution, du scénario extensif ne parviennent pas totalement à compenser le puits de carbone naturelle, mais restent une alternative intéressante car ils sont plus stables et plus sûrs face aux aléas climatiques, selon l'étude.

L'évaluation actuelle et future du stockage du carbone est complexe. Beaucoup d'incertitudes subsistent. Il est possible de comptabiliser avec une certaine précision le stock de carbone à partir du stock de bois, calculé à partir de l'inventaire forestier. Cependant lorsqu'il est question d'évaluer les flux de CO₂, notamment ceux liés au produit du bois ou aux effets de substitution, la tâche se complique. L'évaluation du stockage dans les produits du bois dépend de leur durée de demi-vie²⁸ qui est variable d'un produit à l'autre et ne reflète pas nécessairement la réalité (simplification et demi-vies moyennes). De plus, il faut connaître la proportion des différents produits du bois en circulation. Les effets de substitutions, quant à eux nécessitent de connaître les bilans carbone du bois-matériaux et du bois-énergie afin de les comparer avec les bilans carbone d'autres matériaux et énergies, pour en évaluer les gains potentiels en termes d'émission de GES. Toutes ces étapes engendrent de l'incertitude qui rend difficile l'exercice de prospection, d'autant plus si les modifications du climat sont prises en compte. Selon les estimations de l'étude IGN-INRAE, la filière forêt-bois devraient continuer à assurer son rôle de puits de carbone à l'horizon 2050, notamment grâce à l'accroissement naturel des forêts qui devrait se poursuivre. Mais il n'y a pas de certitude sur l'intensité du stockage avec le changement climatique. Bien que certaines forêts semblent déjà souffrir de la hausse des températures, et ne semblent plus en mesure d'assurer leur fonction de puits de carbone, cette tendance est encore très localisée. De plus il faut rester prudent face aux différents discours et données que l'on peut rencontrer et essayer de croiser les sources au maximum.

g. Et aboutir à des conséquences socio-économiques directes

Le changement climatique en tant que tel, c'est-à-dire une hausse globale des températures moyennes devrait impacter les forêts françaises de façon progressive, tant qu'elles restent dans leur dynamique d'accroissement. Au regard des projections sur les stocks de bois sur pied et la productivité des forêts, la filière forêt-bois ne devrait pas rencontrer des difficultés d'approvisionnement à l'échelle nationale, au moins jusqu'en 2050. Ce qui constitue une assurance à moyen terme pour l'économie de la filière qui va surtout reposer sur le choix des orientations politiques et les régimes de gestion forestière. Cependant, la plus grosse menace que constitue le changement climatique, est son influence sur l'occurrence et l'intensité des événements climatiques extrêmes. Ces événements peuvent provoquer d'importants dégâts dans des laps de temps très courts (moins d'une journée pour une tempête, à quelques jours pour un incendie). Si ces événements restent ponctuels et suffisamment espacés temporellement, la filière forêt-bois sera en mesure de

²⁸ Nombre d'années nécessaire pour que la quantité de carbone stockée dans une catégorie de produits ligneux récoltés ne représente plus que la moitié de sa valeur initiale (Journal officiel de l'Union européenne, 2013). Voir annexe 10 pour avoir les durées de demi-vie des différents produits du bois

les encaisser comme ce fut le cas lors des tempêtes Lothar et Martin de 1999, sans qu'il y ait de conséquences économiques sur le long-terme.

Exemple : les feux de forêts

Les feux de forêts sont un bon exemple d'événements extrêmes qui risquent d'être de plus en plus récurrents dans les années à venir, avec une part croissante du territoire national concerné. La politique de lutte contre les incendies a permis de réduire considérablement le risque mais au pris d'un coût important principalement dédié aux moyens de luttés aériens et à des mobilisations de personnels dans les zones jugées les plus vulnérables. Cependant, on peut s'attendre à une augmentation des coûts si ses zones sujettes au risque incendie s'étendent comme le prévoit Météo France (Figure X). Ensuite, la politique de lutte contre les incendies priorise d'abord les personnes, les biens puis l'environnement (Bacci J. et al, 2022). Donc les espaces forestiers pourraient ne pas bénéficier de moyens de lutte important dans le cas d'incendies de grande ampleur qui toucheraient aussi de vaste zone d'habitations.

Lors d'incendies, les principales victimes sont les forestiers donc l'amont de la filière forêt-bois, les particuliers et les collectivités territoriales avec la destruction partielle ou totale de biens et d'infrastructures. Cependant, les forestiers se voient infliger une double peine puisque d'une part, ils subissent une perte de capital et d'autres part, ils doivent avancer des frais pour reboiser leurs parcelles. Par contre, l'aval de la filière est bien moins impacté puisque les volumes de bois touchés restent plutôt faibles par rapport au volume sur pied total et le bois en partie dégradé par les flammes peut toujours être employé pour du BE ou broyé. Mais encore une fois, la donne pourrait changer avec l'expansion des zones à risque, en Nouvelle-Aquitaine notamment. Il est aussi à craindre que certain territoire voie une baisse de leur attractivité à cause d'incendies récurrent et d'une dégradation des paysages qui pourraient par exemple, affecter le secteur du tourisme. Le bien-être et la santé public sont aussi des éléments à prendre en compte lors d'incendies, avec de potentielles victimes, des stress post-traumatiques ou encore des procédures d'évacuations qui affectent directement le quotidien des personnes concernées (36750 habitants et touristes ont dû quitter leur logement durant les incendies de 2022 en Gironde ; Bacci J. et al, 2022).

Les conséquences socio-économiques du changement climatique sur la filière forêt-bois sont difficiles à évaluer à l'avenir, surtout par rapport aux risques naturels qui pour l'instant affectent surtout la filière localement.

3. Des solutions pour une forêt résiliente, mais peu de consensus

Face aux effets du changement climatique, beaucoup de questions se posent sur les stratégies à adopter pour que les forêts continuent d'assurer leurs fonctions et les services qu'elles fournissent. Le changement de régime de gestion et la sélection d'essences considérées comme plus résistantes apparaissent comme deux leviers majeurs d'adaptation. Cependant, le choix des changements à adopter fait débat : Faut-il réduire les actions de l'Homme sur les forêts et les laisser évoluer naturellement ? Ou alors est-ce qu'il faut s'orienter vers une gestion volontariste des forêts pour les adapter ? Doit-on privilégier des

essences exotiques ou uniquement des espèces indigènes ? Ces questions n'ont pas trouvé de réponses faisant l'unanimité, d'autant plus qu'elles ont tendance à refléter différentes positions et volontés politiques qui s'opposent. Il y a d'un côté les acteurs de la lutte en faveur de l'environnement, qui sont plutôt pour une forme de protectionnisme des forêts, avec une intervention limitée de l'Homme, et d'un autre côté, il y a l'Etat et les forestiers qui s'accordent sur la nécessité de s'impliquer dans la gestion des forêts, pour pérenniser des services comme la fourniture de bois ou le stockage de carbone. L'objectif de cette partie est donc de montrer des solutions envisagées et explorées pour essayer d'y voir plus clair au milieu des débats qui animent l'adaptation des forêts.

a. Vers des changements d'essences pour plus de résilience

Dans les décennies à venir, il est plus que probable que les forêts françaises connaîtront des changements dans leur composition spécifique. Ce changement d'espèces peut se faire naturellement avec la disparition de certaines d'entre elles et l'apparition ou le développement d'autres espèces. Cependant, comme on a pu le voir dans la partie précédente, l'évolution du changement climatique semble trop rapide pour permettre une migration naturelle des arbres. C'est en partant de ce constat que les forestiers et les acteurs de la recherche ont commencé, il y a une dizaine d'années, à mener des expérimentations avec plusieurs essences afin de déterminer celles qui seraient le plus adaptées dans un climat futur. Le choix a été fait de sélectionner des essences exotiques parmi les essences testées, pour évaluer leur tolérance climatique et leur potentiel de développement en sylviculture, mais aussi pour étoffer un panel d'arbres indigènes potentiellement résilients.

Exemple d'expérimentations : le réseau REINFFORCE

(Orazio C. et al., 2013)

Présentation de REINFFORCE

Le réseau d'infrastructure de recherches pour le suivi et l'adaptation des forêts au changement climatique (REINFFORCE) est un projet européen qui vise à tester différentes essences dans 38 parcelles test – appelées arboretum – et plusieurs modes de gestion sur 41 sites de démonstration de gestion adaptative, dans quatre pays différents.

Les partenaires du projet



Figure 48 : Partenaires du projet REINFFORCE par pays

Définition d'un arboretum

Dans le cadre de REINFFORCE, un arboretum est une parcelle de 2 ha avec une densité d'environ 1000 arbres/ha. Chacune des 36 espèces retenues doit être représentée dans les arboretums du projet. Au sein des arboretums, les espèces sont réparties en trois blocs minimum de 12 arbres (Figure 49), chaque bloc correspondant à une provenance différente pour une espèce donnée (Voir Annexe 13 pour un exemple d'arboretum).

Le choix des essences et des sites

Au lancement du projet, les différents acteurs européens ont défini une liste de 36 essences (autochtones ou non) à tester (Annexe 13). Une fois les essences définies, des parcelles ont été sélectionnées auprès de propriétaires publics ou privés, via les partenaires du projet (Figure 48) pour accueillir un arboretum qui sera installé selon un protocole commun. Les expérimentations REINFFORCE ont commencé en 2010, pour une durée de 15 ans.



©Antonin Dubois

Figure 49 : Bloc d'eucalyptus de l'arboretum de Chantecorps

Exemple d'expérimentations : le réseau ESPERENSE

(ONF, 2022)

Présentation d'ESPERENSE

Le réseau multipartenaire d'évaluation de ressources génétiques forestières pour le futur (ESPERENSE) est un projet réunissant plusieurs acteurs de la recherche, dans l'objectif de construire la base d'un réseau expérimental de nouvelles essences, pour faire face au changement climatique. Le projet a officiellement débuté en 2018 et s'est terminé en 2021. Le réseau est maintenant opérationnel, des expérimentations ont lieu, notamment sur des parcelles de l'ONF, et elles appliquent les protocoles définis lors du projet.

Les partenaires du projet



Définition de zones à enjeux prioritaires

Le projet ESPERENSE a défini des zones à enjeux par essence ou multi-essence, en identifiant les zones de production à enjeux d'une ou plusieurs essences, puis en superposant ces zones avec les zones où l'essence (ou les essences) est la plus vulnérable face au changement climatique (analyse de vulnérabilité réalisée grâce aux outils Climessences, BioClimSol et au modèle de surmortalité d'AgroParisTech).

Le choix des essences à tester

Après avoir défini les zones à enjeux une liste d'espèces à tester, devant répondre à 3 critères, est élaborée :

- 1) Les espèces doivent être compatibles avec le climat futur de la zone à enjeux
- 2) Avoir une capacité de production proche de l'essence de production actuelle
- 3) Être non invasives (primordial)

Trois tests d'évaluation des essences

Dans des parcelles qui se situent dans une zone à enjeux :

- 1) Test d'élimination (Figure 50) : 40 à 60 essences et 48 arbres par essence
- 2) Test de comportement : 4 à 8 essences et 250 arbres par essence
- 3) Ilot d'avenir : 1 essence testée sur une parcelle de 0,5 à 1 ha



Figure 50 : Test d'élimination dans la forêt de l'hermitain

©Antonin Dubois

Le choix d'intégrer des essences non-indigènes dans les expérimentations pour une utilisation future en sylviculture ne fait pas consensus notamment auprès d'acteurs scientifiques et de la protection de l'environnement. Parmi les arguments mis en avant, il y a le fait que les essences exotiques peuvent entrer en compétition avec des essences locales, qu'elles peuvent devenir invasives et finalement dénaturer les forêts locales et perturber les écosystèmes en place. Il y a aussi une crainte vis-à-vis de l'importation d'agents pathogènes ou de ravageurs via l'importation de plants d'origines étrangères. Cependant, au cours d'un colloque organisé par le RMT AFORCE²⁹, Brigitte Musch, chargée de R&D au sein de l'ONF, a précisé que les plants présents dans les expérimentations étaient issus de pépinières françaises, qui les avaient cultivés à partir de graines. Bien qu'une partie de ces graines provienne de l'étranger, l'importation de parasites ou de pathogènes est bien plus difficile, surtout que ces graines ont fait l'objet d'une sélection et d'une préparation.

Ainsi l'implantation d'essences exotiques n'est pas forcément néfaste si elle est réalisée de manière contrôlée et pourrait s'avérer utile à l'avenir, pour renouveler une partie des forêts. Cependant, il existe trois contraintes à l'implantation d'essences exotiques. La première, est de **trouver des essences qui peuvent aussi bien se développer en climat actuel que dans un climat futur**, pour une zone donnée. Ce qui implique que les processus d'implantation et de migrations assistées ne peuvent se faire que progressivement et dans des zones relativement proches du climat d'origine de l'essence. Ensuite, **les pépinières n'ont pas forcément beaucoup de choix d'essences**, donc elles n'ont pas toujours d'essences exotiques (ou indigènes mais plus atypiques), considérées comme prometteuses dans les différentes études existantes. Cette situation contraint les gestionnaires forestiers dans le renouvellement des essences au sein de leurs peuplements. Enfin, **la politique européenne** ainsi que les différents labels de gestion durable, comme le FSC ou le PEFC, **ne sont pas favorable à la plantation d'espèces exotiques** dans les sylvicultures, ce qui n'encourage pas les forestiers à avoir recours à ses espèces, par crainte de perdre leurs certifications (ce qui pourrait avoir des conséquences sur la vente de leur bois). Ce décalage constitue aussi un frein pour la mise en pratique des expérimentations dans des sylvicultures, principalement privées.

Mais ces freins ne sont pas infondés et les craintes sur des impacts potentiels sur l'environnement et la biodiversité locale sont légitimes. Dans l'état actuel des connaissances, il est difficile de savoir quel impact va avoir une essence exotique sur son environnement, c'est pourquoi une grande prudence s'impose. La plantation d'essence exotique n'est pas nouvelle (ex : Douglas originaire d'Amérique du Nord), mais n'a pas toujours été encadrée, ce qui a pu conduire à des conséquences néfastes (ex : Robinier faux-acacia³⁰ ; CDR-EEE, 2016). C'est pourquoi, l'implantation d'une essence exotique doit se faire que si le coût risque/bénéfice est favorable (Société botanique de France, 2021). Mais seule l'expérimentation est en mesure de trancher. Cependant, à l'heure actuelle, les différentes

²⁹ Journées RMT AFORCE du 3 au 4 juillet 2023 : contribution des dispositifs expérimentaux à l'adaptation des forêts au changement climatique : évaluation sur le terrain des essences d'avenir

³⁰ Le robinier faux-acacia est considéré comme une espèce pionnière à croissance et multiplication rapide, très compétitive. De plus, le robinier modifie la nature du sol en fixant l'azote atmosphériques.

expérimentations menées par l'ONF ou dans le cadre de REINFFORCE avec le CNPF, n'ont pas encore montrées tous leurs résultats. Bien que les tests menés dans le cadre de REINFFORCE devraient arriver à leur terme à l'horizon 2025-2026, il faudra encore attendre quelques années avant que d'autres études arrivent aussi à leur terme. Compte tenu de la durée de croissance des arbres, chaque expérimentation se déroule au minimum sur une décennie, ce qui demande un certain temps, or la situation climatique devient de plus en plus pressante.

Projets sur l'adaptation des forêts au changement climatique (terminés et en cours)

Principaux porteurs de projets et partenaires forestiers/scientifiques



Auteur : Antonin Dubois

Pour en savoir plus

REINFFORCE

<https://reinfforce.iefc.net/en/>

RENEssences

<https://www.onf.fr/onf/forets-et-changement-climatique/+5b1::avec-le-projet-renessences-lonf-se-mobilise-pour-ladaptation-des-forets.html>

ESPERENSE

<https://www.onf.fr/produits-services/actualites/+16c3::les-rendez-vous-techniques-de-lonf-numero-74.html>

GIONO

<https://www.onf.fr/onf/forets-et-changement-climatique/+2f9::projet-giono-en-images-le-grand-exode-climatique-des-arbres.html>

CARAVANE

<https://www.reseau-aforce.fr/n/caravane/n:3402>

GEN4X

<https://www6.inrae.fr/in-sylva-france/Services/In-Situ/Reseau-GEN4X>

REFER

<https://www.onf.fr/vivre-la-foret/+194e::projet-refer-identifier-les-essences-darbres-de-demain-pour-preserver-la-foret-et-perenniser-l'excellence-de-la-filiere-bois.html>

FuturForEst

<https://www.onf.fr/chasse/+1b9f::adaptation-des-forets-aux-changements-climatiques-futurforest.html>

Pour voir les autres études existantes

<https://www.reseau-aforce.fr/n/liste-par-annee/n:3399>

b. La biodiversité et la mixité des essences comme garants de la résistance des forêts

La mixité des essences au sein des peuplements forestiers est peut-être le seul sujet qui fait consensus entre les différents acteurs de la forêt. Face à des expérimentations qui prennent du temps et le changement climatique qui se fait de plus en plus pressant, l'une des stratégies les plus efficaces est d'intégrer une variété d'essences au sein des sylvicultures. Cette solution présente de multiples avantages, notamment en offrant aux peuplements forestiers, une meilleure résistance face aux risques pathogènes et aux ravageurs. En effet, la diversité d'espèces implique, qu'en cas de maladie ou d'invasion de ravageurs, il y a plus de chance qu'au moins une espèce ne soit pas ou peu atteinte (Assemblée nationale, 2023). Ainsi, contrairement à un peuplement monospécifique, les pertes vont se limiter aux essences les plus sensibles et non au peuplement entier (Figure 51).



Un autre avantage, est que la mixité des essences s'accompagne souvent d'une mixité des strates de végétation et donc d'une discontinuité verticale du couvert arboré. En plus d'être favorable à la biodiversité, cet aspect contribue aussi à rendre les forêts plus résistantes et résilientes face aux risques naturels. Dans le cas des tempêtes, cette mixité induit différentes prises au vent, qui vont impacter une partie des arbres en fonction de leur diamètre, de leur hauteur et de la proportion qu'occupe le houppier. L'étagement hétérogène des arbres, dispersés de façon irrégulière, permet aussi de ralentir la propagation du feu en cas d'incendie (Rolland C., 2023), en créant des discontinuités (Bacci J. et al., 2022).

Cette solution qui pourrait être assimilée à un régime de gestion en futaie mixte irrégulière, présente aussi des inconvénients. Premièrement, cela implique une gestion et un entretien plus difficile du peuplement lié à la variabilité des essences, leur classe d'âge et leurs rythmes de croissance potentiellement différés dans le temps. De plus, instaurer ce régime de gestion implique de faire des concessions en termes de rendement, du moins à court terme, puisque les coupes sont étalées dans le temps. Enfin, il faut réfléchir à la cohabitation entre les différentes espèces et à la disponibilité des ressources dans le milieu, sans quoi, le peuplement mixte ne pourrait se développer (Assemblée nationale, 2023).

c. Des changements dans les pratiques de gestions sylvicoles : le débats entre laisser faire la forêt ou la gérer activement

Le choix du type de gestion à adopter est un élément central dans les débats qui animent la filière forêt-bois française, et à juste titre : le mode de gestion est le levier principal pour atteindre les objectifs de production et de stockage du carbone. Mais c'est aussi le mode de gestion qui conditionne en grande partie la résilience des forêts et l'accomplissement des différentes fonctions et services environnementaux associés aux forêts. Deux écoles s'opposent sur ce sujet : une qui prône l'extensification et une gestion limitée des forêts, tandis qu'une autre est pour une intensification des prélèvements et une gestion active des forêts. Les différents scénarios prospectifs vus précédemment traitent de la gestion des forêts, mais n'apportent pas réellement de conclusions, ou nuancent leurs résultats sans apporter d'affirmations sur le meilleur des choix, s'il y en a un.

Tableau 4 : Arguments pour et contre l'extensification ou l'intensification de la gestion

	Extensification		Intensification	
	Arguments	Porteurs	Arguments	Porteurs
Pour	Maximisation du stock de carbone sur pied par l'accroissement en volume des forêts		Permet une hausse de la fourniture en bois	 GOUVERNEMENT
	Gestion la plus favorable à court terme selon les scénarios prospectifs		Permet une meilleure capacité de réaction et d'adaptation lié à la réduction des cycles de coupes	 GOUVERNEMENT
	Impact limité sur l'environnement, par des méthodes de gestions durables et des coupes moins récurrentes		Mise sur le stockage dans les produits du bois et via des effets de substitution car plus stable dans le temps que le puits forestier	
Contre	Augmente la vulnérabilité des forêts aux événements extrêmes par : • une augmentation du stock sur pied qui s'accompagne d'une hausse du capital risque pour le puits de carbone forestier • une stagnation du stock de carbone dans les produits du bois et des effets de substitution		Implique plus de pression sur les milieux forestiers	
			Malgré une possible exposition plus grande aux risques, le puits forestier aura un stockage supérieur et plus rapide que dans les produits du bois et les effets de substitution	
	Limite le développement de la filière forêt-bois en contraignant les prélèvements de bois et accroît son déficit		Réduit le rôle du puits forestier Faible approbation du public	  GOUVERNEMENT

Auteur : Antonin Dubois

Un travail d'identification des arguments pour ou contre l'une ou l'autre des politiques de gestion a été mené, en plus d'une identification du positionnement des acteurs impliqués dans les débats (Tableau 4). Il en ressort de façon nette et attendue une prise de position des ONG environnementales (Canopée, WWF, ...) en faveur d'une extensification des forêts, sans forcément aller jusqu'à une « mise sous cloche des forêts », principalement pour ses effets bénéfiques sur la biodiversité (WWF, 2023) et sa capacité à pouvoir stocker du carbone en grande quantité (Angerand S. et du Bus de Warnaffe G., 2020). Face à cette vision, s'opposent le gouvernement et la majeure partie des acteurs professionnels, qui sont davantage favorables à une extensification des forêts pour en accroître le rendement, faciliter l'adaptation au changement climatique et miser sur d'autres moyens pour stocker du carbone (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2017). Mais ces prises de position ne veulent pas dire que, par exemple, le gouvernement ne prend pas en compte l'impact environnemental d'une gestion extensive, ou que les ONG environnementales réfutent la nécessité d'exploiter les forêts. La différence entre ces deux catégories d'acteurs tient surtout du point de vue et de l'importance accordée aux différentes thématiques.

Le domaine scientifique représenté ici par l'IGN et l'INRAE (Tableau X), a une position affichée neutre. Cependant, il y a malgré tout une prise de position qui a pu être observée chez ces deux acteurs, suite à plusieurs échanges. L'IGN se montre plus proche des volontés de l'Etat notamment au travers de la question de la vulnérabilité du stock de carbone forestier. Selon Jean-Daniel Bontemps, directeur de recherche au Laboratoire d'Inventaire Forestier, laisser les forêts se développer en limitant leur gestion, reviendrait à accumuler une grande quantité de carbone dans les milieux naturels. Or, à l'image d'un ballon de baudruche, la forêt pourrait « éclater » à la moindre perturbation (incendie, tempête, ...) et libérer en grande quantité le carbone stocké. Cette perspective rend le stockage du carbone en forêt incertain, d'autant plus dans un contexte de changement climatique, où l'exposition des forêts aux risques naturels devrait se renforcer. Ainsi pour limiter cette exposition, il faudrait maintenir une gestion active des forêts, sans compromettre leur dynamique de croissance, mais en s'appuyant sur d'autres moyens pour stocker du carbone (ex : effets de substitution). Valentin Bellasen, chercheur à l'INRAE, ne partage pas tout à fait ce point de vue. Bien qu'il reconnaisse que l'exposition aux risques va potentiellement augmenter, il soutient que malgré tout, les forêts resteront le meilleur moyen pour séquestrer du carbone atmosphérique. Son propos est appuyé par les résultats de l'étude sur la filière forêt-bois face au changement climatique (Roux A. et al., 2020), réalisée en collaboration avec l'IGN, dans laquelle le mode de gestion extensif est toujours le plus favorable, à l'horizon 2050, en termes de stockage de carbone, que le mode de gestion intensif.

Cependant, le débat ne s'arrête pas uniquement sur la politique de gestion, mais aussi sur le régime de gestion c'est-à-dire :

- Est-ce qu'il faut planter en futaie régulière ? en futaie irrégulière ?
- Faut-il réduire la durée des cycles de coupes ?
- Doit-on implanter des essences exotiques ?

Après s'être posé la question du régime à adopter, il y a la problématique des opérations de coupes et d'entretiens. Sur ce point, il y a un clivage fort entre les forestiers, des ONG environnementales et le public, notamment sur la question des coupes rases (GIP Ecofor et RMT Aforce, 2022). Si bien qu'à l'heure actuelle, les débats se cristallisent.

d. Conclusion : Miser sur la mixité des pratiques

Face à l'impasse résultant des débats sur la manière d'adapter la forêt au changement climatique et aux différents usages que les politiques prévoient, l'ONF a pris les devants, en proposant un nouveau concept : la forêt mosaïque. L'idée derrière cette solution, est de mixer un maximum d'essences, d'usages et de pratiques, à l'échelle du massif (Figure 52). A priori, cette proposition est aujourd'hui le meilleur compromis possible, permettant de mettre en pratique des solutions, en attendant que les expérimentations montrent des résultats concluants, et d'esquiver des débats sans fin. Ce concept de forêt mosaïque a aussi vu le jour pour prendre les devants face au changement climatique, qui ne cesse de gagner en intensité. Le principe est similaire à celui présenté pour la mixité des essences, mais étendu aux

pratiques sylvicoles. Il s'agit de tester autant de solutions que possible, de façon organisée dans un espace donné. Ces espaces ont vocation à évoluer au cours du temps, à mesure que les expérimentations amènent de nouveaux résultats et que le changement climatique se fasse plus impactant, pour, à terme, devenir totalement résilients, tout en permettant le maintien de fonctions et services environnementaux (ONF, 2021).

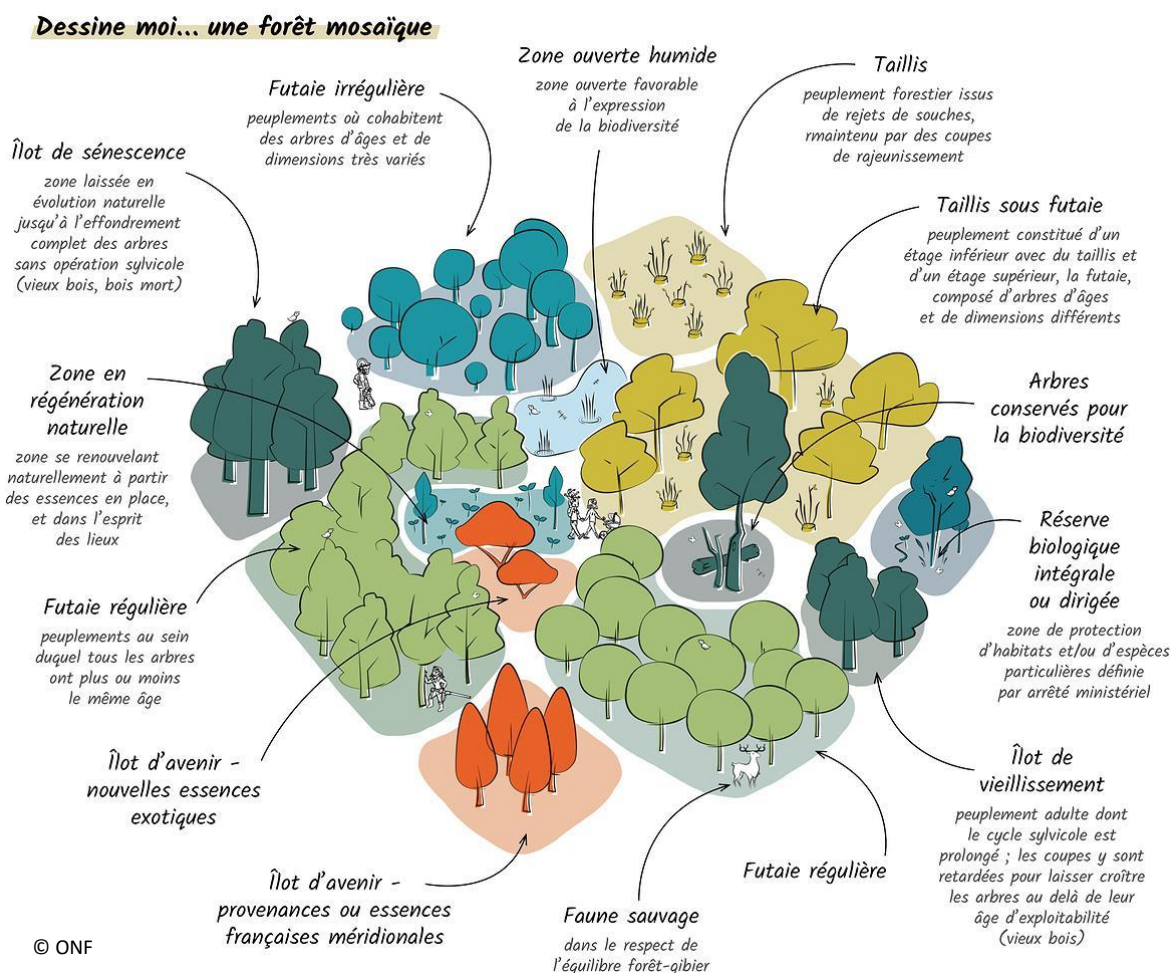


Figure 52 : Le concept de « forêt mosaïque » (ONF 2020)

La « forêt mosaïque » est, à première vue un concept prometteur, qui permettrait de dépasser les difficultés relatives à l'adaptation des forêts. Mais est-ce que cette solution qui est d'appliquer un maximum de solutions, donc ne pas réellement faire de choix, peut être considérée comme telle ? Est-ce que finalement, ce concept ne serait pas une forme d'aveu d'échec de la filière ? Un des freins à l'adaptation des forêts, est le manque de recul et de résultats sur les expérimentations en cours. Les premières d'entre elles ont débuté il y a une dizaine d'années environ et commencent à peine à fournir des résultats. La question qui vient alors est la suivante : est-ce qu'on s'y est pris trop tard ? Oui peut-être, en tout cas il est évident que la situation actuelle aurait été plus confortable pour les acteurs du milieu forestier, s'il existait déjà des solutions d'adaptations bien établies. Il ne s'agit pas de jeter la pierre sur les forestiers et les chercheurs, qui d'après les échanges qui ont pu être menés dans le cadre de ce travail, étaient déjà conscients des menaces liées au changement climatique, il

y a une trentaine voire quarantaine d'années, et en recherche de solutions³¹. Cependant, aujourd'hui, le constat est le suivant : il n'existe pas de solutions ou plutôt pas de solutions qui facent l'unanimité et qui puissent satisfaire pleinement les différentes volontés politiques et enjeux environnementaux qui englobent la forêt. Ainsi, la « forêt mosaïque » s'inscrit dans une volonté d'accélérer l'adaptation des forêts, sans savoir précisément comment y parvenir. Cette volonté se retrouve au sein de la politique forestière nationale notamment suite à la publication du rapport « Objectif Forêt », le 26 juillet 2023, qui prévoit un plan national de renouvellement forestier à grande échelle, à l'horizon 2030 (Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire, 2023). Ces propositions, qui remontent à 2020 pour le concept de « forêt mosaïque », montrent le sentiment naissant d'urgence au sein des acteurs de la forêt.

Conclusion

Bilan du travail de recherche et d'analyse

La forêt française va indéniablement devoir faire face à **des menaces grandissantes**, liées au changement climatique, que ce soit au travers d'épisodes de sécheresses plus intenses ou d'invasion de ravageurs à répétition. Mais le changement climatique est déjà présent et ses effets se font ressentir depuis quelques années maintenant. **La mortalité des arbres a augmenté de 54% en une décennie**, les plantations de Hêtres et d'Épicéas sont victimes de dépérissement dans les forêts du grand Est, et les incendies de 2022, qui ont affectés 72 000 ha de forêts, s'annoncent comme la nouvelle norme pour les décennies à venir. C'est pourquoi tous les acteurs de la forêt, publics ou privés, s'accordent sur la **nécessité d'adapter les forêts** à ces nouvelles menaces, afin de garantir les fonctions qu'elles assurent, aussi bien pour l'environnement que pour les besoins humains. Cependant, la tâche s'annonce difficile. Le caractère incertain du changement climatique associé au manque de recul sur ses effets et la façon dont réagissent les écosystèmes forestiers, font qu'à l'heure actuelle il n'y a pas de réelles solutions, ou plutôt, **il n'y a pas de solutions qui fassent l'unanimité**.

Le gouvernement parle d'une intensification des prélèvements de bois en forêt, afin d'utiliser cette ressource pour être moins dépendant de matériaux à forte empreinte carbone et produire une énergie plus durable que celle issue d'hydrocarbures. Il s'agit aussi de donner un nouvel élan à une filière forêt-bois qui a du mal à atteindre l'équilibre financier. Ces objectifs impliquent donc une gestion active des forêts qui s'oppose à la volonté des ONG environnementales et d'une partie de l'opinion publique, qui est de réduire l'implication de l'Homme dans la gestion forestière, afin de privilégier les fonctions environnementales et les services culturels et de bien-être associé à la forêt. Cette **divergence de point de vue** crée des tensions entre acteurs de la forêt, notamment sur la question de la gestion à adopter : Extensification ou Intensification ? Le positionnement sur l'une ou l'autre des propositions,

³¹ Selon les forestiers et chercheurs interrogés durant les journées du RMT Aforce, le problème venait surtout des financements qui ont tardés à être débloqués à l'échelle nationale et européenne

va dépendre des intérêts et des visions que chacun des acteurs va porter sur la forêt. Malgré des oppositions certaines, principalement sur des questions environnementales, il faut tout de même garder à l'esprit que le gouvernement et les ONG environnementales ont **des objectifs communs**, notamment sur l'atténuation du changement climatique ou s'accordent sur certains points, comme l'importance des produits du bois ou encore le stockage de carbone dans les milieux forestiers. **Les divergences proviennent surtout de l'importance accordée aux différentes thématiques** en lien avec la forêt.

Cependant, malgré des signes de fragilité, des menaces émergentes et des débats au sein de la filière, **la situation des forêts n'est pas catastrophique**, du moins pas autant que le contexte actuel pourrait laisser croire. En effet, la forêt française est dans une dynamique d'accroissement, qui dure depuis près de 200 ans. La jeunesse des peuplements forestiers y joue pour beaucoup dans cette dynamique mais aussi dans le stockage du carbone en forêt, qui reste pour le moment positif. L'avenir des forêts ne semble donc pas compromis, ni même celui de la filière forêt-bois, pour les décennies à venir, si l'on se fie aux différents scénarios prospectifs. De plus, ce présent travail a été l'occasion de constater que les acteurs de la recherche mais aussi les professionnels de la forêt sont mobilisés et conscients des risques associés au changement climatique. Ce constat est dans un sens rassurant, même s'il y a toujours sujet à débattre sur le commencement plus ou moins tardif de cette prise de conscience, et donne de l'espoir pour l'avenir de la forêt française.

Mais il faut tout de même rester prudent avec les scénarios prospectifs, qui n'ont que pour but de décrire un avenir possible. **Les différents paramètres climatiques sont associés à une grande incertitude** qui grandit à mesure que l'on s'éloigne de notre horizon temporel. De plus, la variabilité des menaces implique que les forêts ne sont pas à l'abri d'une succession de catastrophes naturelles qui pourraient, dans un laps de temps court, inverser les tendances actuelles et projetées. C'est pourquoi **l'option qui paraît la plus raisonnable serait de continuer à gérer les forêts**, peut-être pas de façon aussi intensive que le prévoit le gouvernement, mais **ne certainement pas laisser toute la forêt française en libre évolution** (Voir Annexe 14 et 15). L'évolution du contexte climatique implique que l'adaptation des forêts va se faire de plus en plus pressante, et que malheureusement elles ne soient pas en mesure de s'adapter seule, du moins pas à l'échelle d'une vie humaine.

Pour poursuivre le travail ...

Le sujet des forêts et le domaine de l'énergie sont en plein mouvement, notamment pour répondre aux besoins et aux exigences environnementales. C'est pourquoi, il est important de maintenir une veille scientifique et réglementaire pour rester informé des évolutions de l'état des forêts, de leur adaptation et sur les usages du bois. Il s'agit de maintenir une connaissance suffisamment pertinente sur ces sujets pour pouvoir proposer une vision et des solutions en accord avec le contexte actuel et futur. Quelques échéances et parutions de nouveaux documents ou études ont déjà pu être identifiées durant le travail de recherche :

- La publication de la nouvelle Stratégie Nationale Bas-Carbone, qui est prévue au plus tôt en fin d'année 2023. Cette révision pourrait contenir une nouvelle version du scénario AMS et un bilan carbone mis à jour de la filière forêt-bois.
- La publication d'une nouvelle version du scénario Afterres 2050, prévue pour la fin d'année 2023 ou début 2024.

Le suivi d'expérimentation pourrait être un plus dans le travail d'évaluation de l'évolution de la ressource en bois. Par exemple, l'ONF a lancé cette année (2023) le projet FuturForEst qui consiste à tester plusieurs plantations dans des parcelles se trouvant dans la région Grand-Est, touchée par des dépérissements inquiétants. En plus d'être un projet récent, il se situe à proximité de EIFER (8 îlots d'avenir sont localisés dans le département du Bas-Rhin), ce qui pourrait faciliter des échanges et le suivi sur le terrain (ONF, 2023.d).

Il pourrait aussi être intéressant d'étendre l'étude à d'autres pays européens comme la Suède, la Finlande ou encore l'Allemagne, dans lesquels la filière forêt-bois est au moins aussi développée qu'en France. Il est plus que probable que les problématiques rencontrées en France sont similaires dans d'autres pays voisins. Donc comparer les différentes approches, notamment dans l'adaptation des forêts face au changement climatique, pourrait permettre d'avoir une vision globale des différentes solutions et politiques forestières envisagées.

Enfin des travaux, pouvant être menés par EIFER, ont été envisagés, mais ne dépassent pas le stade d'idée et ne constituent donc que des pistes ou des propositions qui peuvent mériter réflexion :

- Mettre en place un travail de recherche visant à compléter les informations sur les essences dites « d'avenir » (essences testées dans les différentes expérimentations et supposées résiliente face au changement climatique) notamment en ajoutant les rendements énergétiques des différents bois produits ou leurs usages potentiels en produits du bois. L'intérêt serait de pouvoir prévoir une potentielle adaptation de l'appareil industriel et de valorisation de nouvelles essences de production.
- Questionner la faisabilité d'une cartographie multirisque et multi-facteurs de la vulnérabilité des forêts françaises. L'idée ici, serait de s'inspirer d'outils comme Climessences ou BioClimSol mais en ajoutant des facteurs biotiques et une vulnérabilité aux aléas climatiques. La finalité serait de spatialiser un indicateur de vulnérabilité qui prendrait en compte les risques biotiques et abiotiques, mais qui tiendrait aussi compte de la composition spécifique et du mode de gestion des différents peuplements.

BIBLIOGRAPHIE

- Académie des sciences (2023, juin). *Rapport du Comité des sciences de l'environnement de l'Académie des sciences et points de vue d'Académiciens de l'Académie d'Agriculture de France - juin 2023 – Les forêts françaises face au changement climatique*. Actu-environnement.com. <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-41964-rapport-academie-sciences-forets-2023.pdf>
- Agreste (2023, juin). Synthèses conjoncturelles – Commerce extérieur – Bois et dérivés – Le déficit extérieur des bois se creuse en 2022. Agreste.agriculture.gouv. <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/SynBoi23407/consyn407202306-Bois.pdf>
- Allens G. (2020, 23 janvier). *Le gouvernement accélère la privatisation de l'Office national des forêts*. Reporterre.net. <https://reporterre.net/Le-gouvernement-accelere-la-privatisation-de-l-Office-national-des-forets>
- Angerand S. (2020, 6 octobre). *Conférence : “Privatisation de l'ONF : Quelles conséquences pour nos forêts”*. Canopee-asso.org. <https://www.canopee-asso.org/conference-privatisation-de-lonf-quelles-consequences-pour-nos-forets/>
- Angerand S. et du Bus de Warnaffe G. (2020, janvier). *Gestion forestière et changement climatique – Une nouvelle approche de la stratégie nationale d'atténuation*. Canopee-asso.fr. https://www.canopee-asso.org/wp-content/uploads/2020/02/Rapport-WEBfor%C3%AAt-climat-Fern-Canop%C3%A9e-AT_Optimizer.pdf
- Assemblée Nationale (2023, 2 mai). *Rapport d'information déposé par la mission d'information sur l'adaptation au changement climatique de la politique forestière et la restauration des milieux forestiers, au nom de la commission du développement durable et de l'aménagement du territoire*. Assemblée-nationale.fr. https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/16/rapports/cion-dvp/l16b1178_rapport-information

- Association Canopée (2023). *Qui sommes nous ? – Mission*. Canopee-asso.org. <https://www.canopee-asso.org/qui-sommes-nous/mission/>
- Association Négawatt (2022, avril). *Scénario négawatt 2022 – Le scénario en détail*. Négawatt.org. <https://www.negawatt.org/IMG/pdf/scenario-negawatt-2022-rapport-complet-partie4.pdf>
- Association Solagro, Couturier C., Charru M., Doublet S., Pointerau P. (2016, décembre).
Afterres2050 – Le scénario Afterres2050 version 2016. Afterres2050.solagro.org.
https://afterres2050.solagro.org/wp-content/uploads/2015/11/solagro_afterres2050_version2016.pdf
- Audinot T. (2021, 13 octobre). *Développement d'un modèle de dynamique forestière à grande échelle pour simuler les forêts françaises dans un contexte non-stationnaire*. Thèse.
http://docnum.univ-lorraine.fr/public/DDOC_T_2021_0179_AUDINOT.pdf
- Bacci J., Loisier A-C., Martin P. et Rietmann O. (2022, 3 août). *RAPPORT D'INFORMATION FAIT au nom de la commission de l'aménagement du territoire et du développement durable et de la commission des affaires économiques par la mission conjointe de contrôle relative à la prévention et à la lutte contre l'intensification et l'extension du risque incendie*. Sénat.fr.
<https://www.senat.fr/rap/r21-856/r21-8561.pdf>
- Bardé M., Bélier S., Boutinot N., Chevassus-Au-Louis B., Hirbec P., Pipien G. (2021, mars). *H&B, La revue d'humanité et biodiversité n°6 – 2020/2021 – Spécial forêt et biodiversité – Ongulés sauvages, forêts et biodiversité*. H&B la revue d'humanité et biodiversité. ISSN : 2272-8805
- Bas A. et Imbert I. (2018, 22 novembre). *Les interactions Nature-Société, Proposition d'un cadre conceptuel*. EIFER. Project : BIODIV. HN-45/18/003
- BassiriRad H. et Gutschik V. (2003, 20 juin). *Extreme events as shaping physiology, ecology, and evolution of plants: toward a unified definition and evaluation of their consequences*. Doi : 10.1046/j.1469-8137.2003.00866.x

BRGM (2023, 17 mai). *Nappes d'eau souterraine au 1er mai 2023 et risques de sécheresse estivale*.

Brgm.fr. <https://www.brgm.fr/fr/actualite/communiqu%C3%A9-presse/nappes-eau-souterraine-au-1er-mai-2023-risques-secheresse-estivale>

CDR-EEE (2016, 30 mai). *Base d'information – ROBINIA PSEUDOACACIA*. Centre de Ressources

Espèces Exotiques Envahissantes. <http://especes-exotiques-envahissantes.fr/espece/robinia-pseudoacacia/>

Chambres d'agriculture (s. d.). *Forêt et agroforesterie – La forêt – Les missions des chambres*

d'agriculture. Chambres-agriculture.fr. [Forêt - Chambres d'agriculture France \(chambres-agriculture.fr\)](http://chambres-agriculture.fr/for%C3%AAt-chambres-d-agriculture-france)

Cessac M. (2021a, 12 avril). *La France toujours en quête d'une véritable filière bois*. Lemonde.fr.

https://www.lemonde.fr/economie/article/2021/04/12/la-france-toujours-en-quete-d-une-veritable-filiere-bois_6076480_3234.html

Cessac M. (2021b, 4 juillet). *Crise de la filière bois : nouvelles coupes dans les effectifs de l'Office*

national des forêts. Lemonde.fr. https://www.lemonde.fr/economie/article/2021/07/04/crise-de-la-filiere-bois-nouvelles-coupes-dans-les-effectifs-de-l-office-national-des-forets_6086962_3234.html

Citepa (2023, avril). *Emissions naturelles – Format Secten – Edition 2023*. Citepa.org.

<https://www.citepa.org/fr/secten/>

C.forest., art.D113-1 à D113-5 (2023, 15 mars). *Code forestier, Partie réglementaire, Livre Ier, Titre*

Ier, Chapitre III, Section 1, Sous-section 1, Articles D113-1 à D113-5. Legifrance.gouv.fr.

<https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGISCTA000031290645/2023-03-22/>

C.forest., art.D113-11 à D113-12 (2015, 29 juin). *Code forestier, Partie réglementaire, Livre Ier,*

Titre Ier, Chapitre III, Section 2, Sous-section 1, Articles D113-11 et D113-12. Legifrance.fr.

<https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGISCTA000030816612/2015-07-01>

C.forest., art.D313-1 (2012, 29 juin). *Code forestier, Partie réglementaire, Livre III, Titre Ier,*

Chapitre III, Section I, Article D313-1. Legifrance.gouv.fr.

https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000025244092/LEGISCTA000026129010/

C.forest., art.L.121-2-2 (2021, 25 août). *Code forestier, Partie législative, Livre Ier, Titre II, Chapitre*

Ier, Article L121-2-2. Legifrance.gouv.fr.

https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043975426

C.forest., art.L.122-1 (2016, 8 août). *Code forestier, Partie législative, Livre Ier, Titre II, Chapitre II,*

Section I, Article L122-1. Legifrance.gouv.fr.

<https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGIARTI000029585609/2023-03-16/#LEGIARTI000029585609>

C.forest., art.L315-1 (2012, 26 janvier). *Code forestier, Partie législative, Livre III, Titre Ier, Chapitre*

V, Section 1, Article L315-1. Legifrance.fr.

https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000025247165/2023-03-22/

CNPF (2019, novembre). *Centre National de la Propriété Forestière : L'établissement public au*

service du développement de la gestion durable des forêts privées françaises. Cnpf.fr.

https://www.cnpf.fr/sites/socle/files/2022-04/plaquette_cnpf_mail.pdf

CNPF (2020, avril). *Fiches itinéraires techniques par essence.* Cnpf.fr. [https://www.cnpf.fr/gestion-](https://www.cnpf.fr/gestion-durable-des-forets/mise-en-oeuvre/fiches-itineraires-techniques-par-essence)

[durable-des-forets/mise-en-oeuvre/fiches-itineraires-techniques-par-essence](https://www.cnpf.fr/gestion-durable-des-forets/mise-en-oeuvre/fiches-itineraires-techniques-par-essence)

CNPF (s. d.). *Les documents de gestion durable des forêts privées : PSG, CBPS, RTG.* Cnpf.fr.

<https://www.cnpf.fr/gestion-durable-des-forets/gestion-durable/les-documents-de-gestion-durable-des-forets-privees-psg>

CNPF île-de-France Centre-Val de Loire (s. d.). *Code des Bonnes Pratiques Sylvicoles (CBPS) et*

Règlement Type de Gestion (RTG). Ifc.cnpf.fr. [https://ifc.cnpf.fr/gestion-durable-des-](https://ifc.cnpf.fr/gestion-durable-des-forets/les-documents-de-gestion-durable/code-des-bonnes-pratiques-sylvicoles)

[forets/les-documents-de-gestion-durable/code-des-bonnes-pratiques-sylvicoles](https://ifc.cnpf.fr/gestion-durable-des-forets/les-documents-de-gestion-durable/code-des-bonnes-pratiques-sylvicoles)

CNPF et ONF (2020). *Climessences – Présentation du modèle IKS*. Climessences.fr.

<https://climessences.fr/modele-iks/presentation/presentation-du-modele-iks>

Colin A., Thivolle-Cazat A. (2016, février). *Disponibilités forestières pour l'énergie et les matériaux à l'horizon 2035 – Tome 1 : rapport*. Inventaire-forestier.ign.fr. <https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/disponibilites-forestieres-pour-energie-materiaux-horizon-2035-rapport.pdf>

Commissariat général au Développement durable, EFSE, Ministère de la Transition écologique (2021, 15 janvier). *Les usages récréatifs des forêts métropolitaines – Un état des lieux des pratiques et des enjeux*. Vie-publique.fr. <https://www.vie-publique.fr/rapport/279537-les-usages-recreatifs-des-forets-metropolitaines-etat-des-lieux>

Commission européenne (2021a, 14 juillet). *Proposition de DIRECTIVE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL modifiant la directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil, le règlement (UE) 2018/1999 du Parlement européen et du Conseil et la directive 98/70/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne la promotion de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, et abrogeant la directive (UE) 2015/652 du Conseil*. Eur-lex.europa.eu. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:52021PC0557>

Commission européenne (2021b, 16 juillet). *Communication de la commission au Parlement Européen, au Conseil, au Comité Economique et Social Européen et au Comité des Régions : Une nouvelle stratégie de l'UE pour les forêts pour 2030, document 52021DC0572*. Eur-lex.europa.eu. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fr/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0572>

Davi H., Fady B., Jean F., Lefèvre F., Oddou-Muratorio S., Pichot C. (2015, janvier). *Les processus biologiques de réponses des arbres et forêts au changement climatique : adaptation et plasticité phénotypique*. INRA.

<https://www.researchgate.net/publication/341723278> Les processus biologiques de reponse des arbres et forets au changement climatique adaptation et plasticite phenotypique

Decors A. (2005). *L'écorçage par le cerf (Cervus elaphus) : Une autovermifugation par les tanins.* Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

<https://www.researchgate.net/publication/27812427> L'ecorcage par le cerf Cervus elaphus une autovermifugation par les tanins

Deluzarche C. (2022, 31 décembre). *Cryptogamie : qu'est-ce que c'est ?* Futura-sciences.com.
<https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/botanique-cryptogamie-18760/>

De Ravignan A., Deconchat M., Malafosse F., Charru M. (2021, janvier). *Le Bois Energie – etat des lieux, lieux de controverse.* Afterres2050.solagro.org. <https://afterres2050.solagro.org/wp-content/uploads/2021/06/note-bois.pdf>

DSF (2023a, mars). *La lettre du DSF N° 59 – Mars 2023.* Agriculture.gouv.fr.
<https://agriculture.gouv.fr/bilans-annuels-en-sante-des-forets>

DSF (2023b, janvier). *Bilan de la santé des forêts en 2022 – 2022 est la plus mauvaise année au niveau de la reprise des plantations forestières depuis 2007.* Agriculture.gouv.fr.
<https://agriculture.gouv.fr/bilans-annuels-en-sante-des-forets>

DSF (2006, juillet). *Maladies foliaires peupliers juillet 2006.* Agriculture.gouv.fr.
<https://agriculture.gouv.fr/sante-des-forets-ressources-et-publications-0>

Dubois A. et Ozenne R. (2023, février). *Projet de fin d'étude : Pertinence des critères utilisés pour le classement des espèces en tant que nuisibles.* Ecole Polytechnique de l'Université de Tours.

Ducruet C. (2019, 20 janvier). *L'office national des forêts au bord de la faillite, son directeur général quitte ses fonctions, laissant une structure endettée et un climat social dégradé.* Lesechos.fr.
<https://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/loffice-national-des-forets-au-bord-de-la-faillite-712835>

EFF- Experts Forestiers de France (s. d.). *La gestion forestière – la commercialisation du bois*.

Expertsforestiersdefrance.com.

https://expertsforestiersdefrance.com/expert_forestier/nos_missions

Ephytia (2017, 12 janvier). *Insectes ravageurs*. Ephytia.inra.fr.

<http://ephytia.inra.fr/fr/C/18522/Forets-Insectes-acariens>

Feehan J., Harley M., Van Minnen J. (2009). *Climate change in Europe. 1. Impact on terrestrial ecosystems and biodiversity. A review*. INRA, EDP Sciences. DOI : [10.1051/agro:2008066](https://doi.org/10.1051/agro:2008066).

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00886523>

FCBA (2022). *Memento 2022 – 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*. Fcba.fr. <https://www.fcba.fr/wp-content/uploads/2023/01/Memento-2022-WEB.pdf>

FNCOFOR (2021). *Rapport d’activités 2021*. Fncofor.fr. http://www.fncofor.fr/rapport-activites-2021-15_3343.php

France Bois Forêt (2021, 26 mai). *La filière forêt-bois : un rôle économique majeur en France*.

Franceboisforêt.fr. <https://franceboisforet.fr/2021/05/26/la-filiere-foret-bois-un-role-economique-majeur-en-france/>

France Inter (2023, 16 juin). *Le grand entretien spéciale forêt*. Radiofrance.fr.

<https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/l-invite-de-8h20-le-grand-entretien/l-invite-de-8h20-le-grand-entretien-du-jeudi-15-juin-2023-3054684>

Fransylva (2021). *FRANSYLVA Fédération des Syndicats de Forestiers Privés de France*.

Fransylva.fr. <https://www.fransylva.fr/>

Fransylva (2023, 14 mars). *Pétition : Préservons la gestion durable des forêts françaises en soutenant le bois-énergie*. Fransylva.fr. <https://www.fransylva.fr/blog/635----Petition---Preservons-la-gestion-durable-des-forets-francaises-en-soutenant-le-bois-energie.html>

Géorisques (s. d.). *Tempête : un risque amplifié par le changement climatique*. Georisques.gouv.fr.

<https://www.georisques.gouv.fr/minformer-sur-un-risque/tempete>

GIP Ecofor et RMT Aforce (2022, novembre). *Expertise CRREF - Coupes Rases et Renouvellement des peuplements Forestiers en contexte de changement climatique*. Gip-ecofor.org.

<http://www.gip-ecofor.org/expertise-crref-coupes-rases-et-renouvellement-des-peuplements-forestiers/>

Gouvernement (2021, 19 octobre). *Les assises de la forêt et du bois*. Gouvernement.fr.

https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/contenu/piece-jointe/2021/10/191021_-_dp_assises_de_la_foret_et_du_bois.pdf

Gouvernement (2022, 16 mars). *Clôture des assises de la forêt et du bois*. Agriculture.gouv.fr.

<https://agriculture.gouv.fr/cloture-des-assises-de-la-foret-et-du-bois>

Gouvernement et ONF (2022, 22 avril). *Contrat Etat-Office national des forêts 2021-2025*. Onf.fr.

<https://www.onf.fr/vivre-la-foret/+/15cc::contrat-etat-onf-2021-2025.html>

IFN (2003, décembre). *L'IF n°2 : Les tempêtes de décembre 1999 : Bilan National et enseignement*.

Ign.fr. https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/L_IF_no02_tempetes.pdf

IFN (2011). *L'IF n°26 – 1^{er} trimestre 2011 – Une nouvelle partition écologique et forestière du territoire métropolitain : les sylvoécórégions (SER)*. Ign.fr. ISSN : 1769-6755.

https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/IF_SER_web.pdf

IGN (2021, 8 décembre). *La forêt en France : portrait-robot*. Ign.fr. <https://www.ign.fr/reperes/la-foret-en-france-portrait-robot>

IGN (2022, 19 octobre). *Inventaire forestier – Résultats par sylvoécórégions*. Inventaire-

forestier.ign.fr. <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?rubrique253>

IGN (2022). *Inventaire Forestier National – Mémento édition 2022*. Ign.fr. [https://inventaire-](https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/memento_2022.pdf)

[forestier.ign.fr/IMG/pdf/memento_2022.pdf](https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/memento_2022.pdf)

IPCC (2021). *Changement climatique 2021 – Les bases scientifiques physiques – résumé à l'intention des décideurs*. Ipcc.ch.

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_French.pdf.

ISBN : 978-92-9169-258-3

Jabre L. (2023, 20 mars). *Qu'en est-il de la contribution des communes forestières au fonctionnement de l'ONF ?* Lagazettedescommunes.com.

<https://www.lagazettedescommunes.com/858779/quen-est-il-de-la-contribution-des-communes-forestieres-au-fonctionnement-de-lonf/>

Jarlier D. (2022, 15 décembre). *Convention FNCOFOR-ONF 2022-2025*. Fncofor.fr.

https://www.fncofor.fr/convention-fncofor-onf-4_3359.php

Jourdan M., Audinot T., Bastik C., Carme M., Colin A., François C., Carlos Porto Rodriguez J., Ralien P., Sainte-Marie J., Wernsdörfer H., Bontemps J-D., Dufrêne E. (2023). *Projet MOPROF-CC – Modélisation de la production des forêts françaises dans le contexte du changement climatique*. Ademe.fr. <https://bibliothèque.ademe.fr/produire-autrement/6210-projet-moprof-cc.html>

Journal officiel de l'Union européenne (2013, 21 mai). *DÉCISION (UE) No 529/2013 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 21 mai 2013 relative aux règles comptables concernant les émissions et les absorptions de gaz à effet de serre résultant des activités liées à l'utilisation des terres, au changement d'affectation des terres et à la foresterie et aux informations concernant les actions liées à ces activités*. Eur-lex.europa.eu. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013D0529>

Kraus D. et Krumm F. (2016, mars). *Focus sur : la gestion des forêts en Europe – les approches intégratives en tant qu'opportunité*. ISBN : 978-952-5980-23-3

La rédaction (2017, 31 octobre). *Le Code forestier œuvre pour la protection des forêts françaises*.

Geo.fr. <https://www.geo.fr/environnement/le-code-forestier-oeuvre-pour-la-protection-des-forets-francaises-169825>

Loi n°2014-1170 (2014, 13 octobre). *Loi n°2014-1170 du 13 octobre 2014 d'avenir pour*

l'agriculture, l'alimentation et la forêt. Legifrance.gouv.fr.

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000029573022/>

Marçais B. (2018). *Interaction entre changement climatique et agents pathogènes*. Agroparistech.fr.

<https://revueforestierefrancaise.agroparistech.fr/article/view/5169>

MétéoFrance (2023a, 12 janvier). *Bilan climatique de l'année 2022 – Une année hors normes,*

exceptionnellement chaude, ensoleillée et peu arrosée. Météofrance.fr.

https://meteofrance.fr/sites/meteofrance.fr/files/files/editorial/Bilan_climatique_definitif_2022_130123_synthese_P1-23.pdf

MétéoFrance (2023b, 23 janvier). *2022, année la plus chaude en France*. MétéoFrance.fr.

<https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/2022-annee-la-plus-chaude-en-france>

MétéoFrance (2020, 28 février). *Le climat futur en France*. Météofrance.fr.

<https://meteofrance.com/changement-climatique/quel-climat-futur/le-climat-futur-en-france>

MétéoFrance (2023c, 21 mars). *Ressource en eau, sécheresses et changement climatique*.

Météofrance.com. <https://meteofrance.com/changement-climatique/observer/changement-climatique-eau-et-secheresses>

MétéoFrance (2023d, 2 juin). *Feux de forêts : un risque accru par le réchauffement climatique*.

Météofrance.fr. <https://meteofrance.com/le-changement-climatique/observer-le-changement-climatique/changement-climatique-et-feux-de-forets>

Ministère chargé de l'agriculture et ministères chargés de la forêt, de l'environnement, de l'énergie,

de la mer, de la construction et de l'industrie (2018, 26 février). *Biomasse énergie, Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse*. Ecologie.gouv.fr.

<https://www.ecologie.gouv.fr/biomasse-energie>

Ministère de la transition écologique et de la Cohésion des territoires & Ministère de la Transition énergétique (2021, 3 septembre). *Scénarios prospectifs énergie-climat-air*. Ecologie.gouv.fr. <https://www.ecologie.gouv.fr/scenarios-prospectifs-energie-climat-air>

Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (2018, octobre). *Les écosystèmes forestiers - EFESE – L'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques*. Ecologie.gouv.fr. [Évaluation française des écosystèmes et services écosystémiques – Les écosystèmes forestiers \(ecologie.gouv.fr\)](https://www.ecologie.gouv.fr/evaluation-francaise-des-ecosystemes-et-services-ecosystemiques). ISBN : 978-2-11-145860-4

Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (2020, mars). *Stratégie nationale bas-carbone : la transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone*. Ecologie.gouv.fr. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/2020-03-25_MTES_SNBC2.pdf

Ministère de la transition écologique (2022, mars). *Stratégie Nationale Biodiversité 2030*. Ecologie.gouv.fr. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/strategie%20Biodiversit%C3%A9%202030_1er%20volet.pdf

Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire (2023, 26 juillet). *Objectif Forêt – Rapport du comité spécialisé « gestion durable des forêts » en vue de l'élaboration du plan national de renouvellement forestier*. Agriculture.gouv.fr. <https://agriculture.gouv.fr/rapport-objectif-foret>

Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire (2020, 16 décembre). *Infographie – La filière forêt-bois en France*. Agriculture.gouv.fr. <https://agriculture.gouv.fr/infographie-la-filiere-foret-bois-en-france>

Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire (2020, 18 mai). *Le Département de la santé des forêts : rôle et missions*. Agriculture.gouv.fr. <https://agriculture.gouv.fr/le-departement-de-la-sante-des-forets-role-et-missions>

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (2019, octobre). *Regroupement de gestion des petites forêts – Comment dynamiser la gestion des petites forêts privées ?* Agriculture.gouv.fr.

Rapport n°18127. <https://agriculture.gouv.fr/la-gestion-des-petites-forets-privees>

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (2017, janvier). *Le programme national de la forêt et du bois 2016-2026*. Agriculture.gouv.fr. <https://agriculture.gouv.fr/le-programme-national-de-la-foret-et-du-bois-2016-2026>

Musch B. (2021). *Adaptation de la forêt au changement climatique : une mosaïque de solutions*. Hal.science. <https://hal.science/hal-03324440>

ONF (s. d.a). *Coupes de régénération : renouveler progressivement la forêt*. Onf.fr. <https://www.onf.fr/onf/+/7ef::coupes-de-regeneration-renouveler-progressivement-la-foret.html>

ONF (s. d.b). *Coupe d'amélioration : éclaircir la forêt, permettre aux plus beaux arbres de pousser*. Onf.fr. <https://www.onf.fr/onf/+/7f0::coupe-damelioration-eclaircir-la-foret-permettre-aux-plus-beaux-arbres-de-pousser.html>

ONF (s. d.c). *La coupe rase, une décision de dernier recours*. Onf.fr. <https://www.onf.fr/onf/+/7f5::la-coupe-rase-une-decision-de-dernier-recours.html>

ONF (s. d.d). *La coupe définitive ou le début d'un nouveau cycle pour la forêt*. Onf.fr. <https://www.onf.fr/onf/+/7f2::la-coupe-definitive-ou-le-debut-dun-nouveau-cycle-pour-la-foret.html>

ONF (s. d.e). *Le martelage ou comment désigner les arbres à récolter ?* Onf.fr. <https://www.onf.fr/onf/+/7ee::martelage-designer-les-arbres-recolter.html>

ONF (2017, juillet). *Préserver votre forêt avec le régime forestier*. Onf.fr. <https://www.onf.fr/aux-cotes-des-territoires/lonf-et-les-communes-forestieres/+/f8::preserver-votre-foret-avec-regime-forestier.html>

- ONF (2019, 20 décembre). *Tempête de 1999 : 20 ans après, la forêt française face à de nouveaux défis*. Onf.fr. https://www.onf.fr/vivre-la-foret/forets-de-france/+/62e::tempete-de-1999-20-ans-apres-les-forets-debout-et-de-nouveaux-defis.html#5128666_8
- ONF (2020, 7 septembre). *L'ONF prépare l'avenir des forêts publiques*. Onf.fr. <https://www.onf.fr/onf/forets-et-changement-climatique/+/7a2::lonf-prepare-lavenir-des-forets-publiques.html>
- ONF (2021, 25 mars). *Webinaire sur la forêt mosaïque*. Onf.fr. <https://www.onf.fr/onf/+/af6::webinaire-sur-la-foret-mosaique.html>
- ONF (2021b, 11 avril). *Le débardage, qu'est-ce que c'est ?* Onf.fr. <https://www.onf.fr/onf/+/12af::le-debardage-quest-ce-que-cest.html>
- ONF (2022). <https://www.onf.fr/vivre-la-foret/journee-mondiale-du-climat/+/16c3::les-rendez-vous-techniques-de-lonf-numero-74.html>
- ONF (2023a). *Les dégâts de la sécheresse en cartes*. ONF.fr. <https://www.onf.fr/onf/forets-et-changement-climatique/+/58e::les-degats-de-la-secheresse-en-cartes.html>
- ONF (2023b). *Nos enjeux, nos valeurs, nos missions*. ONF.fr. <https://www.onf.fr/onf/connaitre-lonf/+/28::les-enjeux-valeurs-et-missions-de-lonf.html>
- ONF (2023c). *Les forêts françaises face à la sécheresse*. Onf.fr. <https://www.onf.fr/vivre-la-foret/+/191f::les-forets-francaises-face-la-secheresse.html>
- ONF (2023d). *Adaptation des forêts aux changements climatiques : FuturForEst*. Onf.fr. <https://www.onf.fr/outils/reportages/411a5ba2-4269-4890-9a69-3468f2ca92e5/++versions++/6/++portlet++38/+/1b9f::adaptation-des-forets-aux-changements-climatiques-futurforest.html>

- Orazio C., Cordero Debets R., Di Lucchio L., Cantero A., Diez Casero J., Prieto Recio C., Bravo F, Gartia Bengoetxea N., Arias González A., Jinks R., Paillassa E., Pastuszka P., José Rozados Lorenzo M., Javier Silva Pando F., Carmen Traver M, Zabalza Carina Nóbrega S., Caetano Ferreira M., Helena Almeida M., Correia A., Castro A. (2013, novembre). *REINFFORCE – Arboretum & demonstration site catalogue*. Iefc.net. <http://reinfforce.iefc.net/en/arboretum-demonstration-site-catalogue/>
- Pompili B. (2021, 1er septembre). *Refonder une politique forestière au service du climat, de la biodiversité et du bien-être de nos concitoyens*. Tnova.fr. https://tnova.fr/site/assets/files/12126/terra-nova_cycle-horizons_barbara-pompili_refonder-une-politique-forestiere-au-service-du-climat_010921.pdf?10y0k
- Roussel L. (2023, 17 mars). *L'Union européenne met les forêts françaises en danger !* Latribune.fr. <https://www.latribune.fr/opinions/tribunes/l-union-europeenne-met-les-forets-francaises-en-danger-955657.html>
- Roux A., Colin A., Dhôte J.-F., Schmitt B., coord. (2020). *Filière forêt-bois et atténuation du changement climatique – Entre séquestration du carbone en forêt et développement de la bioéconomie*. Editions Quae. ISBN papier : 978-2-7592-3120-1
- Sapeurs-pompiers de France (2021, juillet). Dossier de presse : Les sapeurs-pompiers & l'urgence climatique. Pompiers.fr. https://www.pompiers.fr/sites/default/files/publications/file/dossier_de_presse_-_les_sapeurs-pompiers_et_lurgence_climatique_0.pdf
- Société botanique de France (2021, novembre). Livre blanc – l'introduction d'essences exotiques en forêt. Societebotaniquedefrance.fr. <https://societebotaniquedefrance.fr/livre-blanc-sur-lintroduction-dessences-exotiques-en-foret/>
- UCFF (s. d.). *Les coopératives forestières en France : Qu'est-ce qu'une coopérative forestière ?* Lescoopérativesforestières.fr. <https://lescoopérativesforestieres.fr/c-est-quoi/>

UICN et MNHN (2022). La liste rouge des espèces menacées en France. Uicn.fr. <https://uicn.fr/wp-content/uploads/2022/12/resultats-synthetiques-liste-rouge-france.pdf>

URCOFOR – Normandie (2019, juin). *Fiche n°15 : Les rôles de l'écu vis-à-vis de la forêt et du bois*. Collectivitesforestieres-normandie.org. <https://www.collectivitesforestieres-normandie.org/data/uploads/pdfs/outils/FICHES/Fiche15-roleselus.pdf>

Valade A., Luyssaert S., Bellasen V., Vallet P., Njakou Djorno S. (2017, mars). *Bilan carbone de la ressource forestière française. Projections du puits de carbone de la filière forêt-bois française et incertitude sur ses déterminants*. Rapport final. ADEME. Numéro de contrat : n°1260C0056

Vasseur J. (2023, 24 juin). *Réchauffement climatique : les forêts du Grand Est n'assurent plus leur rôle de puits de carbone, pire elles emettent du CO₂*. Francetvinfo.fr. <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/les-forets-du-grand-est-n-assurent-plus-leur-role-de-puits-de-carbone-pire-elles-emettent-du-co2-2800913.html>

WWF (2023). Pour une gestion durable des forêts productives. Wwf.fr. <https://www.wwf.fr/dossiers/pour-une-gestion-durable-des-forets-productives>

ANTONIN DUBOIS

2022-2023

L'AVENIR DES FORÊTS FRANÇAISES :

Une analyse prospective des effets du changement climatique sur le devenir des forêts et de la filière forêt-bois

Résumé

La forêt française va indéniablement devoir faire face à des menaces grandissantes, liées au changement climatique. Cependant, malgré des signes de fragilité, des menaces émergentes et des débats au sein de la filière forêt-bois, la situation des forêts n'est pas catastrophique, du moins pas autant que le contexte actuel pourrait laisser croire. En effet, la forêt française est dans une dynamique d'accroissement, qui dure depuis près de 200 ans. La jeunesse des peuplements forestiers y joue pour beaucoup et stimule le stockage du carbone en forêt, qui reste pour le moment positif. L'avenir des forêts, pour les décennies à venir, ne semble donc pas compromis, ni même celui de la filière forêt-bois, si l'on se fie aux différents scénarios prospectifs analysés dans cette étude. Mais il faut rester prudent, la variabilité des menaces implique que les forêts ne sont pas à l'abri d'une succession de catastrophes naturelles qui pourraient, dans un laps de temps court, inverser les tendances actuelles et projetées. C'est pourquoi l'option qui paraît la plus raisonnable serait de continuer à gérer les forêts, afin d'aider leur adaptation et préserver leurs fonctions environnementales.

Summary

France's forests will undeniably face increasing threats from climate change. However, despite signs of fragility, emerging threats and debates within the forestry and wood industry, the forestry situation is not catastrophic, at least not as much as the current context might suggest. In fact, French forests have been growing for almost 200 years. The young age of forest stands plays a major role in this, stimulating carbon storage in the forest, which remains positive for the time being. The future of forests over the coming decades, therefore, does not appear to be in jeopardy, nor even that of the forestry and wood industry, if the various scenarios analyzed in this study are anything to go by. But we must remain cautious: the variability of threats means that forests are not immune to a succession of natural disasters which could, in a short space of time, reverse current and projected trends. This is why the most reasonable option is to continue to manage forests, in order to help them adapt and preserve their environmental functions.

Mots clés

Forêt, changement climatique, prospective, bois, énergie, recherche, politique, adaptation

